Risco de contato entre a população rural e a população anofelina em mata residual no Planalto Oeste do Estado de São Paulo

Rosa Maria Tubaki

**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. Dr. José Maria Soares Barata

**São Paulo
2000**

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

Assinatura:

Data: 19/04/2001

42195/2001 (doc)

"Estávamos a 3 de janeiro de 1827.

Impossível me fora exprimir o sofrimento que diariamente nos causam os enxames de mosquitos. É praga capaz de trazer o abandono de uma região inteira por quem não tenha a constância do selvagem. Em tal quantidade nos cercavam, tão teimosos se precipitavam sobre nós para sugar-nos, que o ar em derredor parecia escuro... Debalde dos pés à cabeça vestíamos roupas grossas; debalde calçávamos botas e luvas. Através das vestes e pelas costuras das botas, por pouco que tivessem uso, ferravam-nos tremendas picadas metendo-se pelas calças a dentro... "

Hercules Florence (Viagem fluvial do Tietê ao Amazonas)

Agradecimentos

Ao Dr. José Maria Soares Barata, pela orientação, apoio e disposição paternal durante o período de trabalho;

À Dra. Marisa Dantas Bittencourt, do Laboratório de Ecologia da Paisagem e Conservação do Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, USP, pela coorientação, ao iniciar-me na área de SIG, sempre disponível para discussões durante a criação do processo de modelagem;

À banca examinadora pelas sugestões e pareceres relevantes;

A Marcelo Hiromiti Matsumoto, do Laboratório de Ecologia da Paisagem e Conservação do IB/USP, por estar sempre por perto e orientação na execução de algumas operações de SIG;

Ao Dr. Cláudio Ferreira, do Instituto de Medicina Tropical/USP, pela revisão inicial dos textos, pela sabedoria e apreciar dividí-la com entusiasmo;

A Antônio Ismael Paulino da Costa, Horacio Manuel Santana Teles pelas sugestões pertinentes e especialmente a Cláudio Casanova, um dos entomólogos mais experientes em pesquisa de campo, de cuja experiência eu posso compartilhar;

A Paulo Urbinatti e Walter Ceretti pela camaradagem e bom humor sempre que os encontrei no Laboratório de Culicídeos e Triatomíneos do Departamento de Epidemiologia da FSP/USP;

Ao pessoal da Pós-graduação da FSP/USP, especialmente Renilda Maria Figueiredo Shimono, Márcia Garcia, Maria Aparecida Mendes, Laurindo Guedes Júnior, Marilene Rosa Silva e Ângela Maria Pereira Silva Lima;

À equipe de bibliotecárias e pessoal de apoio da biblioteca da FSP/USP pelo pronto atendimento e auxílio;

Ao Dr. Antônio Daniel Salati Marcondes, da Diretoria de Meio-Ambiente da Companhia Energética de São Paulo, pelo apoio ao projeto, através do convênio SUCEN-CESP nº 001/98;

A Eduardo Colchev Teixeira, coordenador do Programa de Saúde e Meio Ambiente pela simpatia e disposição em viabilizar as providências necessárias às fases de execução do projeto;

À equipe de coleta de campo (CESP): Adaívo Vieira Lima, Sérgio Bovolenta, Sebastião Mendes, Armando Antônio da Silva, e motoristas (CESP): Francisco Carlos dos Santos, Brás Garcia de Almeida, José Donizetti Costa, Darci Borgato, Celso Neves Tiritan, João Paulo Marcondes e Carlos Laerte Pinto;

À bióloga Maria Aparecida Pinto, engenheiro Edson Kano, biólogo Antônio Carlos Pereira Martins (CESP) por tornarem possíveis algumas operações em campo;

À geógrafa Rosa Maria Vieira (Hidrologia, CTH/DAEE) pela cessão dos dados dos postos pluviométricos;

Ao Sr. Anísio e Sr. Edison, funcionários da prefeitura de S. Antônio de Aracanguá, por orientação nos trajetos e acessos no campo;

A Edi Carlos da Silva Lopes e Nancy Ferreira da Silva Cunha, do posto de saúde de Lourdes e Sr. Jailson Carlos Facundo da prefeitura de Lourdes; pela cessão de mapas e acesso à população rural;

Ao Sr. Lourival Antônio Oliveira, administrador da Fazenda Guarita;

À Superintendência de Controle de Endemias, pelo apoio de infra-estrutura do Laboratório de Entomologia Médica.

Resumo

Tubaki, RM. Risco de contato entre a população rural e a população anofelina em mata residual no Planalto Oeste do Estado de São Paulo. São Paulo, 2000. [Tese de Doutorado - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

Objetivo. Buscou-se descrever a abundância de anofelinos adultos em matas residuais e estimar o risco de contato entre homem e transmissor de malária *Anopheles darlingi* nestas áreas. **Métodos.** Foram descritas abundância e frequência de anofelinos em três matas residuais, coletando-se com armadilha de Shannon. Pesquisaram-se criadouros das matas. Áreas de margens de ribeirão e afluentes foram consideradas potenciais criadouros. A mata da Fazenda Rancho Alegre e margens fluviais foram propostas como áreas de dispersão de *An. darlingi*. Utilizou-se de SIG para análise de dados da população vetora e população humana de área contígua à mata. Aplicou-se a teoria de Dempster-Shafer para avaliar áreas de probabilidade de contato homem-vetor. **Resultados.** Embora *An. darlingi* tenha sido pouco abundante, verificou-se a exposição dos moradores devido à atividade periódica, de repouso, locomoção e hábitos culturais. Obtiveram-se três imagens de linhas de evidência a partir de: sítios de oviposição, frequência e distribuição de domicílios para compor a base de conhecimento. **Conclusões.** Matas com graus de alteração sugerem diferente diversidade em espécies anofelinas. A atividade de *An. darlingi* e *An. albiparvus* sugere serem espécies sinantrópicas enquanto *An. triannulatus* apresenta-se silvestre. Moradores de 10 domicílios sem forro no teto, cujos horários de deslocamento a pé ocorriam antes das 8 horas e após as 17 horas foram considerados em situação de risco. Considerou-se o domicílio 111 situado em área de maior risco por apresentar 20-30 % de incerteza de informação de suporte à hipótese de contato.

Descritores: *Anopheles darlingi*. Risco. Contato homem-vetor. SIG. Teoria de Dempster-Shafer.

Summary

Tubaki, RM. Risk of contact between human and vector populations in forested regions of western Sao Paulo State. Sao Paulo, 2000. [Doctorate thesis – Faculdade de Saude Publica da Universidade de Sao Paulo].

Objective. This investigation aimed at estimation of the abundance of adult anophelines in residual forests and the risk of man-anopheline contact in these areas. **Methods.** Abundance and frequency of mosquitoes collected by the Shannon trap in three forest patches, were described. The search for breeding sites included river banks. These areas were assumed to be dispersal sites of the vector species. Data concerning vectors and the human population settled in the margins of the forest were analyzed by using GIS. Man-vector contact hypothesis was evaluated by using the Dempster-Shafer theory. **Results:** *An. darlingi* was less abundant in the residual forests. Dwellers exposure to risk of contact with vectors was evaluated, according to their periods of activity, resting, means of transportation and cultural interests. Three images of lines of evidence were built to compose the base of knowledge. They were based on the basic probability assignment of the location of breeding sites, of the frequency and of the distribution of domiciles. **Conclusions:** The differences in disturbance of the humid forested regions seem to indicate a diversity of anopheline species. *An. darlingi* and *An. albitarsis* activity suggests their synantropic status while *An. triannulatus* remained sylvatic. Dwellers of 10 houses without ceiling, whose periods of locomotion occurred before 8 a.m. and after 5 p.m. were the most exposed to the risk of man-vector contact. Dweller of house 111 was considered at higher risk of contact with *An. darlingi* because it was located in the region of 0.2-0.3 of probability of uncertainty of contact.

Descriptors: *Anopheles darlingi*. Risk. Man-vector contact. GIS. Dempster-Shafer theory.

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETO DE ESTUDO	6
3. OBJETIVOS	7
3.1. geral	7
3.2. específicos	7
4. MATERIAL E MÉTODOS	8
4.1. Área de estudo	8
4.1.1. Mata da Fazenda S. Marina	9
4.1.2. Mata da Fazenda Rancho Alegre	10
4.1.3. Mata da Fazenda S. Rafael	10
4.2. Obtenção dos dados de campo	13
4.2.1. Coleta de mosquitos anofelinos	13
4.2.2. Dados físico-climáticos	15
4.2.3. Georeferenciamento da imagem	17
4.2.4. Aquisição das posições geográficas das casas e dos sítios de coleta	18
4.3. Risco de contato homem-anofelino para a população rural da área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre	19
4.3.1. Risco referente à biologia e ao comportamento do mosquito transmissor	21
4.3.1.1. Áreas de ocorrência e caracterização dos criadouros de <i>An. darlingi</i>	21
4.3.1.2. Endofilia	24
4.3.1.3. Amplitude de vôo	25
4.3.2. Risco devido a comportamento da população rural	27
4.4. Análise das áreas de probabilidade de contato homem-mosquito transmissor	29
4.4.1. Lógica fuzzy	29
4.4.2. Método bayesiano	30
4.4.3. Teoria de Dempster-Shafer	32

4.5. Escolha do SIG	36
5. RESULTADOS	37
5.1. Coletas de anofelinos- abundância e frequência	37
5.2. Comportamentos de risco da população humana	41
5.2.1. Exposição devida a atividades periódicas	42
5.2.2. Exposição devida a hábitos culturais	45
5.3. Linhas de evidência e probabilidades associadas	49
5.3.1. Sítios de oviposição na mata	50
5.3.2. Frequência de sítios de contato (domicílios) em áreas delimitadas pelos raios de vôo de <i>An. darlingi</i>	53
5.3.3. Distribuição de sítios de contato a partir do Ribeirão Mato Grosso e seus afluentes	55
5.3.4. Avaliação de áreas de probabilidade	56
6. DISCUSSÃO	63
6.1. Abundância, frequência das espécies anofélicas e sua importância médica	63
6.2. Áreas de risco de contato	67
7. CONCLUSÕES	75
8. REFERÊNCIAS	77

ANEXOS

ANEXO 1- Formulário de levantamento de atividades e hábitos da população rural	A1
ANEXO 2- Lista de identificação dos domicílios (IDR-ID) ligada a módulo do banco de dados do IDRISI	A2

TABELAS

Tabela 1- Espécies de anofelinos coletadas com armadilha de Shannon nas 3 matas residuais no Planalto Oeste do Estado de São Paulo, de julho de 1991 a novembro de 1993	37
---	----

Tabela 2- Fatores relacionados a deslocamento da população na área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre, S. Antônio do Aracanguá, SP 41

Tabela 3- Hábitos culturais dos moradores da área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre, S. Antônio do Aracanguá, SP 47

Tabela 4- Probabilidades básicas determinadas a partir de posições dos domicílios por sub-áreas delimitadas por raios de vôo de *An. darlingi* 53

FIGURAS

Figura 1- Localização das 3 matas no reservatório do Baixo Rio Tietê	11
Figura 2- Armadilha de Shannon	13
Figura 3- Médias pluviométricas	13
Figura 4- Dados de temperatura e umidade	16
Figura 5- Potenciais criadouros de <i>An. darlingi</i> na área de estudo, mata da Fazenda Rancho Alegre, S. Antônio do Aracanguá, SP.	23
Figura 6- Fluxograma do processo de modelagem	35
Figura 7a- Freqüência de <i>An. albitarsis</i> s.l. nas matas das fazendas Rancho Alegre e S. Rafael, jul/91 a nov/93, SP	39
Figura 7b- Freqüência de <i>An. darlingi</i> nas matas das fazendas S. Marina, Rancho Alegre e S. Rafael, jul/91 a nov/93	39
Figura 7c- Freqüência de <i>An. evansae</i> nas matas das fazendas S. Marina, Rancho Alegre e S. Rafael, jul/91 a nov/93, SP.	39
Figura 7d- Freqüência de <i>An. galvaoi</i> nas matas das fazendas S. Marina, Rancho Alegre e S. Rafael, jul/91 a nov/93.	39
Figura 7e- Freqüência de <i>An. triannulatus</i> nas matas das fazendas S. Marina, Rancho Alegre e S. Rafael, jul/91 a nov/93, SP.	39
Figura 8- Horários de início de atividade humana	44
Figura 9- Horários de término de atividade humana	44
Figura 10- Horários de repouso da população humana	44
Figura 11- Faixas horárias de exposição de acordo com o meio de deslocamento	46
Figura 12- Domicílios selecionados por maior risco comportamental	48

Figura 13- criadouros naturais na margem esquerda do Ribeirão Mato Grosso, S. Antônio do Aracanguá, SP	51
Figura 14- Coleta em criadouros permanentes da mata da Fazenda Rancho Alegre, S. Antônio do Aracanguá, SP.	51
Figura 15- Remanso da margem esquerda do Ribeirão Mato Grosso, S. Antônio do Aracanguá, SP	51
Figura 16- Imagem de probabilidade básica de dispersão de <i>An. darlingi</i>	54
Figura 17- Imagem de probabilidade básica de subáreas delimitadas por raio de vôo de <i>An. darlingi</i> na mata da Fazenda Rancho Alegre, S. Antônio do Aracanguá, SP	54
Figura 18- Imagem de probabilidade básica de sítios de contato	56
Figura 19a- Imagem de crédito favorável a hipótese de contato homem-vetor	59
Figura 19b- Imagem de plausibilidade favorável à hipótese de contato	59
Figura 19c- Imagem de intervalo de crédito favorável à hipótese de contato	59
Figura 20- Situação dos domicílios com riscos comportamentais na superfície de probabilidades da imagem de crédito	60
Figura 21- Situação dos domicílios com riscos comportamentais na superfície de probabilidades da imagem de plausibilidade	61
Figura 22- Situação dos domicílios com riscos comportamentais na superfície de probabilidades da imagem de intervalo de crédito	62

1. Introdução

Estima-se que a malária mate no mundo cerca de 1,5 a 2,7 milhões de pessoas anualmente e uma criança menor de 5 anos, a cada 12 segundos. Simultaneamente, 300 milhões a 500 milhões de pessoas estão doentes e 1/3 da população mundial vive em áreas de risco de malária. Em dez casos, nove ocorrem na região do sub-Sahara africano e os restantes estão distribuídos em apenas seis países, em ordem decrescente de prevalência: Índia, Brasil, Sri Lanka, Vietnã, Colômbia e Ilhas Solomon (Butler 1997).

Duas abordagens recentes de pesquisa para o controle da malária são a vacina e a utilização de mosquitos resistentes ao parasita através da engenharia genética. Métodos clássicos de controle como mosquiteiros impregnados com permetrina, diminuíram a mortalidade e a morbidade em 15 a 33 % em experimentos de curto prazo na África, mas poderiam não ser eficientes a longo prazo, por tornarem a população mais vulnerável à malária grave reduzindo sua imunidade natural. Se essa expectativa for real, os mosquiteiros tratados assim como os anofelinos geneticamente alterados, teriam pouco impacto sobre o controle da doença e poderiam agravar o quadro atual. De modo geral, há necessidade de estudos durante um período extenso para acompanhar programas de controle de malária e existe uma preocupação crescente da comunidade científica de que o controle deve ser baseado em critérios cientificamente validados. De acordo com especialistas, uma abordagem integrada e abrangente com os cuidados apropriados é necessária, antes da aplicação em campo de técnicas de controle mais recentes (Butler 1997).

A obtenção da vacina eficaz contra a malária atualmente parece difícil de ser alcançada, uma vez que os resultados dos testes conduzidos em campo na Venezuela, África e Ásia foram insatisfatórios. As drogas mais baratas e adequadas estão se tornando ineficazes, enquanto as mais novas tendem a ser mais tóxicas, caras ou não testadas de forma adequada. Além

disso, há restrição das indústrias farmacêuticas em testar novos compostos para fins terapêuticos (Marshall 1990; Butler 1997) prejudicando a obtenção de novas drogas anti-maláricas.

Há uma inquietação crescente em relação ao aumento do número de casos de malária urbana, que estão aparecendo em cidades africanas como Dar es Salaam e Kinshasa. Alterações ambientais favorecem a expansão da doença no Brasil, Indonésia e Madagascar, uma vez que as matas são devastadas e os mosquitos podem adaptar-se a diferentes habitats.

Nas Américas, 37,9 % da população vivem em áreas onde há condições ambientais adequadas para a transmissão do parasita da malária. Até 1990, 90% dos casos de malária no Hemisfério Ocidental eram originados no Brasil, onde o desmatamento prosseguia em larga escala (Marshall 1990).

Em 1996, em estudo da área das Américas, o Brasil apresentou número absoluto de casos de malária (39,1 % do total de casos) equivalente ao da sub-região Andina (Bolívia, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela). A proporção de lâminas diagnosticadas de *Plasmodium vivax* é maior (42,55 % do total) do que a de *P. falciparum*; sendo que menos de um caso diagnosticado causado por *P. falciparum* é tratado (OPAS 1997).

Os Estados da Região Amazônica que apresentaram as áreas de alto risco de transmissão por ordem de maior taxa de incidência de malária em 1997 foram: Roraima, Rondônia, Amapá, Amazonas, Pará, Acre e Mato Grosso (DATASUS 2000). As medidas de controle são de difícil implantação devido à falta de acesso às localidades, à lenta descentralização dos serviços, à pouca integração entre as políticas administrativa e financeira do Ministério da Saúde. A principal espécie transmissora é *Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi*, que transmite o parasita em sítios de áreas agrícola, de mineração e migração interna. Na Região Amazônica, a malária urbana, cuja transmissão foi reduzida ou desapareceu na última década, mostra tendência a aumentar consideravelmente devido ao modo de reorganização dos assentamentos humanos. Recentemente parece ter

havido migração dos assentamentos rurais para a periferia de distritos ou centros urbanos, onde ocorrem os casos.

