Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

Avaliação em campo de três armadilhas automáticas para
capturar mosquitos (Diptera: Culicidae) em área agrícola de
Pariquera - Açu, São Paulo, Brasil.

Ivy Luizi Rodrigues de Sá

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

Área de concentração: Epidemiologia

Orientador: Prof^a Dr.^a Maria Anice Mureb Sallum

São Paulo
2012

**Avaliação em campo de três armadilhas automáticas para
capturar mosquitos (Diptera: Culicidae) em área agrícola de
Pariquera - Açu, São Paulo, Brasil**

Ivy Luizi Rodrigues de Sá

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Saúde Pública da Faculdade de
Saúde Pública da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Mestre em Ciências

Área de concentração: Epidemiologia

Orientador: Prof^a Dr.^a Maria Anice Mureb Sallum

São Paulo
2012

É expressamente proibida a comercialização deste documento tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

**À minha família e amigos com
todo meu carinho.**

“O segredo não é correr atrás das borboletas, mas cuidar do jardim para que elas venham até você”

(Mário Quintana)

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à minha família pelo amor e ajuda incondicional em todas as horas. Elenice, Ademir, Erika, Eric, Thiago e Maria Eduarda obrigada por estarem sempre comigo.

À prof^a. Maria Anice Sallum pela orientação neste trabalho e aos ensinamentos passados nestes anos todos.

Aos amigos Leonardo Suveges, Mahmi Fujimori, Cláudia Sebba, Edlaine Vilela, Denise Sant'Anna, Caio Cesar Moreira, Tatiani Marques, Sandra Nagaki e Maysa Motoki por participarem, mesmo que de longe, desta caminhada.

À Dr^a. Regiane Tironi e ao Prof^o. Dr. Gizelton Alencar pelo precioso auxílio, sugestões dadas e paciência nos esclarecimentos.

À equipe da base da USP em Pariquera-Açu: Luiz Carlos de Oliveira, Décio Wach, Jair Donizete da Silva, Francisco Alves dos Santos, Rui de Lima, Ilzanete dos Reis e Roberto Patekoski pelo grande auxílio nas capturas, pelos salgados, horas de conversa, histórias contadas e experiência dividida.

À Aristides Fernandes por sanar minhas dúvidas com as identificações e compartilhar seu conhecimento, carinho e amizade comigo.

Ao Josué Lima e sua família por todo carinho e atenção que me foi dado.

Aos meus amigos “novos” e “velhos”, por entenderem minha ausência neste tempo. Vida social é um ponto de vista.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP (Processo nº 2005/53973-0) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pelo auxílio financeiro.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP (Processo nº 2010/14268-7) pelo auxílio financeiro.

Aos funcionários da Secretaria de pós-graduação e da Secretaria do departamento de Epidemiologia pelas informações solicitadas.

À todos que fizeram parte que alguma forma desta etapa de minha vida, e que por ventura deixei de citar, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Sá ILR. Avaliação em campo de três armadilhas automáticas para capturar mosquitos (Diptera: Culicidae) em área agrícola de Pariquera-Açu, São Paulo, Brasil [dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2012.