Apenas 1,3 % das lâminas positivas de malária no país são da Região Sudeste. Dos casos de malária autóctone do Estado de São Paulo, 90 % são originados na área remanescente da Mata Atlântica, limitada à planície litorânea e pequenas reservas de mata na região planaltina (Branquinho *et al.* 1997; Tubaki *et al.* 1993). No período de 1983 a 1998 foram diagnosticados em média 28 casos autóctones por ano na planície, enquanto no planalto, foram confirmados apenas 6 casos autóctones por ano. Nesse período, os municípios do planalto que se destacaram por apresentar maior número de casos foram o de Panorama, Presidente Epitácio e Araçatuba (Sucen 1998¹). Na Mata Atlântica, a espécie *Anopheles (Kerteszia) cruzii* está associada à transmissão e na área planaltina, *An. darlingi*, *An. albitarsis lato sensu* podem ser as espécies incriminadas.

No passado, durante o período de transmissão da malária, fez-se um estudo extenso no Estado de São Paulo, relacionando a distribuição dos anofelinos à ocorrência da endemia (Corrêa e Ramos 1942; Corrêa e Ramos 1942a; Corrêa e Ramos 1942b; Corrêa *et al.* 1966). Atividades de vigilância entomológica foram executadas em margens de cursos ou coleções de água represadas. Os autores verificaram que as espécies de maior ocorrência eram *An. darlingi*, *An. strodei* e *An. albitarsis*, sendo a primeira incriminada como principal vetora nas áreas marginais das represas. Registros recentes sobre anofelinos potenciais transmissores de malária ou de arboviroses nessas áreas são escassos (Natal *et al.* 1995; Tubaki *et al.* 1999) e há poucas informações atualizadas a fornecer subsídios aos programas de controle. Além disso, a modificação extrema da fisionomia do Estado de São Paulo em trinta anos e a maior extensão de sua área ocupada pela monocultura de cana-de-açúcar e pastagens, sugere que algumas espécies anofélicas possam ter-se adaptado a diferentes habitats enquanto outras se mantiveram restritas a ambientes silvestres.

¹ casos compilados pela Diretoria de Orientação Técnica- Sucen, 1998.

O modo como a população humana ocupou as áreas rurais, sob risco de contrair doenças transmitidas por mosquitos vetores, indica ainda a necessidade de desenvolver novos métodos de vigilância dos vetores para fins de controle mais efetivos, uma vez que os métodos convencionais, que envolvem o levantamento extensivo, em campo, das formas larvárias e adultas dos mosquitos, consomem tempo, recursos humanos e operacionais. Nesse sentido, o sensoriamento remoto e o *sistema de informação geográfica (SIG)*, após o reconhecimento em campo dos sítios adequados para criação larvária, oferecem instrumentos eficientes de localização e análise da população vetora de malária assim como de assentamentos humanos, pela análise da vegetação da área. No entanto, a fase investigativa para estabelecer os parâmetros e modelos adequados consomem bastante tempo. Além das investigações de campo, existe a fase de análise da imagem e de implementação do SIG.

De acordo com Lillesand e Kiefer (1987), sensoriamento remoto é a arte de obter informações sobre um objeto, área ou fenômeno pela análise de dados adquiridos por ferramenta sem contato direto com o objeto de investigação. Os processos básicos são de aquisição de dados e sua análise. Os dados podem ser obtidos por vários tipos de sensores e apresentados na forma pictórica ou digital. A rigor, são registradas por meio dos sensores, as variações na forma como as características da superfície terrestre refletem e emitem energia eletromagnética. Dados de referência devem ser coletados em campo, para viabilizar a análise, pois fornecem informação sobre o tipo, extensão, localização e as condições de vários recursos sob análise. No processo, os dados são examinados utilizando-se de ferramentas para analisá-los na forma digital. A seguir, as informações são agrupadas, dependendo do interesse do investigador, formando planos de informação em um sistema de informação geográfica.

A abordagem epidemiológica da doença é baseada na identificação dos fatores ambientais que condicionam as distribuições temporal e espacial dos vetores e da doença. Fatores físicos como, altitude, temperatura, chuva e umidade influenciam a ocorrência, frequência e abundância de vetores de

malária e arboviroses, o desenvolvimento de parasitas em seu organismo e a distribuição da vegetação. Portanto, a vegetação e a água podem ser utilizadas para prever distribuição e abundância de espécies de mosquitos. Em algumas regiões, pode-se determinar sítios de alto risco para que sejam ulteriormente monitorados e os recursos não sejam desperdiçados em áreas pouco importantes. No caso de trabalhos sobre populações larvárias, é fundamental que estudos anteriores, caracterizando os habitats larvais, tenham sido realizados. Nestas investigações, a utilização de imagens de satélites georeferenciadas permite a quantificação dos habitats relacionados com a vegetação. Entretanto, existem limitações na utilização do sensoriamento remoto: impossibilidade de identificar superfícies líquidas menores que a área de resolução da imagem (pixel); superfícies inundadas por períodos muito curtos não apresentam indicadores de vegetação; identificação de criadouros *potenciais*; as larvas não estão distribuídas da maneira uniforme na vegetação com a qual possam estar associadas; nuvens podem impedir a reflexão de alguns elementos da imagem (Beck *et al.* 1994; Hayes *et al.* 1985). Para compensar estas dificuldades tem sido utilizados os resultados de interpretações de imagens de satélite e resultados de interpretações de imagens geradas por geo-processamento (Bitencourt *et al.* 1999).

A utilização de radares e sensores de alta resolução permite registrar sítios não detectados através do sensor do LANDSAT, mas há custos adicionais que sugerem a necessidade de desenvolver uma tecnologia de sensores espaciais com órbitas repetidas de modo que as informações sejam rapidamente processadas para monitorar de forma mais eficiente os habitats dos mosquitos (Pope *et al.* 1992).

No Brasil, alguns projetos para controle de malária e apoio à vigilância epidemiológica foram iniciados pelo Ministério da Saúde, utilizando essa abordagem, mas estavam em fase de implantação, sem resultados preliminares (Brêtas e Bessa 1996; Nobre *et al.* 1996; Soares Filho e Sawyer 1996).

2. Objeto de estudo

Tencionou-se utilizar dados parciais de abundância de mosquitos, assim como da distribuição da população rural como objeto de estudo que permitam levantar risco de contato do mosquito transmissor da malária com a população humana. Um dos sítios de estudo localizado na Fazenda S. Marina, município de Araçatuba, apresentou um surto de malária em 1991(SUCEN 1995). Entretanto, após a formação do reservatório de Três Irmãos, a espécie *An. darlingi*, transmissora primário da malária, não foi encontrada no sítio da Fazenda S. Marina, mas na localidade da Fazenda Rancho Alegre, em que não ocorreram casos. Buscaram-se elementos paisagísticos e da população humana, que ajudassem a estabelecer áreas geográficas de risco de contato homem-mosquito transmissor, e que no caso da introdução de fontes de infecção, concorressem na transmissão da malária. Assim, pressupôs-se que os indivíduos da população humana situados na proximidade de matas residuais, com potenciais criadouros, tivessem maior probabilidade de contato homem-mosquito transmissor e consequentemente maior risco de contrair malária.

Sugere-se que esse modelo de avaliação da informação de áreas de risco possa ser adaptado e aperfeiçoado para áreas de transmissão, subsidiar estratégias de controle de anofelinos transmissores e minimizar a exposição da população rural, com maior eficiência e custos mais racionais.

3. Objetivos

3.1. Geral

Descrever a abundância dos mosquitos anofelinos adultos em matas residuais e relacioná-la às áreas contíguas, utilizando-as como potenciais áreas de risco de contato homem-mosquito transmissor.

3.2. Específicos

3.2.1. Determinar abundância de mosquitos anofelinos adultos e sua variação sazonal em sítios de matas residuais na região Oeste do Estado de São Paulo.

3.2.2. Descrever a distribuição da população humana assentada em área de raio de dispersão do mosquito ao redor da(s) mata(s).

3.2.3. Estimar o risco de contato homem-anofelino transmissor atribuível à sua potencial dispersão para a população humana segundo o raio de dispersão do mosquito.

4. Material e métodos

4.1. Área de estudo

Localiza-se na Região Oeste do Estado de São Paulo (20° 45' S a 21° 49' S e 50° 58' W a 50° 02' W), às margens do Baixo Rio Tietê, na área de influência da usina hidroelétrica de Três Irmãos, cujo reservatório foi formado em 1991.

As coletas de mosquitos foram realizadas em três matas residuais, propostas como unidades de conservação pela CESP (Companhia Energética de São Paulo).

A mata da Fazenda São Rafael está situada no município de Pereira Barreto, cuja população rural está esparsamente distribuída. A principal produção agrícola de Pereira Barreto é: citricultura (limão, laranja, bergamota), arroz, cana-de-açúcar, feijão e milho. As pastagens correspondem a 92,3% do total de áreas de estabelecimentos destinados a atividade agropecuária (63215 ha), enquanto as lavouras são 4,2% e as matas naturais correspondem a 3,2% do total. As principais criações de rebanhos do município são bovinos e suínos. A avicultura também é tradicional no município (Fundação IBGE 1996).

As matas de S. Marina e de Rancho Alegre faziam parte do município de Araçatuba, pois Santo Antônio do Aracanguá e Lourdes eram seus distritos. Em 1993, houve emancipação desses últimos e a mata da Fazenda Rancho Alegre passou a pertencer aos dois municípios, cuja divisa é o Ribeirão Mato Grosso. Os dados disponíveis sobre o uso e ocupação do solo de Araçatuba abrangem os dois municípios. De acordo com a Fundação SEADE, em 1996 as populações rurais de S. Antônio do Aracanguá e Lourdes correspondiam respectivamente a 2491 e 528 habitantes.

Araçatuba produz principalmente café em côco, banana, manga, goiaba, látex, cana-de-açúcar, feijão e milho. As lavouras correspondem somente a 22,9% da área total de estabelecimentos destinados a atividade agropecuária (64907 ha) enquanto as pastagens são 72,8% e as áreas de

matas são 3,3% dos mesmos estabelecimentos. Além da avicultura, a criação de rebanhos é principalmente de bovinos, suínos e equinos (Fundação IBGE 1996).

Portanto, depreende-se que o perfil paisagístico dessa área na Região Oeste corresponde principalmente a áreas modificadas para as atividades de pastoreio de rebanhos, ficando as matas restritas a manchas reduzidas de formação primária.

Como observa-se na Figura 1, as áreas estudadas estão sublinhadas em preto; a cor verde refere-se à vegetação densa e os tons em verde esmaecidos correspondem a culturas ou áreas em estado de regeneração; áreas com coloração rosa são áreas de solo ou de campo recém-cultivados. Os corpos d' água de grande porte como lagos e rios aparecem em azul. A área identificada Baixo Rio Tietê, compreende a maior porção do reservatório da usina hidroelétrica de Três Irmãos.

4.1.1. Mata da Fazenda Santa Marina

A primeira mata, remanescente de mata latifoliada tropical semidecídua, situa-se à margem direita do lago (50° 46' W a 50° 56' W, 20° 49' S a 20° 54' S), na Fazenda Santa Marina, município de Araçatuba, próxima ao córrego Barreiro (Figura 1). Com extensão de 270 ha não é atravessada por curso d'água, mas tornou-se vizinha do lago reservatório, após sua formação. O proprietário da fazenda adaptou um sistema de tanques em seu interior para servir de bebedouro a animais silvestres e cercou-a completamente para evitar as invasões do gado e interferência humana.

Ela é cortada por uma estrada parcialmente desativada. No seu estrato superior foram encontradas espécies vegetais como o cedro (*Cedrela fissibilis* Vell.), ipê (*Tabebuia impetiginosa*) (Mart.) Standley, guaritá (*Astronium graveolens* Jacq.), tambori (*Enterolobium contortisiliquium*) (Vell.) Morong e angico (*Anadenanthera macrocarpa*) (Benth.) Brenan,

enquanto no estrato inferior existiam bromélias, arranha-gato (*Acacia paniculata* Willd.) e grande variedade de cipós (CESP 1990).

É o tipo de formação vegetal mais desenvolvida na região, possui solos favoráveis a atividades agrícolas, além de muitas espécies de interesse econômico, por isso sofreu várias perturbações. A fauna observada na mata é composta de mamíferos de porte variado: anta (*Tapirus terrestris*), bugio (*Alouatta* sp), cotia (*Dasyprocta agouti*), macaco-prego (*Cebus apella*), veado (*Mazama* sp) e o cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*) (CESP 1990). Dentre as matas estudadas, foi considerada a mata mais "seca", uma vez que não é atravessada por ribeirões ou afluentes.

4.1.2. Mata da Fazenda Rancho Alegre

Também situada à margem direita do reservatório, entre o município de Santo Antônio de Aracanguá e de Lourdes, encontra-se uma área de 900 ha de mata remanescente da floresta mesófila estacional semidecídua (50° 17' W, 20° 10' S a 20° 00' S). A mata ciliar é atravessada em toda sua extensão pelo ribeirão Mato Grosso e córrego Ribeirão e apresenta lagoas marginais pouco profundas, cujas margens foram pesquisadas quanto à existência de criadouros de mosquitos (Figura 1). A fauna terrestre é formada por espécies regionais como a anta (*Tapirus terrestris* L.), a cotia (*Dasyprocta agouti*), o coati (*Nasua nasua*), o queixada (*Tayassu albirostris*), o cateto (*Tayassu taiacu*), o papagaio galego (*Amazona aestiva* Less.), maracanã (*Ara nobilis*) (CESP 1990). A área apresentava trechos alterados devido à exploração de madeira e entrada do gado para pastagem.

4.1.3. Mata da Fazenda São Rafael

Localizada à margem esquerda (50° 57' W a 50° 56' W, 20° 51' S a 20° 54' S) do lago, próxima ao córrego Três Irmãos, em Pereira Barreto, com área de 484 ha (Figura 1), correspondente à floresta latifoliada tropical

Figura 1- Mata da Fazenda S. Rafael, Pereira Barreto, situada à margem esquerda do Rio Tietê e matas da Fazenda S. Marina, Araçatuba e da Fazenda Rancho Alegre, S. Antônio do Aracanguá e Lourdes situadas à margem direita do Rio Tietê, SP. Composição colorida com falsa cor, em que os tons de verde correspondem a vegetação, de rosa a solos cultivados e nus e azul a corpos d' água, LANDSAT TM-3 vermelho, TM-4 verde e TM-5 azul, 06/08/96.

semidecídua, não apresenta estratos bem definidos. As árvores têm geralmente entre 2-8 m de altura.

Foram encontradas clareiras e poças de áreas variáveis durante o período chuvoso, confirmadas como criadouros de mosquitos. Nesta mata há pequeninos córregos que podem ser atravessados a passos largos. No levantamento florístico desta mata foram observadas 43 espécies, sendo as principais: a peroba(*Aspidosperma polyneuron* M.Arg.), guaritá (*Nectandra* sp), canelas (*Ocotea* sp), cedro (*Cedrella fissilis*), canafistula (*Peltophorum dubium* Spreng), pau-terra (*Qualea* sp) além de espécies da família Myrtaceae, como a guariroba (*Campomanesia guaviroba* DC. Kiaersk), maria-mole (*Gomidesia anacardiifolia* Gard. O Berg, Nied), guamirim (*Myrceugenea myrcioides* Cambess., O Berg), jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Mart., O Berg) e outras. Dentre as espécies da fauna, verificou-se a ocorrência do bugio (*Alouatta* sp L.), gambá (*Didelphis* sp L.), capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L.) e as aves mais frequentes foram a asa-branca (*Columba picazuro* L.), jacanã (*Jacana jacana* L.), irerê (*Dendrocygna viduata* L.), papagaio (*Amazona aestiva* Less.) (CESP 1990).

4.2. Obtenção dos dados de campo

4.2.1. Coleta de mosquitos anofelinos

Os mosquitos adultos foram coletados usando-se o método de armadilha adaptada a partir do modelo proposto por Shannon (1939), na América do Sul. A armadilha utilizada neste trabalho é similar em formato e confecção, ao modelo original, exceto pela ausência de isca animal. A armadilha é composta de uma barraca de tecido de algodão resistente, branco, com um compartimento central de 300 cm de comprimento, 200 cm de altura e 150 cm de largura. Este volume central é ladeado por dois compartimentos de mesmo comprimento, mas com 100 cm de altura e 75 cm de largura (Figura 2).

Figura 2- Armadilha de Shannon adaptada, a) parede lateral de 100 cm de altura, b) parede do compartimento central com 200 cm de altura.

Além disso, uma pequena janela fechada por tecido fino em uma das larguras do compartimento central, permite a visão do interior da armadilha, iluminado por luz incandescente de bico de gás liquefeito de petróleo (GLP) provido de camisa de Auer (300 candelas²). A luz e o CO₂ resultantes são fatores atraentes de mosquitos noturnos. A difusão da luz pelo tecido, torna o artefato visível à noite. Dois coletores movimentam-se alternativamente em

² - candela (cd) - sistema internacional de unidades em <http://www.phisics.nist.gov/cuu/units>

torno e no interior da armadilha, coletando os mosquitos pousados na superfície das paredes de tecido, durante período estabelecido de acordo com os objetivos da investigação.

Neste trabalho, os coletores capturaram mosquitos utilizando tubos mortíferos, com algodão embebido em clorofórmio, no entanto, outros modos de coleta podem ser conjugados à armadilha como tubos com sucção ou aspiradores. Os mosquitos mortos eram transferidos para caixas de papelão preparadas com algodão e naftalina para a recepção dos insetos.

Uma barraca foi instalada no interior de cada mata, a 200 m de sua margem, para amostrar a população de mosquitos adultos, possivelmente originária de criadouros do interior da mata. Com finalidade de confirmar a identificação dos adultos e os criadouros no interior das matas, realizou-se um levantamento larvário de sítios considerados como potenciais criadouros.

Considerou-se que o atramento à barraca modificada se dá não somente pela luz e pelo CO₂ produzidos pelo GLP em seu interior, como também aos coletores movimentando-se ao seu redor, que atraem os mosquitos enquanto liberam a "pluma" formada pelo CO₂ exalado, pelo calor e odores corporais. Entretanto, coletam-se apenas os mosquitos pousados nas paredes da barraca.

Foram feitas duas proposições: a amostragem de adultos no ponto de coleta de cada mata era representativa da população de mosquitos oriundos dos criadouros no interior das matas; a população de mosquitos é oportunista, não necessariamente antropofílica, pois tem-se mantido utilizando-se de outros hospedeiros vertebrados, que constituem a fauna bastante rica dessas matas, conforme registrado no levantamento faunístico realizado no estudo de impacto ambiental (CESP 1990).

As coletas de adultos tiveram periodicidade mensal, de julho de 1991 a novembro de 1993. Utilizou-se do intervalo das 18,00 h às 21,00 h para coletar mosquitos de hábitos predominantemente crepuscular e vespertino.

A variação sazonal das espécies anofélicas mais abundantes durante o período de estudo (1991-93) foi obtida com a Média de Williams, adaptada por Forattini *et al.* (1981).

4.2.2. Dados físico-climáticos

O clima na região é, de acordo a classificação de Koeppen, AW, tropical alternadamente seco e úmido (Monteiro 1973). A topografia é plana com cotas altimétricas de 400 a 500 m, ocorrendo sua diminuição em direção à calha dos rios. Juntamente com a região de Marília, apresentam as temperaturas mais elevadas do Estado de São Paulo, com médias anuais de 22 a 23° C, média das máximas de janeiro 31 a 32 ° C e média das mínimas em junho, de 12 a 13° C. O valor médio anual do índice pluviométrico é da ordem de 1100 mm/ano, sendo que a distribuição das chuvas na região caracteriza-se por dois períodos definidos: chuvoso, com precipitação média mensal superior a 140 mm/ mês, no período setembro/ março e outro seco, com precipitação média mensal inferior a 30 mm, de abril a agosto (Monteiro 1973; Troppmair 1975).

Os dados de pluviometria do período de estudo foram obtidos do Centro de Tecnologia e Hidráulica/DAEE, dos postos coletores 12-8B, 39-7B e 43-7B localizados nas proximidades das matas estudadas e compilados, de 30 dias anteriores às expedições (Figura 3).

As temperaturas e umidade dos sítios de coleta foram registradas mensalmente durante os períodos de coleta dos mosquitos e foram apresentados em valores de médias dos três sítios (Figura 4a, b).

Figura 3 - Médias pluviométricas dos postos coletores próximos das matas da Fazenda Rancho Alegre, S. Rafael e S. Marina, julho/91 a novembro/93, SP.

Figura 4- a) Temperatura e b) umidade relativas médias anuais das 3 matas residuais no Planalto Ocidental do Estado de São Paulo, registradas no período das 18,00 às 21,00 h, de julho/91 a novembro/93.

4. 2.3. Georeferenciamento da imagem

Georeferenciar é orientar uma imagem ou linhas e pontos em um sistema de coordenadas, Eastman (1997). Para as imagens (raster), um modo de georeferenciar é indicar o sistema de referência em latitude e longitude ou coordenadas planas e as posições das coordenadas das extremidades superiores e inferiores da imagem. O mesmo método é adotado para as camadas vetoras, embora os limites desses tipos de imagens sejam os de um retângulo que define os limites da área mapeada. Assim o georeferenciamento possibilita a análise em conjunto de imagens e camadas vetoras.

O georeferenciamento é feito com a escolha de *pontos controle*, coordenadas identificadas em mapa cartográfico assim como na imagem de modo a orientar espacialmente a imagem da área de estudo, de acordo com sua posição terrestre.

A imagem de satélite da área de estudo foi adquirida do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) em 6 de agosto de 1996. O sistema sensor utilizado foi o LANDSAT TM, de resolução espacial de 30 X 30 m, resolução radiométrica de 8 bits e resolução espectral de 7 faixas. Foram utilizadas as faixas que diferenciam ou caracterizam de forma mais adequada a vegetação, corpos d'água e uso do solo respectivamente: radiação vermelha (TM3-0.63-0.69 μm), infravermelha próximo (TM4-0.76-0.90 μm) e infravermelha média (TM5 -1.55-1.75 μm).

Uma equação descreve a relação entre o sistema de referência arbitrário da imagem e o novo sistema de referência a ser adotado, calculada através de *pontos controle*. A média quadrática dos desvios (MQD) calcula o erro posicional de todos os pontos controle, ao determinar a variabilidade das medidas dos pontos controle em relação aos valores reais. De acordo com o padrão americano, a MQD deve ser menor do que a metade da resolução da imagem de input, ou seja, menor do que 15 m. A imagem foi amostrada repetidas vezes tendo sido adotado, neste trabalho, o valor de MQD de 1,88. Para amostrar a imagem, ou colocá-la em sua

orientação correta, utilizou-se a regra de célula vizinha mais próxima [*nearest neighbor*], em que a célula antiga mais próxima da imagem é escolhida para estimar o valor da nova célula (Eastman 1997).

4.2.4. Aquisição das posições geográficas das casas e dos sítios de coleta

A localização das casas dos moradores na área de influência da mata³ da Fazenda Rancho Alegre foi obtida por meio do *GPS [Sistema de Posicionamento Global]*, desenvolvido pelo governo americano, cuja operação permite a navegação e aquisição de posição geográfica (coordenadas). Neste trabalho, utilizou-se GPS 75 da Garmin (1993). A média amostral das coordenadas de cada posição foi obtida a partir de 10 registros, a intervalos de 2,5 minutos, tendo em vista minimizar a variação do erro introduzido durante a aquisição. O resultado da média dos registros foi incorporado à camada vetora sobreposta à imagem de base. O mesmo procedimento foi aplicado para registrar a posição do sítio de coleta de mosquitos adultos e de criadouros do interior da mata.

³ -área de influência da mata - conjunto de áreas que receberão impactos diretos ou indiretos resultantes da manifestação de processos ou atividades do sistema mata.

4.3. Risco de contato homem-anofelino para a população rural da área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre.

De acordo com Smith (1996), o *risco* faz parte do cotidiano, sendo impossível viver num ambiente completamente livre de risco. Espera-se que a preocupação com o risco aumente cada vez mais no futuro, a despeito de que a população humana está vivendo mais e de forma mais saudável. O conceito de risco é às vezes usado como sinônimo de *perigo*, mas risco tem a implicação adicional de probabilidade de um particular perigo de fato ocorrer. O perigo é um processo natural ou induzido pelo homem ou ainda um evento com o potencial de criar perda. Nesse contexto, risco é exposição real de algo de valor humano a um perigo, sendo visto geralmente como uma combinação de probabilidade e perda. Portanto, o perigo (causa) é uma potencial ameaça à população humana e a seu bem-estar e o risco (consequência) é "a probabilidade da ocorrência de um perigo específico".

Smith (1996) exemplifica, considerando que o *perigo* de um terremoto pode existir em uma região desabitada, enquanto um *risco* de terremoto é passível de acontecer somente em uma área ocupada pela população humana. Assim, pessoas e os valores envolvidos são a referência para o cálculo de risco.

Sandman (1993) sugere outra alternativa à definição de risco, quando considera a percepção de risco pelas pessoas. Essa definição incorpora o *ultraje* [outrage], relacionado à percepção de risco pela população em geral. Existe uma diferença de percepção de magnitude de risco entre a população e os especialistas. Os especialistas avaliam o *risco* como um produto de magnitude (quão ruim é quando acontece) e probabilidade (quão provável é sua ocorrência acontecer). Os especialistas utilizam o termo *perigo* para referir-se à ameaça potencial, enquanto a população faz referência a *ultraje*. Um "grande *ultraje*" seria um "grande *risco*" para a população. Os especialistas focalizam o perigo e ignoram o *ultraje*, enquanto a população faz o oposto. De modo que, para avaliar risco, há necessidade de uma perspectiva comum, principalmente nas comunicações de risco à população.

Neste trabalho, os objetos de estudo são o risco do contato homem-mosquito transmissor de malária e os fatores que predispõem à sua ocorrência. Para tanto, as características biológicas e comportamentais do homem e do anofelino, que favorecem tal conjunção, deverão ser elencadas. Considerou-se que a exposição ou contato com o mosquito na área de estudo poderá ser *pontual*, quando der-se com um hospedeiro humano que tenha eventualmente penetrado na mata da Fazenda Rancho Alegre para pescar, por exemplo. O contato será *freqüente* se o morador da área penetrar na mata cotidianamente ou ainda se o anofelino, dotado de sinantropia, deslocar-se à procura de hospedeiros humanos.

Procedeu-se a levantamento de fatores comportamentais humanos, através de entrevista padronizada (Anexo 1). A padronização das perguntas permitiu obter respostas que pudessem ser comparadas. Com antecedência, procurou-se localizar as propriedades rurais da área de influência dos criadouros da mata da Fazenda Rancho Alegre, e verificou-se que houve modificações, após a elaboração da carta da Fundação IBGE de 1976. Desde então, houve partição de várias delas.

Antes do início de cada entrevista com os habitantes da área, foram explicadas a finalidade da pesquisa, seu objeto e solicitou-se a colaboração dos moradores informantes. As entrevistas foram realizadas no período de dezembro de 1998 a maio de 1999. Foram entrevistados moradores de 153 domicílios (Anexo 2) da área de influência da mata. As respostas foram registradas no momento de cada entrevista, para fidelidade das informações. Após o término da entrevista, procedeu-se ao registro, no mesmo formulário, das coordenadas geográficas para efetuar a localização das casas, de modo que associaram-se as respostas de cada habitante à posição geográfica de seu domicílio. Esse procedimento foi realizado através de módulo de banco de dados Access do IDRISI, que interage com imagens, no caso, permitindo visualizar espacialmente comportamentos selecionados da população rural.

4.3.1. Risco referente à biologia e ao comportamento do mosquito transmissor.

Capacidade vetorial é o número de novas infecções disseminadas por caso por dia por um mosquito transmissor. A quantificação desse conceito apresenta parâmetros parasitológicos e entomológicos (Reisen 1989). Quatro fatores entomológicos determinam a capacidade de um mosquito transmitir o parasita: sua abundância, o *contato com o homem*, susceptibilidade à infecção e a longevidade. A aproximação do mosquito e do homem e seu contato, estão na dependência da proximidade dos habitats de ambos, assim como do ingresso de um no habitat do outro. Desse modo, torna-se fundamental identificar essa interação na forma espacial.

4.3.1.1. Áreas de ocorrência e caracterização dos criadouros de *An. darlingi*

Os criadouros de *An. darlingi* caracterizam-se por: margens de rios e de lagoas, poças de tamanhos variados no solo, brejos. Na Região Amazônica, foram bastante estudados por Deane *et al.* (1948) verificando-se presentes apenas em terra firme e em coleções grandes fundas. Tais sítios de oviposição podem ocorrer em áreas expostas diretamente à luz solar ou parcialmente sombreadas. Excepcionalmente, encontraram-se larvas de *An. darlingi* em área densamente sombreada em uma floresta alagada por enchente de igarapé, em Guaporé. Todavia, não seria freqüente localizarem-se em criadouros sombreados, mas naqueles bem ensolarados ou parcialmente sombreados. Entretanto, Vargas e Savelli (1949) ao estudarem anofelinos em grandes reservatórios artificiais, relataram que *An. darlingi* era heliófoba, encontrando condições adequadas de criadouros em lagos profundos e sombreados, em áreas montanhosas de vales estreitos e sombreados por matas ciliares. Ocorre, que além de certo nível de luminosidade, os criadouros de *An. darlingi* deveriam apresentar condições físico-químicas estáveis, o que nem sempre seria possível na estação seca,

principalmente naqueles sítios de pequena dimensão, sujeitos à dessecação. Assim, as larvas de criadouros grandes, fundos e sombreados, que apresentam as condições adequadas nesse período, lograriam atingir seu desenvolvimento pleno. Durante o período chuvoso, encontraram-se criadouros em barreiros ensolarados e lagoas pequenas (Deane *et al.* 1948). Desse modo, os autores verificaram na Amazônia variação estacional dos criadouros de *An. darlingi*.

Relata-se a existência, nestes sítios, de gramíneas ou de vegetação flutuante e algas verdes nos sítios, como *Ceratophyllum* sp. Outra característica desses criadouros é a ausência de turbidez da água, sempre clara e não poluída, mesmo que o fundo destes criadouros apresente solo lodoso ou barrento. Apenas uma vez foram encontrados em água turva ou lamacenta na Região Amazônica (Deane *et al.* 1948). Há grande variedade de tamanhos e tipos de criadouros, descritos desde pegadas de animais a valas na margem das estradas, poços, nascentes, margens de reservatórios, açudes e igapós; na Guyana foram encontradas larvas tanto em rios de matas ciliares quanto em áreas alteradas como canais de irrigação, áreas de inundação em campos de arroz, culturas de cana-de-açúcar e pastagens.

Em São Paulo, dentre os levantamentos larvários de *An. darlingi*, destacam-se o de Corrêa e Ramos (1942b), em que foi identificado às margens do Rio Taquari, município de Taquari, entre touceiras de aguapés (*Eichhornia azurea*), distantes 100 a 200 m das habitações. Corrêa e Ramos (1942a) relataram o encontro de larvas da espécie transmissora às margens do Rio Paranapanema entre touceiras de aguapé e no município de Santo Amaro na Vila de Bororé em um braço da Represa da Light (Corrêa e Ramos, 1942). Corrêa e Ramos (1942a) destacaram essas observações e confirmaram aquelas registradas por Corrêa em 1941, que havia coletado *An. darlingi* em Porto Feliz, às margens do Rio Tietê, em outra espécie de aguapés (*Eichhornia crassipes*).

Neste trabalho, a identificação de criadouros realizada em área além da mata atravessada pelo Ribeirão Mato Grosso teve como fator limitante a resolução da imagem (30 x 30 m). Como área de potenciais criadouros,

consideraram-se aguapés presentes nas margens do reservatório, lagoas e outras formações líquidas discriminadas em azul na imagem, (Figura 5).

Norte

Metros

11.680.44

Figura 5- Potenciais criadouros de *An. darlingi* (lagoas e afluentes do Ribeirão Mato Grosso, touceiras de aguapé no reservatório indicadas por flechas), na área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre aparecem em azul, S. Antônio do Aracanguá e Lourdes, SP. Composição colorida com falsa cor, em que os tons de verde correspondem a vegetação, de rosa a solos cultivados e nus e azul aos corpos d'água, LANDSAT TM-3 vermelho, TM-4 verde e TM-5 azul, 06/08/96.

4.3.1.2. Endofilia

Endofilia é característica de comportamento do mosquito que consiste em alimentar-se e repousar no interior de habitações humanas.

Segundo Root (1926), *An. darlingi* é espécie endofílica tendo sido observada em Sant 'anna, Rio de Janeiro, no interior das casas, de modo mais abundante do que *An. albitarsis*. Esse autor verificou que a população local utilizava animais domésticos como barreira biológica ou isca animal, para manter os mosquitos fora dos domicílios. Em São Paulo, registrou-se sua primeira ocorrência, ao ser coletado com isca humana em Rincão (Pinto 1930). *An. darlingi* foi incriminado como transmissor da malária pela primeira vez em São Paulo em Novo Oriente, atual município de Pereira Barreto, São Paulo (Galvão, Lane e Corrêa 1937), e coletado no interior das casas no verão e no outono de 1936 e 1937 respectivamente.

Em experimento no Sudeste do Amazonas, Roberts *et al.* (1987), verificaram os períodos de freqüência do mosquito no habitat intradomiciliar, o comportamento de procura do hospedeiro e os sítios de repouso do anofelino. Os mosquitos foram encontrados no habitat peridomiciliar a cerca de 10 m das casas e ao longo de todo o Rio Ituxi, com exceção de uma área marginal, onde havia criação de gado, em que outras espécies anofélicas foram identificadas. Os padrões de atividade do mosquito foram similares no interior da casa e no exterior, isto é, ocorreram a quatro intervalos definidos de atividade: um intervalo diurno de baixa atividade, um pico de atividade de 3 horas (antes e depois do crepúsculo vespertino), um intervalo de atividade moderada das 22:00 h às 5:30 h e um pico de atividade intensa no crepúsculo matutino. Embora o padrão bimodal de atividade não tenha sido verificado no habitat intradomiciliar, os autores sugeriram que os movimentos de saída e entrada do anofelino na casa, durante os períodos crepusculares fossem uma expressão do que observaram nas proximidades da casa. Verificaram, em estudos seguintes, sob condições de baixa abundância da espécie, padrões de atividade intradomiciliar bastante similares ao padrão extradomiciliar. Quanto à endofilia propriamente, o

experimento de recaptura de fêmeas marcadas no interior das casas, mostrou que realmente estas foram capturadas durante o período de crepúsculo matutino ao tentar deixar o domicílio e que destas fêmeas, muitas estavam engurgitadas enquanto outras se haviam alimentado horas antes da captura e repousavam preferencialmente na superfície do teto. Os autores concluíram que no sítio de estudo ao longo do Rio Ituxi, a população de *An. darlingi* era endofágica (alimentava-se no interior das casas), e apenas *parcialmente* endofílica, pois repousava no intradomicílio durante o ciclo gonotrófico.

Charlwood (1996) considera a possibilidade de haver hospedeiros alternativos, como o gado. Na Amazônia, embora a pecuária seja uma atividade freqüente, em muitas áreas endêmicas o gado pode estar bastante disperso e distante dos domicílios. A endofilia pode também ser influenciada pela disponibilidade de sítios de repouso extradomiciliares, que facilitariam a passagem para os intradomiciliares. Este autor ressalta que existem poucas informações sobre tais sítios e que a mata provavelmente ofereceria microhabitats variados.

O fator endofilia não foi estimado neste trabalho por motivos operacionais, sem embargo de sua importância na determinação do contato homem-transmissor, pois na Índia, Malásia e Sudeste Asiático a malária tem sido evitada ao construírem-se as casas *à distância adequada* dos criadouros, em áreas elevadas e colinas. A população rural escolhia sítios empiricamente antes da ocorrência de casos de malária (Rafatjah 1988). Portanto, em vista das informações citadas, considerou-se *An. darlingi*, na área de estudo, espécie endofílica.

4.3.1.3. Amplitude de vôo

Segundo Service (1993), o tipo de vôo que se aplica aos mosquitos deve ser denominado como de dispersão, para designar vôos ao acaso em que o vento tem papel decisivo no deslocamento. Na língua inglesa, há distinção entre *dispersal*, que se aplica ao conceito discutido, de *dispersion*,

que refere-se ao padrão espacial de distribuição animal. A dispersão no sentido de *dispersal*, utilizada pelo autor, compreende os movimentos dos mosquitos adultos, passivos ou ativos, por distâncias de alguns metros até quilômetros e é nesse sentido que estar-se-á adotando o conceito.