Introdução: As diversas armadilhas apresentam rendimento diferenciado na captura, havendo a necessidade de buscar instrumentos que amostram porções representativas das populações de mosquitos. Levanta-se a hipótese de que as armadilhas Mosquito Magnet® Independence e CDC com CO₂+Lurex3® sejam mais eficazes na captura de culicídeos do que a armadilha CDC luminosa. **Objetivos:** Avaliar a eficácia das armadilhas Mosquito Magnet® Independence e CDC+CO₂+Lurex3®, em relação à CDC-luminosa, para a captura de culicídeos adultos em área agrícola na Fazenda Experimental em Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil. **Material e Métodos:** Capturas mensais, das 15h00 às 21h00, por meio do delineamento em quadrado latino 3X3, no período de dezembro/2010 a novembro/2011. Perfis de diversidade de Rényi e índices de riqueza, dominância, diversidade, equabilidade e similaridade foram estimados para cada armadilha para compará-las. **Resultados:** Capturou-se 6.055 de 70 espécies e 12 gêneros. A CDC-luminosa amostrou 990 indivíduos de 42 espécies e 10 gêneros, a CDC+CO₂+lurex3® 1.419 indivíduos em 41 espécies e 10 gêneros e a Mosquito Magnet® 3151 indivíduos de 46 espécies e 11 gêneros. A riqueza, pelo índice de Margalef e Perfil de Rényi, não apresentou diferença estatística para nenhuma armadilha no período dez/mai. A Mosquito Magnet® obteve maior rendimento na mensuração da diversidade, segundos os índices de Shannon e Simpson, observados no perfil de Rényi. A dominância, pelo índice de Berger-Parker isolado, foi maior na Mosquito Magnet® do que nas demais, nos dois períodos de capturas. O perfil de Rényi não apontou diferença significativa para dominância. Índice de Pielou não mostrou significância em relação à CDC-luminosa para nenhuma das armadilhas nos dois períodos avaliados. Índices de Jaccard e Sorensen apontaram maior similaridade na composição de espécies entre a Mosquito Magnet® e CDC+CO₂+lurex3®. **Conclusões:** A Mosquito Magnet® Independence e CDC+CO₂+Lurex3® apresentaram rendimento semelhante, nos meses mais frios e secos do ano. A utilização dessas armadilhas para a captura de determinados

táxons pode ser importante ponto na estratégia de vigilância de espécies vetoras. Estudos com maior esforço amostral devem ser realizados para avaliar o rendimento das armadilhas Mosquito Magnet[®] Independence e CDC+CO₂+lurex3[®] em áreas de ambiente alterado de Floresta Atlântica.

Descritores: Vale do Ribeira, Mosquito Magnet[®] Independence, CDC luminosa, Estação Experimental, Índices de diversidade, Perfil de diversidade de Rényi, Ácido láctico, Dióxido de carbono.

ABSTRACT

Sá ILR. Field evaluation on three automatic traps to capture mosquitoes (Diptera: Culicidae) in agricultural area of Pariquera-Açu, São Paulo, Brazil. [Dissertation]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2012.

Introduction: The several traps have different performance in sampling mosquitoes, with the need to seek that capture representative portions of mosquito population. Formulate the hypothesis that the Mosquito Magnet™ trap and CDC+CO₂+lurex3™ are more effective in catching mosquitoes than the CDC light trap. **Objectives:** To evaluate the effectiveness the Mosquito Magnet™ Independence and CDC+CO₂+lurex3™ in relation to CDC light trap, to catching adult mosquitoes in the agricultural area at the Experimental Station in Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo, Brazil. **Methods:** Monthly captures, from 03:00pm-09:00pm, through the 3X3 Latin square from the December 2010 to November 2011. Rényi diversity profiles and indexes of the richness, dominance, diversity, evenness and similarity were estimated for each trap to compare them. **Results:** Were captured 6055 mosquitoes of the 70 species and 12 genera. CDC light traps sampled 990 specimens of 42 species and 10 genera, the CDC+CO₂+lurex3™ sampled 1419 specimens in 41 species and 10 genera and 3151 specimens were captured in the Mosquito Magnet™ belonging to 46 species and 11 genera. The richness, by the Margalef index on profile Rényi, showed no statistical difference for any trap in the period Dez/Mai. The Mosquito Magnet™ trap obtained higher yield in the measurement of diversity, according indexes of Shannon and Simpson, seen in profile Rényi. The dominance, by Berger-Parker index isolated, was higher in the Mosquito Magnet™ than in the other traps in both periods of captures. The profile Rényi showed no significant difference for dominance. Pielou index was not significant in relation to CDC light trap for any of the periods. Jaccard and Sorensen indexes showed greater similarity in composition of species between the CDC+CO₂+lurex3™ and Mosquito Magnet™. **Conclusions:** The Mosquito Magnet™ Independence and CDC+CO₂+Lurex3™ showed similar performance in colder and drier months of the year. The use of these traps to capture certain taxa can be important point in the surveillance approach vector species. Studies with greater sampling effort should be made to

evaluate the performance of the Mosquito Magnet™ Independence and CDC+CO₂+lurex3™ traps changed environment in areas of Atlantic Forest.