Existem poucos estudos de dispersão de mosquitos realizados com êxito, sendo necessário o desenvolvimento de métodos adequados para determinar os habitats de onde os mosquitos se originaram. Há dificuldades em determinar a sobrevivência dos mosquitos; seu manuseio inerente à operação de marcá-los, pode afetá-los e influenciar os resultados. Esses métodos apresentam ainda a dificuldade de recuperar muito poucos dos exemplares marcados, tornando difícil a interpretação do comportamento da espécie estudada.

A estimativa da amplitude de vôo de *An. darlingi* foi baseada nos trabalhos de Charlwood e Alecrim (1989) e Deane *et al.* (1948). Os primeiros autores relataram a recaptura de anofelinos em Rondônia, 1987. De acordo com os primeiros autores, 1 fêmea de *An. darlingi* não alimentada foi recapturada a 1,3 km e 2 fêmeas alimentadas foram recapturadas a 7,2 km distantes do ponto de soltura, enquanto Deane *et al.* (1948) apenas coletaram exemplares da espécie transmissora a 2 km da área de criadouros. As taxas de recaptura de *An. darlingi* foram mais elevadas do que as de outras espécies anofelinas da região e por isso foi considerada a espécie mais sinantrópica e de maior capacidade de dispersão.

Tendo sido *An. darlingi* mais freqüentemente coletada na mata da Fazenda Rancho Alegre do que nas outras matas, considerou-se sua possível dispersão nessa área. Assim, em toda a área da mata, além dos criadouros reconhecidos no levantamento larvário, foi admitida a existência de potenciais criadouros, a partir dos quais os mosquitos poderiam dispersar-se. Como prováveis raios de vôo a partir da mata foram admitidos: 1,3 km, 2 km e 7,2 km.

4.3.2. Risco devido a comportamentos da população rural

Como comportamentos de risco da população humana, foram definidas características da população humana predisponentes ao contato homem-mosquito, como os períodos de atividade humana, coincidentes com os de atividade dos mosquitos, que propiciam a exposição dos moradores da área, assim como os hábitos condicionados por questões culturais ou econômicas. Os comportamentos de risco foram agrupados em dois conjuntos: de deslocamento e de período de atividade humana.

No conjunto de atividade humana periódica, foram considerados horários de início e término de trabalho dos moradores, horário de repouso; frequência dos moradores à escola noturna; o hábito de fechar janelas antes do período vespertino; uso de formas de controle químico incluindo inseticidas ou repelentes; uso de ventilador e ausência de forro no teto das casas. Foram aí incluídos os hábitos de pescar e caçar.

Consideraram-se no grupo de deslocamento: o tipo de atividade econômica, local de trabalho, formas de deslocamento e distâncias. Considerou-se a atividade econômica condicionante dos deslocamentos da população rural.

Discriminaram-se três categorias de locais de trabalho dos moradores: domicílio, peridomicílio e outras áreas, ou extradomicílio. De acordo com Forattini *et al.* (1978), domicílio é o interior das residências e peridomicílio corresponde "à área circundante e imediatamente adjacente, incluindo as paredes externas das casas". Segundo trabalho de Forattini *et al.* (1990), foi possível estimar que uma área peridomiciliar pode estender-se até uma distância de aproximadamente 70 m da residência. A extensão do peridomicílio, parece ser bastante variável no Estado de São Paulo, segundo a presença dos anexos peridomiciliares: galinheiro, curral e outras instalações, onde o morador mantém animais domésticos ou exerce atividades (de armazenagem e secagem de grãos, garagem, oficina, manutenção de fossa); e o tamanho da propriedade. Entretanto, na área geográfica de pesquisa, verificou-se que a maioria das habitações são

ocupadas por empregados das fazendas locais, não lhes sendo permitido dispor da área peridomiciliar para outras atividades senão aquelas de interesse do proprietário. As áreas, em geral são muito restritas, não ultrapassando 30 m de distância da casa. Segundo aquelas definições e situação na área de estudo, discriminou-se o local de trabalho dos moradores em: *domicílio*, a área de trabalho no interior da residência, não havendo deslocamentos externos para a execução das tarefas cotidianas; *peridomicílio*, corresponde às paredes externas da residência até área com instalações, onde o morador realiza deslocamentos externos até 30 m e *outra área*, de deslocamentos superiores a 30 m de distância da habitação.

Procurou-se verificar a percepção de distância dos entrevistados em relação ao local de trabalho e estimar as velocidades de deslocamento, de modo indireto, uma vez que não foi possível realmente estimá-las. Assim foi perguntado, a cada entrevistado, o tempo de deslocamento da habitação até o lugar de trabalho.

4.4. Análise das áreas de probabilidade de contato homem-mosquito

Para realizá-la, utilizou-se de modelagem. Em SIG, modelar é parte de um processo de descobrir, descrever e prever fenômenos espaciais.

Basicamente, existem duas modalidades de modelagem, aquela obtida por intermédio de *dados* (data-driven) e a obtida por meio do *conhecimento* (knowledge-driven). No primeiro caso, a predição é feita com base em informações obtidas anteriormente em campo e no caso da modelagem por conhecimento, a informação provém de especialistas que tenham conhecimento extenso no objeto de estudo (Araújo 1999). Na modelagem por dados, podem-se usar regressão logística, pesos de evidência; na modelagem por conhecimento utiliza-se da lógica fuzzy, probabilidade bayesiana e a teoria de evidência de Dempster-Shafer (Bonham-Carter 1997).

Neste trabalho, propôs-se utilizar da modelagem por conhecimento. Adotou-se essa forma porque dispôs-se de um conjunto de evidências geradas por informações de entomólogos divulgadas em publicações especializadas e de informações de domicílios existentes na área de estudo, que puderam ser agregadas e transformadas em superfícies de probabilidade de contato homem-mosquito. Para tanto, apresentaram-se as definições a seguir, que permitiram a construção da hipótese de contato homem-mosquito.

4.4.1. Lógica fuzzy

De acordo com a teoria matemática clássica de conjuntos, um elemento pode pertencer ou não a um conjunto, o que pode ser definido também como verdadeiro ou falso, 1 ou 0. Quando um elemento de um conjunto é visto segundo a abordagem da teoria da *lógica fuzzy*, isto é, pertencendo a um *conjunto fuzzy*, os valores ou atributos que o elemento possa ter, são expressos em uma escala contínua. Exemplificando, considere-se a concentração de determinado poluente na água, valores

muito altos definitivamente indicam uma situação emergencial, de calamidade, enquanto valores muito baixos ou próximos de zero indicam que a situação é de normalidade. Entre esses extremos existe uma escala possível de valores, que define situações de alerta e outras intermediárias, cujo monitoramento indicará medidas de controle apropriadas. Para determinadas medidas da concentração de poluente, haverá indefinição ao caracterizar a situação local, com dificuldades para estabelecer quando a situação é crítica, ou seja, a partir de que valor de concentração de poluente serão acionadas providências. Essa é a característica de um conjunto fuzzy. Os elementos não são claramente discernidos em seus atributos. De modo arbitrário, as medidas serão agrupadas em classes para facilitar a tomada de decisão. Essas classes são conjuntos fuzzy. A concentração de poluente poderia ainda ser colocada na forma gráfica, assinalados os intervalos de classe. Portanto, a função associada poderia ser considerada, no gráfico do poluente, como um atributo. As classes podem ser associadas a valores fuzzy. Os valores fuzzy variam de 0 a 1, mas dentro desses limites, a escolha dos valores pode variar amplamente, pois eles devem refletir os graus de associação ao conjunto, de acordo com um julgamento subjetivo (Eastman, 1997).

Neste estudo, o conceito de conjunto fuzzy foi aplicado na caracterização das imagens que compuseram as linhas de evidência como apresentado nos resultados.

4.4.2. Método bayesiano

A abordagem bayesiana considera como conceitos principais a probabilidade *a priori* e probabilidade *a posteriori*. Bonham-Carter (1997), exemplifica com a estimativa de previsão de chuva para determinado dia. Supondo que chova em média 80 dias durante o ano, uma estimativa razoável seria a proporção de 80/365. Esta estimativa inicial ou *a priori* pode ser modificada por outras informações adicionais. Se um fator importante,

que modifique a probabilidade de chover, for o mês do ano, o valor da probabilidade *a priori* de chover poderá ser alterado, ao multiplicá-la por um fator que varia com o período do ano.

Sendo assim,

Se $p \{ \text{chuva} \}$ = probabilidade *a priori*

$p \{ \text{chuva} \} \cdot \text{fator período do ano}$ = probabilidade *a posteriori*.

O fator período do ano varia de acordo com o mês, baseado em dados históricos. Outro fator que pode afetar a probabilidade de chuva é se choveu no dia anterior ao dia para o qual está se tentando fazer a previsão. Se choveu hoje, é provável que chova amanhã. Estas duas evidências para a proposição "vai chover amanhã" podem ser combinadas pela expressão:

$p \{ \text{chuva} \setminus \text{evidência} \} = p \{ \text{chuva} \} \cdot \text{fator período do ano} \cdot \text{fator chuva-hoje}$

onde o fator chuva-hoje é também determinado por dados históricos e a evidência combinada é o produto dos dois fatores.

Desse modo, a teoria de probabilidade bayesiana é uma extensão da teoria de probabilidade clássica que permite combinar nova evidência a uma hipótese com um conhecimento prévio (*a priori*) para estimar a probabilidade de que uma hipótese seja verdadeira (Bonham-Carter, 1997).

De acordo com o teorema de Bayes:

$$p(h|e) = \frac{p(e|h) \cdot p(h)}{\sum_i p(e|h_i) \cdot p(h_i)}$$

Onde:

$p(h|e)$ = probabilidade de a hipótese ser verdadeira dada a evidência (probabilidade posterior)

$p(e|h)$ = probabilidade de se encontrar aquela evidência dado que a hipótese seja verdadeira a despeito da evidência (probabilidade *a priori*)

$p(h)$ = probabilidade de a hipótese ser verdadeira a despeito da evidência (probabilidade *a priori*).

O termo $p(e|h)$ expressa a probabilidade de se encontrar a evidência em questão se a hipótese sendo avaliada for verdadeira. É a probabilidade condicional, e é formulada com base no encontro de áreas nas quais sabe-se que a hipótese é verdadeira e de se obterem dados para avaliar a probabilidade de que a evidência que se tem, é consistente com esta hipótese.

O termo $p(h|e)$ expressa a probabilidade *a posteriori* criada após a combinação da informação *a priori* com a evidência. Acrescentando-se informações adicionais sobre a hipótese, a probabilidade para cada hipótese será modificada para refletir o acréscimo das novas informações.

4.4.3. Teoria de Dempster-Shafer

A teoria de Dempster-Shafer é uma extensão da teoria de probabilidade bayesiana. As premissas básicas dessa teoria são que a ignorância existe no corpo do conhecimento e que o crédito a uma hipótese não é necessariamente o complemento do crédito em sua negação.

A diferença básica entre a teoria de Bayes e a de Dempster-Shafer refere-se ao significado da ausência da evidência. Segundo Bayes, a ausência da evidência que favorece uma hipótese, constitui evidência em suporte da hipótese alternativa. Dempster-Shafer incorpora a ausência de evidência sob a forma do conceito de ignorância.

A teoria organiza hipóteses em uma estrutura hierárquica a partir de um conjunto básico de hipóteses, que podem ser arranjadas em subconjuntos de hipóteses até a hipótese final.

As hipóteses são expressadas segundo seis conceitos: *determinação da probabilidade básica (DPB)*, *ignorância*, *crédito*, *descrédito*, *plausibilidade* e *intervalo de crédito*.

A determinação de probabilidade básica representa o suporte (massa de suporte) que uma evidência fornece a uma determinada hipótese (A) e somente àquela hipótese. A massa de suporte é simbolizada por " m " ou

$m(A)$ = determinação de probabilidade básica para A

Uma determinação de probabilidade básica pode ser obtida por julgamento subjetivo ou dados empíricos. A DPB é uma medida fuzzy. A soma de todas as DPBs será igual a 1. Portanto, a DPB da hipótese final será igual ao complemento da soma das DPBs de todos os subconjuntos de hipóteses do arranjo hierárquico. Essa medida (complemento) corresponde à *ignorância*. A ignorância é a inability de diferenciar entre os elementos de todo o conjunto de hipóteses.

O conceito de *crédito* (*BEL*) corresponde ao suporte total a uma hipótese (*A*) ou o grau de evidência em favor de uma hipótese e é formado de todas as DPBs para todos os subconjuntos da hipótese *A*.

$$BEL(A) = \sum_{m=1}^n m(Y) \text{ quando } Y \subseteq A$$

A *plausibilidade* (*PI*) representa até que grau uma hipótese não pode ser desacreditada ou indica o grau em que as condições parecem estar corretas para determinada hipótese. Ao contrário da teoria de probabilidade bayesiana, o *descrédito* não é o complemento do *crédito*, mas refere-se ao grau de suporte a todas as hipóteses ($\bar{A}$) que não interagem com determinada hipótese (Eastman, 1997).

$$PI(A) = 1 - BEL(\bar{A}) \text{ onde } \bar{A} = \text{não } A$$

$$\text{Portanto } PI(A) = \sum_{m=1}^n m(Y) \text{ quando } Y \cap A \neq \phi$$

A relação entre crédito, plausibilidade e intervalo de crédito pode ser representada do seguinte modo:

Ao agregar diferentes linhas de evidência, Dempster-Shafer segue a seguinte fórmula:

$$m(Z) = \frac{\sum m_1(A) * m_2(Y) \text{ quando } A \cap Y = Z}{1 - \sum m_1(A) * m_2(Y) \text{ quando } A \cap Y = \phi}$$

Se $\sum m_1(A) * m_2(Y) = 0$ para $A \cap Y = \phi$, então

$$m(Z) = \sum m_1(A) * m_2(Y) \text{ para } A \cap Y = Z$$

Para a hipótese de contato, o crédito é o limite inferior de aceitação da hipótese e a plausibilidade é o limite superior, enquanto o *intervalo de crédito* é o grau de incerteza em estabelecer a hipótese de contato. Isso significa que áreas com alto intervalo de crédito são aquelas com mais necessidade de informação, que poderão ser supridas acrescentando-se novas linhas de evidência.

Neste trabalho, utilizaram-se os conceitos supradescritos, que podem ser expressados por valores de probabilidade por meio do módulo *belief* de modelagem do IDRISI, para criar linhas de evidência à hipótese de contato ou sua alternativa de não contato.

As linhas de evidência foram criadas a partir de informações de campo como criadouros identificados no interior da mata, frequência de domicílios na área de estudo, rede fluvial do Ribeirão Mato Grosso e informações de especialistas sobre o comportamento da principal espécie transmissora de malária, *An. darlingi*.

Procurou-se obter imagens com superfícies de probabilidade de contato entre homem e mosquito. As determinações de probabilidade básica (DPBs) foram a base das linhas de evidência. Ao final da análise, foram obtidas imagens de crédito, plausibilidade e intervalo de crédito. Os valores de probabilidade variam de 0 a 1. Para as hipóteses em que a evidência não dá suporte, o módulo admite que a probabilidade é zero.

Apresenta-se a seguir o fluxograma do processo de modelagem que permitiu a obtenção dos resultados e conclusões (Figura 6).

Figura 6- Fluxograma do processo de modelagem

A) Comportamento da população humana

B) Comportamento do mosquito anofelino - modelagem em ambiente de SIG (módulo belief do Idrisi)

Base de conhecimento

4.5. Escolha do SIG

Para todas as operações em ambiente de SIG (sistema de informação geográfico), utilizou-se o programa IDRISI FOR WINDOWS versão 2.0 (Eastman 1997). Este programa possui módulos de processamento de imagens e de informações geográficas e foi desenvolvido pela Escola Graduada de Geografia da Universidade de Clark, Worcester, Massachusetts. IDRISI é utilizado por grupos de pesquisa e de planejamento para alocação de recursos desde o final da década de 80. Há uma equipe de estudo que oferece suporte técnico e científico aos usuários, em tempo integral nos laboratórios da Universidade de Clark. Este programa foi apresentado pela Dra. Marisa Dantas Bittencourt no Laboratório de Ecologia da Paisagem e Conservação (LePaC/IB-USP), onde realizaram-se as análises e interpretação indicadas no fluxograma (Figura 6).

5. Resultados

5.1. Coletas de anofelinos- abundância e frequência

Como mostra a Tabela 1, verificou-se nas três matas, que os números de mosquitos anofelinos coletados distribuíram-se, em ordem decrescente, nas fazendas: Rancho Alegre, São Rafael e Santa Marina.

Tabela 1- Espécies de anofelinos coletados com armadilha de Shannon nas 3 matas residuais no Planalto Oeste do Estado de São Paulo, de julho de 91 a novembro de 1993.

Espécies	Rancho Alegre		Santa Marina		São Rafael		Total	
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
<i>Anopheles (Anopheles) mediopunctatus</i> (Theobald) 1903					2	0.3	2	0.1
<i>An. (Lophopodomys) gilesi</i> (Perisseu) 1908	1	0.1					1	0.1
<i>An. (Nyssorhynchus) albitarsis</i> Lynch Arribalzaga 1878	35	4.8			25	4.3	60	4.2
<i>An. darlingi</i> Root 1926	176	23.9			6	1.0	182	12.9
<i>An. evansae</i> (Brethes) 1926	91	12.4	3	3.3	3	0.5	97	6.9
<i>An. galvaoi</i> Causey, Deane & Deane 1943	178	24.6	3	3.3	13	2.2	194	14.0
<i>An. lutzi</i> Cruz 1901	1	0.7			3	0.5	4	0.6
<i>An. oswaldi</i> Perisseu 1922	10	1.4			3	0.5	13	0.9
<i>An. parvus</i> (Chagas) 1907	4	0.1	1	1.1	11	1.9	16	1.1
<i>An. stroderi</i> Root 1926	21	2.9					21	1.5
<i>An. triannulatus</i> (Neiva & Pinto) 1922	214	29.3	81	92.3	506	88.3	801	57.7
<i>Chagasia fajardi</i> (Lutz) 1904					1	0.3	1	0.1
Total	731	4	100.0	88	3	100.0	573	10
abreviaturas para Culicidae segundo Reinert (1975, 1982)								

Dentre as espécies coletadas, *An. triannulatus* foi a mais amostrada nas 3 matas residuais, seguida por *An. galvaoi* e *An. darlingi*. Notou-se também que as coletas de *An. darlingi* e *An. albitarsis* na Fazenda Rancho Alegre foram as mais expressivas, as da Fazenda S. Rafael pouco frequentes e as da Fazenda S. Marina não produtivas. Ressalta-se a ocorrência, em 1990, de casos de malária em área periférica desta última. Entretanto, esta área foi inundada durante a formação do lago da barragem de Três Irmãos, de modo que as condições para a transmissão do parasita foram modificadas nesta localidade.

Considerando as três áreas de pesquisa, as espécies anofélicas mais abundantes foram *An. triannulatus*, na proporção de 57.7% do total de exemplares coletados, em seguida *An. galvaoi* (14%), *An. darlingi* (12.9%), *An. evansae* (6.9%) e *An. albitarsis* (4.2%).

Na mata da Fazenda Rancho Alegre, *An. triannulatus* (29,3%), *An. galvaoi* (24,6%), *An. darlingi* (23,9%) e *An. evansae* (12,4%) foram as mais abundantes.

An. triannulatus foi dominante (92,3%) na mata de S. Marina e na mata de S. Rafael (88,3%).

Foram descritas as freqüências das espécies mais abundantes durante o período de coleta (junho/1991 a novembro/1993), *An. albitarsis* ocorreu apenas nas matas das fazendas Rancho Alegre e S. Rafael, (Figura 7a). Como assinalado anteriormente, *An. albitarsis* foi mais freqüente na mata da Fazenda Rancho Alegre, cuja curva de tendência apresentou picos no início e meio da estação seca (abril, maio, junho e agosto) e início da primavera (setembro a novembro). Na mata da Fazenda S. Rafael, essa tendência apareceu apenas na primavera expressa em valores muito baixos.

An. darlingi foi amostrada nas matas da Fazenda S. Rafael e Fazenda Rancho Alegre. Na Figura 7b é nitidamente bimodal a curva de tendência, com picos durante o outono e inverno, mais acentuado, neste último, na mata da Fazenda Rancho Alegre, enquanto na mata da Fazenda S. Rafael, observou-se pequena atividade anofelina na primavera. Considerando-se a importância do encontro de *An. darlingi* como transmissor primário de malária, justificou-se a escolha, para estudo, da área sob influência da mata da Fazenda Rancho Alegre, para estudar risco de contato entre homem e mosquito.

An. evansae foi amostrada nas 3 matas (Figura 7c), embora tenha ocorrido com maior freqüência na mata da Fazenda Rancho Alegre. Nesta mata, a curva bimodal apresentou pico no período outonal (maio) e no final do período seco e primavera (agosto-outubro). Nas matas das fazendas S. Rafael e S. Marina, esta espécie anofelina foi pouco abundante, por isso os picos foram pouco elevados. Não obstante, observou-se pequena atividade durante o inverno e primavera nestas matas.

An. galvaoi foi coletada nas 3 matas (Figura 7d) sendo mais abundante na mata da Fazenda Rancho Alegre, em que verificou-se curva bimodal no período seco (junho a agosto) e na primavera (setembro-outubro). Nas outras 2 matas estudadas, os resultados demonstraram baixa freqüência, durante a primavera.

Quanto a *An. triannulatus*, o sítio de maior frequência foi a Fazenda S. Rafael (Figura 7e). Entretanto, como ocorreu com as outras espécies, o período seco foi o de maior incremento da curva de frequência. Quando comparados os valores de frequência de *An. triannulatus* nas três matas, observou-se que são baixos nos períodos seco e de primavera, em S. Rafael e S. Marina.

5.2.. Comportamentos de risco da população humana

Nas 153 casas da área de influência da mata, residem 227 homens (41,7%), 194 mulheres (35,7%) e 123 crianças (22,6%). Apresentam-se abaixo os resultados de entrevistas com os moradores da área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre que permitem agrupar os fatores pré-disponentes ao contato: de deslocamento e de atividade humana periódica.

Tabela 2- Fatores relacionados a deslocamento da população na área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre, S. Antônio do Aracanguá, SP.

variável	categoria	n°	%
atividade econômica	agricultura	20	13.7
	pecuária	32	21.0
	pecuária e agricultura	10	6.5
	serviços	88	57.5
	aposentados	2	1.3
local de trabalho	domicílio	5	3.3
	peridomicílio	8	5.2
	outra área	140	91.5
formas de deslocamento	a pé	47	31
	veículo	56	37
	animal	42	27
	animal e veículo	8	5
distâncias de deslocamento (m)	100	19	12.4
	500	17	11.1
	1000	13	8.5
	2500	26	17
	5000	27	18
	7500	18	11.8
	12500	19	12
	25000	8	5.2
	37500	1	0.6
	50000	5	3.3

Na Tabela 2, notou-se que a principal atividade da população (57,5%) é serviços (atividades secundárias de manutenção e apoio às especificamente agrícolas ou pecuárias), enquanto 41,2% executa atividades efetivamente agropecuárias e 1,3% são aposentados .

Em relação às distâncias de deslocamento, observou-se que a maioria dos entrevistados (70 %) trabalha em áreas distantes da habitação, ainda que na área da propriedade, resultando em deslocamentos até 50 km (Tabela 2). Os trabalhadores podem deslocar-se a pé a distâncias até 3 km e movimentar-se a cavalo a distâncias de 0,5 a 8 km.

Alguns moradores (21,1%) realizam deslocamentos superiores a 12,5 km: trabalham na área urbana de outro município não estando sujeitos a contato com mosquitos, durante a locomoção e no local de trabalho, entretanto estariam expostos durante o período de repouso.

Grandes distâncias de deslocamento implicam a utilização, pelos moradores, de meios adequados de locomoção, sem comprometimento do horário de trabalho. Desse modo, partir para e retornar do trabalho em determinada faixa horária e utilizar-se de determinado modo de locomoção, pode aumentar a chance de contato com mosquitos, se coincidirem com o período de atividade dos mesmos. Considerou-se que a chance de sofrer picadas de mosquitos diminuiria segundo o modo de deslocamento respectivamente para: 31% dos habitantes da área de estudo, que deslocam-se a pé, seguidos por 27% dos trabalhadores que efetuam deslocamentos utilizando-se de animais e finalmente os moradores (5%) que alternassem o uso de veículo de tração animal ou a motor para chegarem ao trabalho. Justificou-se dessa forma uma vez que imprime-se menor velocidade durante o deslocamento a pé comparado aquele por tração animal. Apenas 37% dos trabalhadores parecem realizar deslocamentos rápidos, ao utilizarem veículos oferecidos pelos empregadores, possivelmente evitariam contato com mosquitos (Tabela 2). Portanto, consideraram-se os habitantes que deslocam-se a pé, como o grupo potencialmente mais exposto a contato com os mosquitos.

5.2.1. Exposição devida a atividades periódicas

Os horários de início e término de vigília humana, assim como o horário de repouso representam períodos de exposição prolongada, tendo em vista que coincidem com os períodos de atividade dos mosquitos de

hábito noturno, entre o início do crepúsculo vespertino e o final do crepúsculo matutino.

Registraram-se os horários e frequências de exposição da população assentada na área de influência da mata, observando-se que pouco mais da metade da população (57%) inicia suas atividades (Figura 8) nos horários de maior luminosidade ou seja a partir das 7,00 h da manhã. Dessa parcela da população, 51% começam suas atividades às 7,00 h e apenas 6 % trabalham a partir das 8,00 h. Menos da metade da população começa a trabalhar antes das 7,00 h, isto é, 21% iniciam seus afazeres às 6,00 h e 22 % iniciam numa faixa horária de 2,00 às 5,00 h. Por conseguinte, 43 % da população expõe-se ao contato com mosquitos de hábito noturno, incluídas as espécies anofélicas, durante o deslocamento e no exercício de suas atividades.

A maioria dos habitantes (62%) termina seus afazeres às 17,00 h e 4% encerram seu trabalho antes desse horário (Figura 9). Apenas 34 % da população finalizam seu trabalho após as 18,00 h, estando sob risco de contato com o anofelino no percurso de retorno para os domicílios e durante o exercício do trabalho.

O grupo de trabalhadores, que iniciava suas atividades antes das 6,00 h e terminava a partir das 18,00 h foi considerado como de maior risco de contato dentre todos os horários de atividade periódica, tendo em vista que seu período de exposição é potencialmente maior.

O horário de repouso da maioria dos entrevistados (47%), foi a partir das 22,00 h (Figura 10), enquanto que 27% dos que dormem a partir das 23,00 h, são pais que aguardam o retorno de filhos, da escola noturna. Apenas 14% dos entrevistados informaram dormir antes das 21,00 h e pouco mais de 5% afirmaram dormir após as 24,00 h.

É comum encontrar maior número de deslocamentos no horário das 6,00 h e 18,00 h , pois são horários habituais de início e encerramento do trabalho rural da população. Nos horários respectivamente anteriores e posteriores aos citados, os deslocamentos diminuem progressivamente.

Figura 8) Horário de início (h) de atividade humana em porcentagem na área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre, S. Antônio do Aracanguá e Lourdes, S. Paulo, 1999.

Figura 9) Horários de término (h) de atividade humana em porcentagem na área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre, S. Antônio do Aracanguá e Lourdes, S. Paulo, 1999.

Figura 10) Horários de repouso (h) da população humana em porcentagem na área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre, S. Antônio do Aracanguá e Lourdes, S. Paulo, 1999.

Os meios de deslocamento são apresentados em porcentagens dos totais de acordo com as faixas horárias de exposição antes e após os crepúsculos (Figura 11a e b). Verificou-se que 33,7% do grupo exposto antes do crepúsculo matutino, deslocam-se para o trabalho a pé, 29,9% a cavalo, 29,9% transportam-se por meio de veículos motorizados e 6,5% utilizam cavalo ou transporte motorizado (Figura 11a). No grupo de exposição a partir do crepúsculo vespertino, 29,1% locomovem-se a pé, 33,3% movimentam-se por cavalo, 33,0% utilizam-se de veículos e 4,4% alternam como meio de transporte, veículo e animal (Figura 11b). Os que se deslocam a pé percorrem distâncias de até 6 km e os que cavalgam percorrem até 50 km.

Tão logo terminam seus afazeres, as famílias reúnem-se em suas casas para jantar e para atividades de lazer, principalmente assistir televisão, uma vez que a área rural, via de regra, possui rede elétrica. Esse hábito, bastante difundido no país, de reunirem-se os membros da família para assistir televisão, enquanto é mantida outra fonte de luz no cômodo, durante algumas horas da noite, pode constituir fator de atração de mosquitos.

5.2.2. Exposição devida a hábitos culturais

Na Tabela 3, registraram-se hábitos da população, indicadores de exposição aos mosquitos de hábito noturno. Observou-se que a maioria dos habitantes (79,7%) não realiza nenhuma atividade noturna extradomiciliar. Assim, apenas 20,3 % da população estão sob risco de contato com o mosquito transmissor por freqüentar a escola noturna.

O hábito de fechar a janela no início do entardecer, praticado pela maioria das mulheres (92,8%), que permanecem nas casas, ao executarem os afazeres na área intra ou peridomiciliar aparentemente reduziria as chances de ocorrerem picadas de mosquitos. Fechar as janelas antes do anoitecer parece ser um comportamento tradicional, praticado para evitar a entrada de animais nocivos, inclusive mosquitos, do que furto.

Figura 11- Faixas horárias de exposição de acordo com o meio de locomoção da população da área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre: a) anterior e crepúsculo matutino, b) posterior e crepúsculo vespertino.

ou alguma forma de vedação, observando-se aberturas laterais, que permitiam o acesso de mosquitos e pelas quais a luz das residências era visível à noite. Assim, consideraram-se os domicílios em que observou-se a ausência de forro, como aqueles em que seus habitantes estariam com grande risco de contato, tendo em vista não haverem barreiras físicas para coibir a entrada de mosquitos.

Quanto a percepção do fato de ser picado por pernilongos, 68 % dos entrevistados informaram ser picados, apesar desse incômodo ser notado principalmente ou apenas durante o verão. Apesar disso, a maioria dos entrevistados não usa nenhum tipo de controle químico, nem mesmo sob a forma de repelentes, porque declarou ser alérgica a tais produtos.

Tabela 3- Hábitos culturais dos moradores da área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre, S. Antônio do Aracanguá, SP.

hábitos	Sim (%)	Não (%)
Frequentar a escola noturna	31 (20.3)	122 (79.7)
Fechar janela à noite	142 (92.8)	11 (7.2)
Relatar incômodo por mosquitos*	104 (68.0)	49 (32.0)
Controle químico	47 (30.0)	106 (70.0)
ventilador	112 (73.0)	41 (27.0)
Forro no teto da casa	30 (20.0)	123 (80.0)
pescar	49 (32.0)	104 (68.0)
caçar	2 (1.3)	151 (98.7)

* não é hábito, é resposta que procura relacionar ao uso de controle químico.

Apenas 30 % dos entrevistados fazem uso de inseticidas, repelentes elétricos ou outros produtos. Por isso considerou-se negligenciável o incômodo das picadas recebidas pelas pessoas da área de influência da mata, uma vez que aparentemente suportam os períodos em que os mosquitos são abundantes sem recorrer a qualquer tipo de controle.

Pescar, enquanto atividade de lazer, embora praticada por quase 1/3 da população (32 %) só o é durante o dia, pois seus adeptos informaram ter medo de cobras e outros animais noturnos. A prática de caça não pareceu ter adeptos, pois 98,7 % dos entrevistados informou não exercê-la, aparentemente por receio de fiscalização ou de ser atacado por animais noturnos. Portanto, estas atividades são realizadas por pequena parcela da

população durante o período diurno, não constituindo comportamentos de risco para os habitantes da área de influência da mata.

Finalmente, a seleção de domicílios com ausência de forro foi feita conjuntamente com aquela referente aos períodos de atividades de maior risco e o modo de deslocamento a pé. Assim, selecionaram-se 10 domicílios dentre os 153, em que os moradores apresentavam esses três comportamentos de maior risco. Dessa forma, pôde obter-se uma camada de informação identificando as posições geográficas dos domicílios de moradores com maior chance de contato com o anofelino transmissor (Figura 12).

Figura 12- Domicílios (+)selecionados por comportamentos de maior risco de contato com mosquito transmissor na área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre, Lourdes, SP. Composição colorida com falsa cor, em que os tons de verde correspondem à vegetação, de rosa a solos cultivados e nus e de azul aos corpos d'água, LANDSAT TM-3 vermelho, TM-4 verde e TM-5 azul, 06/08/96.

5.3. Linhas de evidência e probabilidades básicas

De acordo com a teoria de Dempster-Shafer, procuraram-se obter as imagens de probabilidade para a hipótese de contato homem-vetor. O objetivo visado foi definir superfícies de probabilidade de contato no sítio de estudo da mata Fazenda Rancho Alegre, na forma de imagens. Sendo assim, foram construídas linhas de evidência tendo à base informações obtidas no campo e de trabalhos de especialistas. As linhas de evidência à hipótese e de sua alternativa foram agrupadas numa base de conhecimento construída no módulo "belief" do IDRISI e analisadas. Ao final da análise, foram obtidas imagens com valores de probabilidade conhecidos.

As determinações de probabilidade básica (DPB) foram calculadas como imagens com valores de probabilidade variando de 0 a 1.

Foram criadas três linhas de evidência:

- Sítios de oviposição, encontrados no interior da mata e toda área da mata foi considerada como área potencial de sítios de oviposição, evidência em favor da hipótese de contato
- Frequência de sítios de contato (domicílios), nas áreas delimitadas pelo raios de vôo de *An. darlingi*, obtidos de dados da literatura, favoráveis à hipótese de contato.
- Distribuição dos domicílios em relação às margens da rede fluvial na área de estudo, favorável à hipótese de não contato.

5.3.1. Sítios de oviposição na mata

Esta linha foi desenvolvida a partir da verificação em campo de sítios de oviposição de *An. darlingi*, na margem esquerda do Ribeirão Mato Grosso (Figura 13). Verificou-se a presença de depressões extensas nas duas margens, que durante os períodos de chuva, ficam repletas tornando-se criadouros potenciais de mosquitos (Figura 14). Muitos desses criadouros são mantidos permanentemente como resultado da atividade de animais silvestres (antas e cotias), freqüentadores das margens do ribeirão. Observou-se que são criadouros associados a remansos nas margens do ribeirão (Figura 15) e a depressões nas áreas marginais.

Figura 13- Criadouros naturais (●) ao lado da margem esquerda do Ribeirão Mato Grosso, S. Antônio do Aracanguá e Lourdes, SP. Composição colorida com falsa cor, em que os tons de verde correspondem a tipos vegetais, rosa a solos cultivados e nus e azul aos corpos d'água, LANDSAT TM-3 vermelho, TM-4 verde e TM-5 azul, 06/08/96.

Figura 14- Coleta em criadouros permanentes da mata da Fazenda Rancho Alegre, S. Antônio do Aracanguá, SP

Figura 15- Remanso da margem esquerda do Ribeirão Mato Grosso, S. Antônio do Aracanguá, SP.

Considerou-se toda extensão da área da mata, que acompanha o ribeirão até sofrer solução de continuidade, como área de potenciais criadouros. Desse modo, a dispersão dos mosquitos poderia ocorrer a partir dessas áreas para aquelas externas à mata. Para analisar esta hipótese, a área da mata foi delimitada e a dispersão dos adultos de *An. darlingi* estimada até a distância de 7200 m, como assinalado na literatura. Esta área de dispersão do vetor foi transformada em um conjunto *fuzzy*, ao qual se atribuiu uma função linear com o valor mais alto na área da mata diminuindo de modo regular em direção à marca de 7200 m, onde seu valor é igual a zero. Procedendo dessa forma, considerou-se que os adultos podem ser coletados em maior número quanto mais próximo se estiver da área dos criadouros selváticos e que a proximidade da mata indica a plausibilidade de áreas de contato humano com o vetor. Foi obtida uma imagem de probabilidade básica referente a essa área de dispersão associada à hipótese de contato (Figura 16). Enfatiza-se que a construção da imagem baseou-se nos registros de literatura de coletas de *An. darlingi* na Região Amazônica.