Key words: Vale do Ribeira, Mosquito Magnet™ Independence, CDC light trap, Experimental Station, diversity index, Rényi diversity profile, lactic acid, carbon dioxide.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 ARMADILHAS AUTOMÁTICAS PARA CAPTURA DE ADULTOS	15
1.2 ATRATIVOS	17
1.3. ESTUDOS SOBRE CULICÍDEOS NA REGIÃO DO VALE DO RIBEIRA	18
1.4 JUSTIFICATIVA.....	20
2. OBJETIVOS	22
2.1 GERAL.....	22
2.2 ESPECÍFICOS.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 ÁREA DE ESTUDO	23
3.2 COLETAS E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL.....	25
3.3. ANÁLISE DA DIVERSIDADE DE CULICÍDEOS.....	32
3.3.1. Montagem do banco de dados e software utilizados nas análises.....	32
3.3.2. Análises realizadas	32
3.3.3. Riqueza e abundância de espécies.....	33
3.3.4. Frequência de espécies nas armadilhas	34
3.3.5. Dominância de espécies	35
3.3.6. Similaridade	35
3.3.7. Diversidade	36
3.3.8. Equabilidade	37
3.3.9. Perfis de diversidade de Rényi.....	37
3.3.10. Correlação dos valores de abundância com dados climáticos.....	38
4. RESULTADOS	39
5. DISCUSSÃO	56
6. CONCLUSÕES	63
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXO 1 - MANUSCRITO.....	75
ANEXO 2 – CURRÍCULO LATTES.....	91

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 - ABUNDÂNCIA DE CULICÍDEOS CAPTURADOS DE ACORDO COM A ARMADILHA EMPREGADA NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO, ENTRE DEZEMBRO DE 2010 A NOVEMBRO DE 2011. ----- 39
- TABELA 2 - TESTE DE ASSOCIAÇÃO EMPREGANDO VALOR DE QUI-QUADRADO ENTRE ABUNDÂNCIA DO TÁXON E TIPO DE ARMADILHA UTILIZADA PARA CAPTURA DE CULICIDAE, NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO. ----- 44
- TABELA 3 - ESPÉCIES VETORAS DE PATÓGENOS CAPTURADAS COM ABUNDÂNCIA SUPERIOR A DEZ INDIVÍDUOS NAS TRÊS ARMADILHAS UTILIZADAS. ----- 44
- TABELA 4 - VALOR ESPERADO PARA RIQUEZA TOTAL DE ESPÉCIES NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, SEGUNDO ESTIMADOR UTILIZADO. ----- 49
- TABELA 5 - ÍNDICES DE RIQUEZA, DOMINÂNCIA, DIVERSIDADE E EQUABILIDADE MENSURADOS MENSALMENTE PARA CADA UMA DAS ARMADILHAS, DE ACORDO COM OS DADOS DE ABUNDÂNCIA DE CULICÍDEOS CAPTURADOS NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO.----- 50
- TABELA 6 - ÍNDICES DE JACCARD E SORENSEN PARA SIMILARIDADE ENTRE AS ESPÉCIES OBSERVADAS NAS ARMADILHAS UTILIZADAS NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO, ENTRE DEZEMBRO/2010 E NOVEMBRO/2011.----- 54