5.3.2. Frequência de sítios de contato (domicílios) nas áreas delimitadas por raios de voo de *An. darlingi*

De acordo com os registros da literatura, *An. darlingi* foi coletado a 1300 m, 2000 m e 7200 m de criadouros ou ponto de soltura. Com base nesses registros, definiram-se 3 classes de raios, delimitando 4 sub-áreas: a) até 1300 m, b) de 1300 a 2000 m, c) de 2000 a 7200 m e d) acima de 7200 m. Para construir essa linha de evidência, favorável à hipótese de contato, as probabilidades básicas de contato homem-vetor nas sub-áreas foram estimadas, com base no número de domicílios presentes (sítios possíveis de contato) em cada sub-área. O tamanho das sub-áreas foi calculado em número de células ou pixels.

Tabela 4- Probabilidades básicas determinadas a partir de posições dos domicílios por subáreas delimitadas por raios de voo de *An. darlingi*

raios (m)	Prob. Básica (n° casas/ área)
> 7200	P1- 0
0-1300	P2- 14\136322 (1.0×10^{-4})
1300-2000	P3- 6\44003 (1.3×10^{-4})
2000-7200	P4- 140\411436 (3.2×10^{-4})

A seguir, os valores de probabilidade básica foram associados a cada sub-área, por meio de uma função decrescente com três pontos-controle (valores dos raios) e suas respectivas probabilidades básicas associadas. A função foi estimada como decrescente, segundo a assunção de que a probabilidade de contato diminuiria de acordo com o aumento da distância dos domicílios em relação a mata, pois a chance de encontro de *An. darlingi* seria menor, segundo registros da literatura para insetos em geral. Observou-se baixa densidade média das casas ($p= 9.6 \times 10^{-5}$) na área total (área além de 7200 m ou com número de pixels igual a 1.583.659). Incorporou-se o valor de probabilidade de cada sub-área, associando-se a cada uma delas, uma função linear decrescente de probabilidade,

Figura 16- Imagem de probabilidade básica de dispersão de *An. darlingi* na área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre, S. Antônio do Aracanguá e Lourdes, SP.

Figura 17- Imagem de probabilidade básica de sub-áreas delimitadas por raios de vôo de *An. darlingi*; distribuição das casas na área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre, S. Antônio do Aracanguá e Lourdes, SP.

considerando-se domicílios mais afastados da mata, sítios em áreas de menor probabilidade de contato. Assim foi obtida a imagem do conjunto fuzzy formada pelos quatro conjuntos sub-áreas e suas respectivas probabilidades (Figura 17).

5.3.3. Distribuição de sítios de contato (domicílios) a partir do Ribeirão Mato Grosso e seus afluentes

Para desenvolver essa linha de evidência favorável à hipótese não-contato, inicialmente foi feito um histograma da distribuição dos domicílios na área de estudo. Verificou-se que a maioria deles (86,5%) está distribuída no perímetro de 500 m da rede fluvial, e à medida que se aumenta o afastamento das áreas marginais do ribeirão e afluentes, as casas vão escasseando sendo que seu número cai de modo expressivo até 1500 m, sendo aí muito raras. Para adequar essa distribuição de modo a obter uma imagem de probabilidade básica, foi ela transformada em medida *fuzzy* com função linear crescente, com dois pontos-controle de 500 m e 1500 m respectivamente. Foi a função admitida como crescente devido à redução do número de casas a medida que aumenta a distância entre estas e as margens fluviais ou ao aumento da probabilidade de não haver contato porque que as casas rareiam. A probabilidade de encontrar domicílios, p [domicílio], pôde ser estimada segundo o número de domicílios presentes em 2000 m, sendo a densidade de 0,07. Portanto, resulta que a probabilidade de não encontro é 0,93 ou p [não-domicílio] = 0,9. Este valor de 0,9 foi multiplicado ao valor de probabilidade da imagem para reescaloná-la nestes termos. Com esse procedimento, foi determinada a probabilidade de não encontro de domicílios e obtida a imagem de probabilidade, que possibilita obter a linha de evidência de não-contato (Figura 18).

Figura 18 - Imagem de probabilidade básica de sítios de contato (domicílios) em relação a rede fluvial (margem esquerda do reservatório, Ribeirão Mato Grosso e seus afluentes), S. Antônio do Aracanguá e Lourdes, SP.

5.3.4 Avaliação das áreas de probabilidade

A seguir, procurou-se avaliar a base de conhecimento formada pelas imagens de probabilidade básica, que originaram-se das informações referentes ao mosquito transmissor de malária e comportamentos de risco da população humana da área de estudo, e que resultou nas imagens de crédito, plausibilidade e intervalo de crédito.

Como verificado na imagem favorável a hipótese de contato, de acordo com o módulo *belief*, a imagem de crédito (Figura 19a) agrega as probabilidades da área dos potenciais criadouros da mata e das sub-áreas dos possíveis sítios de contato. Representa, de acordo com a definição de crédito, os valores de probabilidade possíveis para a hipótese de contato.

Os valores maiores estão na área da mata e diminuem à medida que se aumenta o afastamento a partir de seu limite. As probabilidades referentes a áreas delimitadas pelos raios foram agrupadas. Ao observarem-se os domicílios selecionados de maior risco comportamental da população

rural da área (Figura 20), verifica-se que a casa 111, sítio de contato mais próximo da mata, está situado em uma área onde existe 60-70% de probabilidade de evidência suportando a hipótese de contato com o mosquito transmissor. A seguir, verificaram-se os domicílios 107, 51 e 67 em uma área com 50-60% de probabilidade de evidência em suporte a contato, enquanto os domicílios 126 e 100 estão em área de 40-50% de probabilidade e as casas 56, 79, 80 e 149 posicionadas em área com menores probabilidades (30-40%) de suporte a contato.

Na imagem de plausibilidade (Figura 19b), observaram-se os valores possíveis de probabilidade mais altos de não negação da hipótese de contato na proximidade das margens fluviais, diminuindo à medida em que as habitações vão ficando escassas, ou seja, diminuem progressivamente até o espaço não ocupado pelo homem. Possivelmente a área de menor grau de não negação a contato, estaria situada afastada da rede de drenagem. Portanto, para evitar o contato com o anofelino a população deveria ocupar sítios distantes dos criadouros. Neste caso, todos os domicílios selecionados estão situados na área de maior probabilidade de não negação da hipótese de contato (90-100%), (Figura 21).

A imagem de intervalo de crédito para hipótese de contato (Figura 19c) correspondeu à diferença entre as probabilidades da imagens de crédito e de plausibilidade. Depreende-se que valores baixos ou iguais a zero, corresponderam a áreas onde existem informações a fortalecer a hipótese de contato, como é o caso da área da mata, pois nela, os valores são iguais nas imagens de crédito e de plausibilidade. Por outro lado, há necessidade de voltar a campo para confirmar a potencialidade das áreas das margens fluviais, que apresentam os maiores valores de probabilidade de incerteza, ou seja, de áreas onde faltam mais informações e deve-se confirmar a existência de criadouros marginais. Ao verificarem-se os domicílios de habitantes de maior risco comportamental (Figura 22), nota-se que o domicílio 111 está situado em área com apenas 20-30% de probabilidade de falta de informação, em prol da hipótese de contato.

Finalmente, os valores de 50-60% de probabilidade de incerteza pertencem à superfície em que estão situados os domicílios 56, 80 e 149.

19.a)

19.b)

19.c)

Figura 19- a) Imagem de crédito; b) Imagem de plausibilidade; c) imagem de intervalo de crédito; todas com áreas de probabilidade favoráveis à hipótese de contato homem-vetor, S. Antônio do Aracanguá e Lourdes, SP.

Figura 20- Situação dos domicílios com riscos comportamentais na superfície de probabilidades da imagem de crédito a contato homem-*An. darlingi*, Lourdes, SP

Figura 21- Situação dos domicílios com riscos comportamentais na superfície de probabilidades da imagem de plausibilidade favorável a contato homem- *An. darlingi*, Lourdes, SP.

Figura 22- Situação dos domicílios com riscos comportamentais na superfície de probabilidades da imagem de intervalo de crédito favorável a contato homem- *An. darlingi*, Lourdes, SP.

6. Discussão

6.1. Abundância, freqüência das espécies anofélicas e sua importância médica

Variações de abundância e freqüência das espécies anofélicas nas três matas foram explicadas pela presença de criadouros e áreas úmidas em seus interiores. Identificou-se a mata da Fazenda S. Marina como mata "seca", não ciliar, na qual não foram observados criadouros semi-permanentes ou permanentes, apenas pequenas poças transitórias. Ao identificarem-se outros grupos de culicídeos, foi registrada a dominância de representantes da tribo Aedini, bastante freqüentes nessa mata. É bem verdade que a mata da Fazenda S. Marina está situada nas proximidades de um braço do reservatório formado pelo Rio Tietê, o que permitiria que mosquitos de criadouros marginais do Rio Tietê viessem alimentar-se em seu interior.

Quanto à mata da Fazenda S. Rafael, aí observaram-se criadouros semi-permanentes, desde pequenos riachos totalmente sombreados correndo em seu interior até área semi-aberta ao lado, percorrida por córrego de maior proporção que inunda a área subjacente à mata durante o período chuvoso. Estes tipos de criadouros justificam a freqüência e a abundância de espécies anofélicas.

A mata da Fazenda Rancho Alegre é atravessada pelo Ribeirão Mato Grosso, que apresenta remansos e existem lagoas marginais, criadouros permanentes plenos durante os períodos chuvosos de temperatura amena, adequados para as espécies anofélicas como registrado em levantamento larvário.

De acordo com os registros obtidos, a espécie mais abundante foi *An. triannulatus*, cujas larvas foram as mais freqüentemente coletadas em criadouros permanentes como lagos, canais, córregos rasos e margens de rios. *An. triannulatus* parece ser restrita às áreas mais preservadas, como observado na área de estudo. Em áreas abertas, ainda que presente, essa

espécie anofélica não é a mais abundante (Lourenço-de-Oliveira *et al.* 1989; Tubaki *et al.* 1999). No levantamento larvário realizado em criadouros permanentes da mata da Fazenda Rancho Alegre, coletou-se *An. triannulatus*. Sugere-se que o incremento em abundância no período seco de *An. triannulatus* assim como de outras espécies anofélicas, seja efeito de variação estacional nos criadouros, nos quais ocorreria situação similar àquela verificada por Deane *et al.* (1948) para os criadouros de *An. darlingi* na Região Amazônica. Os criadouros expostos à dessecação no período seco seriam inadequados, permanecendo aqueles de remansos de margens das matas ciliares e que conferem um microclima adequado para o desenvolvimento larvário. Apenas ocasionalmente esse anofelino é amostrado em criadouros temporários, sendo freqüente em lagoas ou grandes coleções hídricas, expostas ao sol e com vegetação. Deane *et al.* (1948) descrevem lagoas permanentes, rasas e com aguapés, durante o período seco, embora possam ocorrer em pântanos insolados. No levantamento realizado por estes autores, foram coletados também em depressões naturais do solo, valas e barreiros com vegetação.

Segundo os autores citados, *An. triannulatus* é exofílica e zoofílica; raramente é encontrada no interior de residências, mas pode picar o homem prontamente. De acordo com Lourenço-de-Oliveira e Luz (1996), *An. triannulatus* foi coletada em áreas de ocorrência de malária simiana na Amazônia, no entanto, não é considerada transmissora relevante de malária. Oliveira-Ferreira *et al.* (1990) realizaram testes imunológicos de ELISA e IRMA e encontraram 8,2% de *An. triannulatus* infectados naturalmente em áreas endêmicas de malária em Rondônia. No entanto, Rubio-Palis *et al.* (1992) obtiveram resultados negativos com ELISA para esta espécie em experimento conduzido em área de transmissão na Venezuela. De modo, que as investigações estão inconclusas na determinação da capacidade transmissora de *An. triannulatus*. Da mesma forma, *An. triannulatus* pode ter papel potencial na transmissão de arboviroses, uma vez que foram feitos isolamentos de arbovírus das encefalites de São Luís e Ilhéus nesta espécie na área de estudo (Suzuki *et al.* 1996).

Embora *An. oswaldoi* tenha sido uma das espécies menos abundantes nas matas da Fazenda Rancho Alegre e da Fazenda S. Rafael, considerou-se importante ressaltar aspectos de sua biologia e importância médica. Durante as coletas larvárias, não foram amostradas larvas dessa espécie na área de estudo, embora possam ser encontradas em poças ou lagoas e remansos no interior ou na margem de matas ou mesmo em áreas contíguas àquelas de mata (Deane *et al.* 1948). Os adultos são restritos à mata e parecem ser exofílicos e zoofílicos, mas picam o homem prontamente dentro da mata.

Lourenço-de-Oliveira e Luz (1996) sugerem o possível envolvimento de *An. oswaldoi* na transmissão de malária simiana na Região Amazônica, devido à sua abundância no interior da mata e leve tendência à acrodendrofilia. *An. oswaldoi* foi infectado experimentalmente com *Plasmodium vivax* e *P. falciparum* em São Paulo, Brasil por Fonseca e Fonseca (1942), mas sua potencial importância médica reside em terem sido encontrados esporozoítos e oocístos em um exemplar em áreas abertas próximas de domicílios, no Acre (Branquinho *et al.*, 1996). No entanto, os autores consideraram que esse exemplar poderia ser uma espécie próxima, *An. konderi*, de ocorrência em áreas abertas. Marrelli *et al.* (1999) conseguiram separar as duas espécies identificando as genitálias de machos de progênes de *An. oswaldoi sensu strictu* e *An. konderi* coletados no Acre e Rondônia. Na mesma investigação, esses exemplares foram infectados com *P. vivax* e dissecados verificando-se que a porcentagem de *An. oswaldoi* (13,8%) com oocístos no mesentério foi mais alta do que a de *An. konderi* (3,3%). Ao dissecarem-se os mosquitos para confirmar infecção nas glândulas salivares, encontraram-se apenas 2% de *An. oswaldoi* com esporozoítos e nenhum exemplar de *An. konderi* infectado nas glândulas salivares.

De acordo com a separação específica nos ambientes, os exemplares identificados na área da Fazenda Rancho Alegre, seriam *An. oswaldoi* s.s. Como os trabalhos supracitados sugerem *An. oswaldoi* ser mais susceptível

à infecção por *P. vivax* do que *An. konderi*, seria razoável supor que embora não tenha papel primário na transmissão sua presença não é negligenciável.

De forma diversa de quando coletado em ambientes abertos ou modificados (Forattini *et al.* 1993; Tubaki *et al.* 1999), *An. albitarsis* s.l. não foi abundante nas coletas realizadas nas matas de estudo, esses resultados estão de acordo com os dos autores supracitados, pois tratar-se-ia de espécie eusinantrópica e adaptada a ambiente humano artificial.

Rosa-Freitas *et al.* (1998) consideraram *An. albitarsis* um complexo formado por quatro espécies: *An. marajoara*, *An. albitarsis sensu strictu*, *An. deaneorum* e uma quarta a ser descrita. Com exceção de *An. deaneorum*, todas as outras formas são morfologicamente indistintas, de modo que a potencialidade vetora de cada forma é desconhecida. A possível incriminação de cada forma tem sido baseada em sua distribuição geográfica.

De modo geral, há questionamentos sobre a importância médica das espécies supracitadas do subgênero *Nyssorhynchus*. Segundo Rosa-Freitas *et al.* (1998), apenas *An. darlingi* é antropofílica, endofílica, encontrada naturalmente infectada e sua distribuição estaria ligada a transmissão do parasita malárico na Região Amazônica.

Na área de estudo, *An. darlingi* não foi coletada com isca humana, mas armadilha de Shannon, cuja utilização para amostrar mosquitos de hábito noturno, foi justificada. Os resultados obtidos não são passíveis de comparação mesmo com aqueles obtidos por Forattini (1987), que realizou coletas para avaliar o comportamento exófilo de *An. darlingi*. Este autor utilizou isca humana em mata secundária modificada para área de lazer da população local no município de Araraquara, interior do Estado de São Paulo. Em Araraquara, o período de maior atividade do anofelino correspondeu aquele entre meses de dezembro a abril, com pico em março, enquanto sua atividade diminuiu bastante durante o período seco. Na mata da Fazenda Rancho Alegre, o aumento de atividade iniciou-se no período seco com pico no mês de agosto (Figura 6b). Esse curva de atividade, feitas as ressalvas quanto ao método empregado, sugere resultados sazonais

similares aos observados na Região Amazônica (Klein e Lima 1990), embora nesta região, tenha sido utilizada isca humana e tenha havido influência do Rio Guaporé. Os autores teceram considerações sobre diferenças nos picos de atividade de *An. darlingi* atribuindo-as a variações climáticas regionais e ao efeito combinado da disponibilidade de criadouros e de vegetação aquática.

Endofilia e a ocorrência predominante de *An. darlingi* nos ambientes abertos ou modificados não foram estimados neste estudo, uma vez que não foram realizadas coletas nos domicílios e nos peridomicílios da área de influência da mata, como verificado em investigação na Região Amazônica (Lourenço-de-Oliveira *et al.* 1989). Ainda referindo-se à mesma área geográfica, Lourenço-de-Oliveira (1995) enfatizou a importância da transmissão extradomiciliar, sendo que as mudanças ambientais aparentemente sucederam-se juntamente à alteração no comportamento de *An. darlingi*. Esse anofelino passou a ser mais freqüente no ambiente peridomiciliar, sem embargo da transmissão no interior das casas, pois a freqüência de fêmeas infectadas nesse habitat é proporcional a extradomiciliar.

Dessa forma, assumiu-se no modelo de linhas de evidência, que o comportamento endofílico poderia ocorrer na área de estudo, quando considerados os domicílios como potenciais sítios de contato. Em que pese a dificuldade temporal em conduzir experimento para verificar a ocorrência desse fator, é de importância fundamental para caracterizar, de forma abrangente o contato homem-anofelino na área de estudo.

6.2. Áreas de risco de contato

Ao examinarem-se as imagens de crédito, plausibilidade e intervalo de crédito, notou-se a posição do domicílio 111 na área de menor incerteza, de acordo com a base de conhecimento apresentada, enquanto aumentam os valores de incerteza progressivamente nas áreas em que estão localizados os 9 domicílios restantes. Logo, há necessidade de efetuarem-se

expedições a campo para buscar mais informações sobre o comportamento de *An. darlingi* e da população humana, de modo a aprimorar a base de conhecimento e diminuir os graus de incerteza naquelas áreas. Assim, investigações para estimar a dispersão e endofilia de *An. darlingi*, identificação e dinâmica estacional de seus criadouros serão fundamentais para aperfeiçoar a base de conhecimento e avaliar com maior exatidão a ocorrência de áreas de risco de contato homem-*An. darlingi*.

Ao obterem-se baixos valores de incerteza (20-30%) pode-se considerar que as informações naquela superfície apresentam confiabilidade de 70-80% e sugerem risco de contato nessa área, enquanto regiões com crescente grau de incerteza dão pouca indicação de risco de contato naquelas superfícies. Portanto, sugere-se que o domicílio 111 e outros localizados na superfície com valores de 20-30% de incerteza estarão situados em área de risco de contato com *An. darlingi*. Os domicílios restantes estão localizados em áreas em que há necessidade de mais informação para a decisão de risco de contato.

Ao examinarem-se domicílios, considerando-se somente a influência dos criadouros da mata na dispersão do anofelino, verifica-se que alguns domicílios situados à direita do Ribeirão Mato Grosso estariam fora da área de risco. Entretanto, ao incluir-se a rede fluvial como origem de criadouros potenciais, estes domicílios estariam na proximidade dos mesmos.

Supõe-se que a população não estaria sob risco de contato com o *An. darlingi*, se estivesse instalada em posição além da rede fluvial do Ribeirão Mato Grosso ou seja, além de 2000 m das margens dos afluentes do ribeirão. A área total da rede fluvial abrange aquela circunscrita por 7200 m, de modo que todas as casas seriam incluídas. Ocorre que os habitantes instalaram-se naquele espaço devido à necessidade de acesso à água para realizar suas atividades básicas e de produção, sendo inevitável essa proximidade.

Sharma e Srisvastava (1997) realizaram estudo de receptividade de malária na localidade de Nadiad, Índia utilizando-se de SIG. Naquela região o anofelino incriminado na transmissão é *An. culicifacies*. A região de

topografia apresenta clima semi-árido. Os criadouros variam em tamanho e extensão, desde campos de arroz a pegadas de animais, mas são muito afetados pelas chuvas, de modo que apresentam variação sazonal e conseqüentemente existe transmissão sazonal. Assim, com objetivo de prever as mudanças na transmissão, pretendeu-se criar camadas de informação de fatores meteorológicos. Prepararam-se mapas temáticos de solo, água, qualidade da água, hidrogeomorfologia e de distribuição da incidência da malária. Obteve-se um mapa final de condições comuns determinantes da ocorrência da endemia e propícias à formação de criadouros do anofelino transmissor. Esse mapa foi estratificado em 3 áreas: baixa, média e alta quanto à potencialidade de criadouros. Obteve-se mapa das taxas de incidência anual de malária das vilas de Nadiad, comparando-se seus contornos aos da imagem final. Analogamente ao modelo proposto na Fazenda Rancho Alegre em que avalia-se as informações sobre o vetor e valida-se a hipótese de contato, o estudo daqueles autores sobrepõe camadas de informação e verifica se estão correlacionadas. Beck *et al.* (1994) identificaram vilas com alto risco de transmissão de malária no México, discriminando os elementos da paisagem maiores produtores de criadouros de *An. albimanus*: áreas pastagens sem manejo e brejos transitórios. Utilizaram-se valores de maior abundância de *An. albimanus* coletado nas vilas como indicadores de risco de contato. Através de análise de regressão obtiveram-se equações para prever a abundância do mosquito transmissor. No estudo da Fazenda Rancho Alegre utilizaram-se os valores de abundância e os criadouros de *An. darlingi* na área da mata como indicadores de risco de contato. Atribuíram-se valores de dispersão de *An. darlingi* dos criadouros, considerando-os em relação a possíveis sítios de contato. Beck *et al.* (1994) procuraram prever a abundância de *An. albimanus* e associá-la a risco de transmissão, enquanto na Fazenda Rancho Alegre, objetivou-se prever áreas de risco de contato tentando relacionar à validade das informações espaciais sobre *An. darlingi* e a população humana.

Levando em conta os três elos da cadeia de transmissão, o hospedeiro invertebrado, o parasita malárico e o hospedeiro vertebrado, deve-se lembrar que o primeiro componente faz contato ativamente, ao procurar o hospedeiro vertebrado, no período noturno. No que tange ao hospedeiro vertebrado humano, Gillet (1985) enfatizou que em estudos passados do comportamento parasita e de mosquitos, um fator tem sido negligenciado: o comportamento humano. Segundo o autor, o comportamento humano favorece os mosquitos em dois aspectos: acessibilidade dos mosquitos dos criadouros ao homem e oportunidade para a refeição sanguínea. Além disso, fêmeas grávidas dispersam-se ativamente para encontrar sítios adequados para oviposição e para a busca de fontes de alimentação (Gillies 1988).

Os domicílios podem ser construídos a distância adequada dos criadouros, quando essa medida é viável. Em comunidades rurais da Índia, Malásia e outros países do Sudeste Asiático, as casas foram instaladas em colinas e morros longe de potenciais criadouros. Entretanto, a distância adequada para manter a população protegida dos criadouros depende da espécie de mosquito, de seu raio de vôo, sua capacidade vetora e da extensão dos criadouros.

De acordo com Rafatjah (1988), observações em campo demonstraram que muitos anofelinos não podem voar mais do que 4-5 km, mas podem ser carregados por brisas e ventos suaves para áreas mais distantes. O autor descreveu a distribuição de mosquitos mais concentrada nas proximidades dos criadouros. Se as vilas forem planejadas de modo que a direção predominante de vento seja das vilas para criadouros, à distância adequada dos mesmos, poucos mosquitos poderão alcançá-las.

Se há impossibilidade de estabelecer assentamentos humanos afastados das margens das superfícies líquidas como ocorre na área de estudo, as superfícies poderiam ser "conservadas" de modo a evitar a proliferação de plantas flutuantes tais como os aguapés, ou de vegetação litoral como a *Typha* sp, que aparentemente provêem abrigo e criadouro para as espécies anofélicas. Hess e Hall (1942) sugerem que a porcentagem

de cobertura vegetal em contato com a água é mais importante do que a quantidade total de cobertura. Aparentemente conseguiram estabelecer correlação entre a linha de intersecção e densidade larvária. Os valores altos de correlação resultariam de proteção física às larvas; do estabelecimento de um microhabitat para produção de algas e outros organismos para a alimentação larvária e de uma situação favorável à oviposição pela divisão da superfície líquida em "células de tranqüilidade".

Um método considerado eficaz para proteção da população humana seria a construção de currais e estábulos em posições adequadas na área, isolando as casas dos criadouros. Foi notada intensa atividade pastoril no sítio de estudo, mas a maior parte do rebanho está dispersa nas pastagens. Apenas parte dos bovinos, alguns eqüinos e o gado leiteiro são mantidos em currais e retiros localizados no peridomicílio.

Aparentemente, abrigar esses mamíferos no peridomicílio poderia causar efeito contrário ao de proteção da população humana. Segundo Sota e Mogi (1989), o sucesso nas refeições sanguíneas é um fator desconsiderado em estudos de malária. Os autores apresentaram um modelo em que a malária endêmica poderia diminuir em uma área se a população anofélica atingisse o nível máximo de abundância ou se enorme quantidade de animais domésticos fosse aí introduzida. Os mosquitos poderiam preferir os rebanhos se os criadouros estivessem mais próximos daqueles do que do homem. Se a população humana fosse inicialmente menos picada após a entrada dos animais domésticos, a densidade dos mosquitos seria mantida alta, de modo a existir o risco de que o homem voltasse a ser atacado. Ademais, a atividade de pastagem poderia modificar as condições locais produzindo outros sítios de oviposição.

De acordo com Gillies (1972), a escolha do hospedeiro é o fator mais importante a influenciar o papel de transmissor de mosquitos. O autor reconhece a existência de três componentes no processo de contato hospedeiro-transmissor: tendência inata do mosquito transmissor em relação a hospedeiro específico, hábitos e ecologia do hospedeiro e padrão de vôo e ecologia do mosquito.

Em relação ao primeiro componente, pouco é conhecido sobre como o mosquito discrimina entre hospedeiros. Pode haver grande amplitude de hospedeiros ou podem ser selecionados de maneira hierárquica pelo mosquito. Fatores específicos (odor) e inespecíficos (CO₂) do hospedeiro comporiam o "host-stream" ou uma nuvem liberada pelo hospedeiro, a qual daria informações sobre este e desencadearia a resposta do mosquito.

O segundo e o terceiro componentes estão associados. A dispersão da espécie transmissora seria influenciada pelas preferências quanto a hospedeiros e pela localização dos criadouros. É importante ressaltar duas das situações epidemiológicas reconhecidas pelo autor em relação ao movimentos do hospedeiro e do mosquito: de ambientes de savana ou culturas, em que os criadouros e as áreas onde os mosquitos podem alimentar-se estão bem separados; o contato com o homem resultaria da dispersão a partir dos criadouros; de matas, nas quais os mosquitos estão restritos às regiões cobertas por vegetação e os criadouros estão em seu interior e o contato resultaria da entrada do homem e outros hospedeiros.

No local de estudo esses dois tipos de ambientes estariam presentes, de modo que haveria espécies de mosquitos dispersando-se na área de pastagem a partir do área litoral da rede fluvial e de outras superfícies líquidas. Outras espécies estariam restritas ao ambiente de mata dispersando-se de criadouros internos. A ocorrência de espécies capazes de movimentar-se de um tipo de ambiente para o outro é sugerida, o que poderia ser o caso de *An. darlingi*, em oposição a outras de baixa dispersão, restritas à mata como *An. triannulatus* e *An. oswaldoi*. Segundo relato de Causey e Kumm (1948), algumas espécies silvestres poderiam dispersar-se até 4,7 km do ponto de liberação. No mesmo experimento, anofelinos foram coletados em pequeno número, sendo os dados insuficientes para considerações sobre sua possível dispersão.

Ao considerarem-se as formas de deslocamento dos moradores da área de influência da mata de Rancho Alegre, assinalou-se que dos moradores que iniciam seu trabalho, 43% deles estavam no horário de exposição. Desse percentual, registraram-se diferentes meios de locomoção

e hipoteticamente associaram-se a eles níveis de exposição. Assim, os que locomoveram a pé foram considerados os mais expostos, tendo-se em conta sua maior chance de contato com mosquitos, devido a sua menor velocidade de deslocamento durante o percurso. O mesmo raciocínio estendeu-se aos trabalhadores que expuseram-se durante o retorno da lida (34%) usando essa forma de locomoção. Deve-se ressaltar que duas alternativas de locomoção (a pé e à tração animal) são as mais exploradas nos dois horários que envolvem os períodos crepusculares (6,00 h e 18,00 h), de grande atividade dos mosquitos.

No caso dos trabalhadores que se deslocam utilizando animais, a dimensão da "pluma" estaria relacionada com o conjunto de hospedeiros envolvidos, cavalo e cavaleiro, tendo maior volume do que aquela liberada apenas pelo homem. A possível tendência de preferência inata por determinado hospedeiro deve ser considerada, mas a dimensão da "pluma" poderia ser mais facilmente detectada pelo vetor, se estivesse em seu âmbito de detecção. Do mesmo modo, considerar-se-ia um conjunto de hospedeiros humanos locomovendo-se a pé (Gillies 1972).

Uma abordagem necessária é a descrição das direções dos deslocamentos dos moradores, pois seria possível avaliar categorias de exposição de acordo com as posições dos potenciais criadouros. Todavia, estas são considerações a serem averiguadas em investigações futuras.

Considerando-se os fatores de comportamento humano, é de se ponderar a importância de utilizar barreiras físicas e químicas para conter os mosquitos. No entanto, por motivos culturais e climáticos, verifica-se que medidas como o fechamento das entradas laterais do telhado, a telagem de janelas e portas não são implementadas.

Observou-se que, a atividade principal das famílias após o jantar consiste em agruparem-se na sala para assistir a televisão. Assim a "pluma" originada pela agregação de várias fontes de CO₂, conjugada às luzes da sala e do televisor seria detectada a distância adequada pelo mosquito transmissor, após seu voo errático. Gahlinger *et al.* (1986) estimaram a influência do ar condicionado e do uso da televisão em relação a *Culex*

tarsalis e o risco de encefalite eqüina ocidental e encefalite de São Luís, pela comparação do uso desses equipamentos com a distribuição de casos na Califórnia. Televisores e aparelhos de ar condicionado passaram a ser adquiridos pela maior parte da população, o que propiciou a permanência das pessoas no interior das casas por períodos maiores do que anteriormente, evitando a exposição a mosquitos transmissores. Na área de estudo, assistir a televisão durante o período noturno, poderia ter o efeito de apenas agregar os hospedeiros humanos; a ação de ventiladores seria momentânea, limitada aos cômodos em que estivesse em uso, retardando o contato inicial. Enfatiza-se a necessidade de avaliar oportunamente o efeito desses padrões comportamentais durante a realização de coletas domiciliares.

A utilização do instrumental de SIGs está iniciando-se, de modo que ainda não é explorada toda a potencialidade de aplicações em Saúde Pública. No entanto, são notórias a grande quantidade de informações e a análise de mudanças em uma área geográfica durante determinado período, que podem ser obtidas. Uma das principais vantagens dos SIGs é o estudo de variações espaciais e temporais em uma grande extensão de área, que não seria possível de outra forma. É importante ressaltar que os SIGs constituem uma forma de contribuição para o conhecimento obtido em investigações em campo, permitindo que este seja melhor utilizado.

Se for possível associar a um SIG, informações entomológicas, sócio-econômicas e epidemiológicas, poder-se-á contribuir para o conhecimento da dinâmica ou ausência de transmissão em uma região.

7. Conclusões

- As matas de S. Marina, S. Rafael e Rancho Alegre, nas quais foram realizados os levantamentos anofélicos, apresentaram diferenças em relação à conservação, a extensões de áreas úmidas e conseqüentemente de tipos de criadouros. Estas desigualdades sugerem diferenças em diversidade e abundância em espécies anofelinas.
- *An. darlingi* foi 3ª e 5ª espécie mais freqüente nas matas remanescentes primárias da Fazenda Rancho Alegre e São Rafael respectivamente. Os resultados sugerem caráter sinantrópico do anofelino. Sua curva de freqüência foi bimodal com picos durante o outono e inverno, comparável ao padrão sazonal de atividade do transmissor na Região Norte.
- *An. albitarsis* s.l. foi pouco freqüente nas matas estudadas, sendo este registro coerente com aqueles que demonstram sua adaptação e dominância em áreas alteradas no Estado de São Paulo.
- *An. triannulatus* foi dominante nas três matas; o estudo de sua ecologia deve ser aprofundado pois embora considerada espécie secundária na transmissão de malária na área endêmica pode ser potencial transmissora de arbovírus.
- Foram considerados em situação de maior risco comportamental os habitantes de domicílios sem forro nos tetos e cujos moradores deslocavam-se a pé em horários antes das 8 horas e após as 17 horas. Segundo esses critérios selecionaram-se 10 domicílios.
- Distribuíram-se os domicílios selecionados de maior risco comportamental em superfícies de graus de incerteza segundo a informação disponível na base de conhecimento sobre o comportamento e biologia de *An. darlingi*. O domicílio 111 localizou-se em região de

maior confiabilidade quanto às informações sobre o anofelino, sugerindo-se sua situação em área de risco de contato.

- Os demais domicílios posicionaram-se em regiões de maior grau de incerteza, necessitando-se implementar a base de conhecimento com informações sobre a dispersão, endofilia e a dinâmica estacional dos criadouros de *An. darlingi* nessas áreas.

8. Referências

- Araújo, CC. **Aplicação de geoprocessamento na análise de favorabilidade para mineralizações de chumbo, zinco e cobre nas folhas Cerro Azul e Apiaí, Vale do Ribeira, (SP e PR).** São Paulo, 1999. [Dissertação - Mestrado- Instituto de Geociências].
- Beck LR, Rodriguez MH, Dister SW, Rodriguez AD, Rejmankova E, Ulloa A et al. Remote sensing as a landscape epidemiological tool to identify villages at high risk for malaria transmission. **Am J Trop Med Hyg**, 1994,51(3): 271-80.
- Bitencourt MD, Mucci LF, Gomes AC, Natal D, Barata JMS, Paula MB. **Imagens de satélite e risco de transmissão de malária na UHE de Porto Primavera-SP.** [on line] São Paulo.1999. Disponível no URL: <http://www.cpa.unicamp.br/revista/cigv1n3a3.html>
- Bonham-Carter GF. **Geographic information systems for geoscientists: modelling with GIS.** 4th edition. New York: Elsevier Science, 1998.
- Branquinho MS, Araújo MS, Natal D, Marrelli MT, Rocha RM, Taveira FAL et al. *Anopheles oswaldoi* a potential malaria vector in Acre, Brazil. **Trans R Soc Trop Med Hyg**, 1996, 90: 233.
- Branquinho MS, Marrelli MT, Curado I, Natal D, Barata JMS, Tubaki RM et al. 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**, 1997, 2(3): 189-93.
- Brêtas G e Bessa R. Um sistema geográfico de informações para o controle da malária na Amazônia. **Inf Epidemiol SUS**, 1996, 5(3):73-81.
- Butler D. Time to put malaria control on the global agenda. **Nature**, 1997, 386: 535-6.
- Causey OR and Kumm HW. Dispersion of forest mosquitoes in Brazil. Preliminary studies. **Am J Trop Med**, 1948, 28:469-80.

[CESP] Companhia Energética de São Paulo. UHE Três Irmãos. Relatório de Impacto Ambiental. São Paulo. 1990.

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

Charlwood JD. Biological variation in *Anopheles darlingi* Root. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, 1996, 91(4):391-98.

Corrêa RR. Observações sobre *A. (N.) darlingi* Root 1926, no Estado de São Paulo. **Rev Biol Hyg**, 1941, 2(1):40-54.

Corrêa RR e Ramos AS. Os anofelinos da Região Meridional do E. S. Paulo. **Arq Hig Saúde Pública**, 1942, 7(15):37-57.