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1- LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU E DOS PONTOS DE COLETA NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO. PONTOS: 1-CASEIRO; 2-SERINGAL; 3-POLDER ----- 27
- FIGURA 2 - CAPTURA DE ADULTOS COM ARMADILHA CDC LUMINOSA (CDC-LT), REALIZADA NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO --- 28
- FIGURA 3 - CAPTURA DE ADULTOS COM ARMADILHA CDC ISCADA COM CO₂ E LUREX3[®], REALIZADA NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO ----- 28
- FIGURA 4 - CAPTURA DE ADULTOS COM MOSQUITO MAGNET[®] INDEPENDENTE ISCADA COM CO₂ E LUREX3[®] REALIZADA NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO. ----- 29
- FIGURA 5 - CARTUCHOS DO ATRATIVO LUREX3[®] UTILIZADOS NAS ARMADILHAS CDC+CO₂+LUREX3[®] E MOSQUITO MAGNET[®], PARA CAPTURA DE CULICÍDEOS NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO.----- 29
- FIGURA 6 - ESQUEMA DE ROTAÇÃO DAS ARMADILHAS ENTRE OS PONTOS DE COLETA.---- 30
- FIGURA 7 - DIAGRAMA DE CAIXA INDICANDO A DISTRIBUIÇÃO DA ABUNDÂNCIA DE CULICÍDEOS VERIFICADA POR CADA ARMADILHA NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE DEZEMBRO DE 2010 E NOVEMBRO DE 2011, NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO. ----- 42
- FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO DA ABUNDÂNCIA AMOSTRADA PELAS ARMADILHAS NOS MESES DE DEZEMBRO/ 2010 A NOVEMBRO/2011 NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO. ----- 46
- FIGURA 9 - DISTRIBUIÇÃO MENSAL DE DADOS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO OBTIDOS NO PERÍODO DE DEZEMBRO/2010 A NOVEMBRO/2011 PARA A ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, SÃO PAULO. ----- 47
- FIGURA 10 - VALORES PARA ÍNDICE DE RIQUEZA DE MARGALEF (D_{MG}) OBTIDOS PARA AS ARMADILHAS NOS DOZE MESES DE CAPTURAS DE CULICÍDEOS REALIZADAS NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO.----- 48
- FIGURA 11 - CURVA DE ACÚMULO DE ESPÉCIES CAPTURADAS PELAS ARMADILHAS CDC-LUMINOSA, CDC+CO₂+LUREX3[®] E MOSQUITO MAGNET[®], NO PERÍODO DE DEZEMBRO/2010 A NOVEMBRO/2011, NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO. ----- 49
- FIGURA 12 - PERFIL DE DIVERSIDADE DE RÉNYI INDICANDO DIFERENÇAS NA DIVERSIDADE DE ESPÉCIES ENTRE AS ARMADILHAS UTILIZADAS, NO PRIMEIRO PERÍODO DE CAPTURAS. A=CDC-LUMINOSA; B=CDC+CO₂+LUREX3[®]; C=MOSQUITO MAGNET[®]; NS=DIFERENÇA NÃO SIGNIFICANTE; S= SIGNIFICANTE. ----- 52

FIGURA 13 - PERFIL DE DIVERSIDADE DE RÉNYI INDICANDO DIFERENÇAS NA DIVERSIDADE DE ESPÉCIES ENTRE AS ARMADILHAS UTILIZADAS, NO SEGUNDO PERÍODO DE CAPTURAS. A=CDC-LUMINOSA; B=CDC+CO₂+LUREX3®; C=MOSQUITO MAGNET®; NS=DIFERENÇA NÃO SIGNIFICANTE; S= SIGNIFICANTE. ----- 52

FIGURA 14 - DIAGRAMA DE VENN ILUSTRANDO A SIMILARIDADE DAS ESPÉCIES CAPTURADAS E COMPARTILHADAS ENTRE AS ARMADILHAS, NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PARIQUERA-AÇU, VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO----- 55

1. INTRODUÇÃO

O comportamento determinante dos mosquitos vetores para transmitir parasitos é a busca de sangue para alimentação. Este comportamento é necessário para reprodução da maioria das espécies de mosquitos e decisivo para a taxa de contato homem-picadas infectivas (TORRES-ESTRADA e RODRIGUEZ, 2003).