Corrêa RR e Ramos AS. Relatório das investigações entomológicas realizados na represa da Light e ao longo da E.F. Sorocabana, ramal Mayrink-Santos. **Arq Hig Saúde Pública**, 1942a, 7(15):313-33.

Corrêa RR e Ramos AS. Do encontro do *A.(N.) darlingi* Root 1926, e do *A. oswaldoi* var. *metcalfi* Galvão & Lane, 1937, naturalmente infectados com os parasitas maláricos, na região sul do Estado de São Paulo. **Arq Hig Saúde Pública**, 1942b, 7(15):379-387.

Corrêa RR, Ramos AS, Rachou RG. Anofelismo e malária em algumas represas do Estado de São Paulo. **Rev Bras Malariol Doenças Trop**, 1966, 18: 445-66.

[DATASUS] Banco de dados do Sistema Único de Saúde- Ministério da Saúde.[on line] tabnet win 3.21b:D2 **Taxa de incidência de doenças transmissíveis**, [tabela de dados] 1997. Disponível em:

URL:<http://datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?idb98/d02.def>. [2000 out].

Deane LM, Causey OR, Deane MP. Notas sobre a distribuição e a biologia dos anofelinos das regiões nordestina e amazônica do Brasil. **Rev Serv Esp Saúde Pública**, 1948, 1:827-965.

Eastman JR. **IDRISI for Windows**. User's guide, version 2.0. Clark Labs for Cartografic Tecnology and Geographic Analysis, Worcester: Clark University. 1997.

Fonseca, JAB e Fonseca F. Transmissão da malária humana por anofelinos da série tarsimaculatus. **Mem Inst Butantan**, 1942, 16:93-124.

Forattini OP. Comportamento exófilo de *Anopheles darlingi* Root, em região meridional do Brasil. **Rev Saúde Pública**, 1987, 21(4):291-304.

Forattini OP, Gomes AC, Galati EAB, Rabello EX, Iversson LB. Estudos ecológicos sobre mosquitos Culicidae no sistema da Serra do Mar, Brasil 2- Observações no ambiente domiciliar. **Rev Saúde Pública**, 1978, 12:476-96.

Forattini OP, Gomes AC, Santos JLF, Galati EAB, Rabello, EX, Natal D. Observações sobre atividade de mosquito culicidae em mata residual no vale do Ribeira, S. Paulo, Brasil. **Rev Saúde Pública**, 1981, 15:557-86.

Forattini OP, Gomes AC, Santos JLF, Kakitani I, Marucci D. Frequência ao ambiente humano e dispersão de mosquitos Culicidae em área adjacente à mata Atlântica primitiva da planície. **Rev Saúde Pública**, 1990, 24(2):101-7.

Forattini OP, Kakitani I, Massad E, Marucci, D. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 3- survey of adult stages at the rice irrigation system and the emergence of *Anopheles albitarsis* in South-Eastern, Brazil. **Rev. Saúde Pública**, 1993, 27(5):313-25.

Fundação IBGE (Instituto Brasileiro Geográfico) [on line]. Brasília, 1996.

Censo Agropecuário. Disponível no URL:

<http://www.sidra.ibge.gov.br/cgi/prtbal>. [2000 Out].

Fundação SEADE (Sistema Estadual de Análise de Dados) [on line]. São Paulo. 1998. **Informações dos municípios paulistas**. Disponível no URL: <http://www.seade.gov.br/cgi-bin/lingcv98>. [2000 Out].

Galvão AA, Lane J, Corrêa RR. Notas sobre os *Nyssorhynchus* de S. Paulo. V. Sobre os *Nyssorhynchus* do Novo Oriente. **Rev Biol Hig**, 1937, 7:37-45.

Garmin. **GPS75 Personal Navigator [owner's manual] software version 2.20**. Lenexa: Taiwan, 1993.

Gillett JD. The behavior of *Homo sapiens*, the forgotten factor in the transmission of tropical disease. **Trans R Soc Trop Med Hyg**, 1985, 79:12-20.

Gillies MT. Some aspects of mosquito behavior in relation to transmission of parasites. **Zool J Linnean Soc**, 1972, suppl. 51:69-81.

Gillies MT. Anopheline mosquitos: vector behaviour and bionomics. In: Wesndorfer WH, Mc Gregor I, editors. **Malaria principles and practice of malariology**. New York: Churchill Livingstone Wesndorfer, 1988, p. 423.

Gahlinger PM, Reeves WC, Milby MM. Air conditioning and television as protective factors in arboviral encephalitis risk. **Am J Trop Med Hyg**, 1986, 601-610.

Hayes RO, Maxwell EL, Mitchell CJ, Woodzick TL. Detection, identification, and classification of mosquito larval habitats using remote sensing scanners in earth-orbiting satellites. **Bull World Health Organ**, 1985, 63:361-374.

Hess AD and Hall TF. The intersection line as a factor in anopheline ecology. **Nat Malariol S J**, 1942, 94-8.

Klein TA and Lima JBP. Seasonal distribution and biting patterns of *Anopheles* mosquitoes in Costa Marques, Rondônia, Brazil. **J Am Mosq Assoc**, 1990, 6(4):700-7.

Lillesand TM and Kiefer RW. **Remote sensing and image interpretation**. John Wiley & Sons, 1987.

Lourenço-de-Oliveira R. Qual a importância da hematofagia extradomiciliar do *Anopheles darlingi* na Amazônia? **Rev Patol Trop** 1995, 23(supl):100-1.

Lourenço-de-Oliveira R, Guimarães AE, Arlé M, Silva TF, Castro MG, Motta MA et al. Anopheline species, some of their habits and relation to malaria in endemic areas of Rondonia state, Amazon Region of Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, 1989, 84(4):501-14.

Lourenço-de-Oliveira R e Luz S. Simian malaria at two sites in the Brazilian Amazon- II. Vertical distribution and frequency of anopheline species inside and outside the forest. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, 1996, 91(6):687-94.

Marrelli MT, Honório NA, Flores-Miranda C, Lourenço-de-Oliveira R, Marinotti O, Kloetzel J. Comparative susceptibility of two members of the *Anopheles oswaldoi* complex, *An. oswaldoi* and *An. konderi*, to infection by *Plasmodium vivax*. **Trans R Soc Trop Med Hyg**, 1999, 93:381-84.

Marshall E. Malaria research- what next? **Science**, 1990, 247:399-403.

[MS/ FNS-DEOPE] Ministério da Saúde/ Fundação Nacional de Saúde. Casos de agravos e doenças infecciosas. **Inf Epidemiol SUS**, 1996, 5(3):105-7.

Monteiro CAF. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Geografia, 1973.

Natal D, Barata EAMF, Urbinatti PR, Barata JMS. Contribuição ao conhecimento da fauna de imaturos de mosquitos (Diptera, Culicidae) em área de implantação de hidroelétrica na Bacia do Paraná, Brasil. **Rev Bras Entomol**, 1995, 39(4): 897-9.

Nobre FF, Braga AL, Pinheiro RS, Lopes JAS. Sigepi: um sistema básico de informação geográfica para apoio à vigilância epidemiológica. **Inf Epidemiol SUS**, 1996, 5(3):59-72.

Oliveira-Ferreira J, Lourenço-de-Oliveira R, Teva A, Deane LM, Daniel-Ribeiro CT. Natural malaria infection in anophelines in Rondonia State, Brazilian Amazon. **Am J Trop Med Hyg**, 1990, 43(1):6-10.

[OPAS] Organización Panamericana de la Salud. **Situación de los programas de malaria en las Americas**, Washington, 1997, Informe 45.

Pope KO, Sheffner EJ, Linthicum KJ, Bailey CL, Logan TM, Kasischke ES et al. Identification of Central Kenyan Rift Valley Fever Virus vector habitats with Landsat TM and evaluation of their flooding status with airborne imaging radar. **Remote Sens Environ**, 1992, 40: 185-96.

- Rafatjah HA. Malaria vector control: environmental management. In: Wesndorfer WH, Mc Gregor I, editors. **Malaria principles and practice of malariology**. New York: Churchill Livingstone, 1988. p.1135-72.
- Reinert JF. Mosquito generic and subgeneric abbreviations (Diptera, Culicidae). **Mosq Syst**, 1975, 7:105-10.
- Reinert JF. Abbreviations for mosquito generic and subgeneric taxa established since 1975 (Diptera, Culicidae). **Mosq Syst**, 1982, 14(2): 124-26.
- Reisen WK. Estimation of vectorial capacity: introduction. **Bull Soc Vector Ecol**, 1989, 14(1):39-40.
- Roberts DR, Alecrim WA, Tavares AM, Radke MG. The house-frequenting, host-seeking and resting behavior of *Anopheles darlingi* in southeastern Amazonas, Brazil. **J Am Mosq Assoc**, 1987, 3(3):433-41.
- Root FM. Studies on Brazilian mosquitoes. 1. The anophelines of the Nyssorhynchus group. **Am J Hyg**, 1926, 6(5):684-717.
- Rosa-Freitas MG, Lourenço-de-Oliveira R, Carvalho-Pinto CJ, Flores Mendoza C, Silva-do-Nascimento TF. Anopheline complexes in Brazil. Current knowledge of those related to malaria transmission. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, 1998, 93(5): 651-55.
- Rubio-Palis Y, Wirtz RA, Curtis CF. Malaria entomological inoculation rates in western Venezuela. **Acta Tropica** 1992, 52:167-74.
- Sandman, PM. Definitions of risk: managing the outrage, not just the hazard. In: Burke et al. , editors. **Regulating risk- the science and politics of risk**. Washington DC: International Life Sciences Institute; 1993. p.3-6.
- Service M. **Mosquito ecology. field sampling methods**. 2nd ed. New York: Chapman & Hall, 1993. Dispersal, p.714-34.
- Sharma VP and Srivastava A. Role of geographic information system in malaria control. **Indian J Med Res** 1997, 106:198-204.

Shannon RC. Methods for collecting and feeding mosquitoes in jungle yellow fever studies. **Am J Trop Med** 1939, 19:131-40.

Smith K. **Environmental hazards - assessing risk and reducing disaster**. London: Routledge 1996.

Soares Filho BS e Sawyer DO. Correlatos ambientais da distribuição espacial da malária em municípios endêmicos no norte do Estado do Mato Grosso. **Inf Epidemiol SUS**. 1996, 5(3): 45-57.

[Sucen] Superintendência de controle de endemias. Secretaria Estadual da Saúde. **Relatório do programa de malária**. São Paulo, 1995.

Sota T and Mogi M. Effectiveness of zooprohylaxis in malaria control: a theoretical inquiry, with a model for mosquito populations with two bloodmeal hosts. **Med Vet Entomol** 1989, 3:337-45.

Suzuki A, Tubaki, RM, Martins ACP, Chamelet, ELB. *Anopheles triannulatus* versus Saint Louis encephalitis virus: unusual association in São Paulo state, Brazil. In: **14th International Congress for Tropical Medicine and Malaria**; 1996 nov 17-22; Nagasaki, Japan. Nagasaki: Science council of Japan. p. 399.

Troppmair H. **Regiões ecológicas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Geografia USP, 1975.

Tubaki RM, Carreri-Bruno GC, Glasser CM, Ciaravolo RMC. Biting activity of *Anopheles (Kerteszia) cruzii* (Diptera, Culicidae) in domiciliary habitats in the Southern Atlantic Forest, Peruíbe, State of São Paulo, Brazil. **Rev bras Entomol** 1993, 37(3): 569-75.

Tubaki RM, Hashimoto S, Domingos MF, Berenstein S. Abundance and frequency of culicids emphasizing anophelines (Diptera, Culicidae) at Taquaruçu Dam in the Parapanema Basin, Southern Region of Brazil. **Rev bras Entomol** 1999, 43(3/4): 173-84.

Vargas A e Savelli M. Armazenamentos d'água e malária. **Rev Bras Malariol D Trop**, 1949, 1:242-63.

Anexo 1

Formulário de levantamento de atividades e hábitos da população na área de influência da mata da Fazenda Rancho Alegre

1) localidade (fazenda, chácara, sítio):	
2) homem	
3) mulher	
4) crianças	
5) atividade : ① agricultura ② pecuária, ③ serviços ⁱ , ④ pecuária e agricultura ⑤ aposentados	
6) local trabalho: ① domicílio, ② peridomicílio, ③ outra área ⁱⁱ	
7) distância de deslocamento (a partir do domicílio) : (km)	
8) tempo de deslocamento: (min)	
9) modo de deslocamento: ① a pé, ② veículo, ③ animal, ④ animal e veículo	
10) horário de trabalho: início término	
11) horário de dormir:	
12) escola noturna:	① sim ② não
13) fechar janela:	① sim ② não
14) mosquito à noite:	① sim ② não
15) controle químico:	① sim ② não
16) ventilador:	① sim ② não
17) forro:	① sim ② não
18) pescar:	① sim ② não
19) caçar:	① sim ② não

Posição geográfica das casas /coordenadas:

X_m=	Y_m=
1)	1)
2)	2)
3)	3)
4)	4)
5)	5)
6)	6)
7)	7)
8)	8)
9)	9)
10)	10)

ⁱ Serviços: jardinagem, inseminação artificial, cozinhar na sede, fazer cercas, tirar leite.

ⁱⁱ outra localidade.

Anexo 2- Lista dos domicílios e identificação (IDR-ID) ligada a módulo de banco de dados do IDRISI

IDR-ID	DOMICÍLIO
1	Rancho Alegre 1
2	Rancho Alegre 2
3	S. Carlos
4	Guarita 1
5	Guarita 2
6	Guarita 3
7	Guarita 4
8	Guarita 5
9	Guarita 6
10	Guarita 7
11	Guarita 8
12	Guarita 9
13	Guarita 10
14	Guarita 11
15	Guarita 12
16	Guarita 13
17	Guarita 14
18	Guarita 15
19	Guarita 16
20	Guarita 17
21	Guarita 18
22	Guarita 19
23	Guarita 20
24	Guarita 21
25	Guarita 22
26	Guarita 23
27	Posses 1
28	Posses 2
29	Posses 3
30	Boa Esperança 1
31	Boa Esperança 2
32	Acampamento 1
33	Acampamento 2
34	Acampamento 3
35	Acampamento 4
36	Acampamento 5
37	Posses 4
38	Posses 5
39	Posses 6
40	Posses 7
41	Posses 8
42	S. Sebastião 1
43	S. Sebastião 2
44	S. Sebastião 3
45	S. Sebastião 4
46	Posses 9
47	Córrego Bonito

IDR-ID	DOMICÍLIO
48	Macaubal
49	Chácara Ipiranga
50	Estância R. Alegre
51	Sítio S. João
52	Chácara Cassalho 1
53	Chácara Cassalho 2
54	Sítio Maria
55	Chácara S. Francisco
56	Fazenda S. José 1
57	Fazenda S. José 2
58	Sítio S. Teresa
59	Sítio Nossa Sra. Conceição
60	Chácara Córrego Bonito 1
61	Chácara Córrego Bonito 2
62	Chácara Córrego Bonito 3
63	Chácara S. José 1
64	Chácara S. José 2
65	sem nome
66	Sítio Dois Irmãos
67	Estância Lúcia Cristina
68	Fazenda S. Rita 1
69	Fazenda S. Rita 2
70	Fazenda S. Rita 3
71	Fazenda S. Rita 4
72	Fazenda S. Maria
73	Chácara Três Corações
75	Chácara Cintra
75	Sítio S. Cecília 1
76	Sítio S. Cecília 2
77	Sítio S. Cecília 3
78	Chácara S. Barbara
79	Chácara S. Sebastião
80	Sítio S. Rosa 1
81	Sítio S. Rosa 2
82	Fazenda S. Rita 5
83	S. S Rita 6
84	Sítio Nossa Sra. Fátima
85	Sítio S. Jorge
86	Fazenda S. Lúcia
87	Sítio Boa Sorte 1
88	Sítio Boa Sorte 2
89	Sítio Boa Sorte 3
90	Estância Nossa Sra. Aparecida
91	Sítio Aquarius 1
92	Chácara Lagoa Dourada 1
93	Casa 5 março
94	Casa Teodoro Curral
95	Chácara S. Silva
96	Casa Olímpio Custodio

IDR-ID	DOMICÍLIO
97	Chácara Lagoa Dourada 2
98	Casa José M. Nogueira
99	Chácara Lagoa Dourada 3
100	Estância Castro
101	Sítio Boa Vista 1
102	Sítio Boa Vista 2
103	Estância Ass. Vovó Jerônima
104	Rancho Bonanza
105	Sítio Cintra 1
106	Sítio Três Irmãos
107	Sítio Cintra 2
108	Sítio Cintra 3
109	Sítio Cintra 4
110	Sítio Cintra 5
111	Sítio N. Sra. Aparecida 1
112	Sítio Córrego Pedra
113	Fazenda Córrego da Pedra
114	Sítio Esperança
115	Fazenda Casa Branca
116	Fazenda Mato Grosso 1
117	Fazenda Mato Grosso 2
118	Fazenda Mato Grosso 3
119	Fazenda Mato Grosso 4
120	Fazenda Mato Grosso 5
121	Fazenda Mato Grosso 6
122	Estância 2 M
123	Fazenda Mato Grosso 7
124	Sítio Seixas
125	Sítio Tio Zeca 1
126	Sítio Tio Zeca 2
127	Fazenda Mato Grosso 8
128	Fazenda S. Fernando
129	Fazenda Bacuri 1
130	Fazenda Bacuri 2
131	Sítio Adolfo Migatão
132	Fazenda Casa Branca 2
133	Fazenda Mato Grosso 9
134	Fazenda Novo Horizonte
135	Sítio S. José 1
136	Sítio Nossa Sra. Aparecida 2
137	Sítio S. Joaquim
138	Fazenda Onda Grande
139	Sítio Onda Grande
140	Sítio Boa Vista
141	Sítio 2 Coqueiros
142	Estância Sônia
143	Fazenda Palmeira 1
144	Fazenda S. Luzia
145	Sítio Araçá 1

IDR-ID	DOMICÍLIO
146	Sítio Canário
147	Fazenda Palmeira 2
148	Fazenda Palmeira 3
149	Chácara S. Francisco 1
150	Sítio S. Francisco 2
151	Sítio S. José 2
152	Sítio S. Maria
153	Sítio Bairro Corguinho