No caso dos mosquitos (família Culicidae), isso se dá através do comportamento de procura ativa de hospedeiros, também chamado de “host-seeking”, combinado com a estratégia de espera (repousa e espera) em locais frequentados pelos hospedeiros. Para isso, eles se utilizam de diversos estímulos físicos (umidade e temperatura) e químicos (odores) para identificar e localizar seus hospedeiros (KNOLS e MEIJERINK, 1997; GIBSON e TORR, 1999; FORATTINI, 2002; TORRES-ESTRADA e RODRIGUEZ, 2003; DONATTI e GOMES, 2007). Mosquitos de hábitos noturnos, por exemplo, rastreiam e identificam seus hospedeiros, principalmente, através de odores (BRAKS et al., 2001).

Os odores que são atrativos aos mosquitos são chamados de cairomônios (SERVICE, 1993), e estão presentes no ar expirado ou em emanações da pele de vertebrados. Apesar de não realizarem o repasto sanguíneo, os mosquitos machos também são atraídos pelos mesmos estímulos que as fêmeas e, provavelmente, voam ao redor do hospedeiro buscando parceiros para o acasalamento (CABRINI e ANDRADE, 2006).

Alguns cairomônios são utilizados para aumentar a atratividade de armadilhas empregadas em monitoramento de populações de mosquitos. As armadilhas utilizadas com essa finalidade são componentes essenciais de programas de vigilância entomológica. Segundo BROWN et al. (2008), o tipo de armadilha, local da instalação e atrativo utilizado podem interferir no número de mosquitos capturados alterando as estimativas inferidas sobre essas populações.

1.1 ARMADILHAS AUTOMÁTICAS PARA CAPTURA DE ADULTOS

Dentre as armadilhas utilizadas em pesquisas entomológicas, a armadilha luminosa CDC é a mais empregada (GOMES et al., 1985; FORATTINI, 2002). Ela é utilizada como controle padrão para comparação com outras armadilhas por ser

rotineiramente empregada em programas de vigilância (HOEL et al., 2009). É uma armadilha do tipo luminosa e automática idealizada por Sudia e Chamberlain em 1962 (SERVICE, 1993) e consiste em um motor de aspiração alimentado por quatro pilhas comuns de 1,5 VCC tipo AA (FORATTINI, 2002). O motor é disposto embaixo de uma cobertura discoidal, para proteção contra intempéries, na qual se encontra uma pequena lâmpada cuja função é servir como isca luminosa. Também com o intuito de proteger a armadilha das condições climáticas do local de estudo, GOMES et al., (1985) realizaram modificações na câmara coletora, anteriormente feito de um pano dobrável, e substituíram-na por outra de tela metálica de latão. Uma fina malha de tecido mantém a câmara coletora ligada ao aparelho, além de impedir a fuga dos espécimes capturados. Além dessas alterações, o fundo da câmara apresenta-se removível para facilitar a retirada dos insetos.

A armadilha CDC luminosa foi amplamente utilizada em pesquisas sobre a composição, hábitos e distribuição da fauna de mosquitos adultos na Mata Atlântica do Vale do Ribeira, sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. (FORATTINI et al., 1987a; GOMES et al., 1987; FORATTINI et al., 1989a; UENO et al., 2007).

Atualmente, estão sendo empregados diversos modelos da armadilha Mosquito Magnet[®] (Woodstream Corporation, Lititz, PA) para estudar culicídeos adultos em ambientes urbanos e de florestas em países como Índia, Austrália, Estados Unidos, entre outros, e todos apresentaram bons resultados na amostragem de mosquitos (KLINE, 2002; DENNETT et al., 2004; HOEL et al., 2007; BROWN et al., 2008; KORGAONKAR et al., 2008; HOEL et al., 2009). A armadilha Mosquito Magnet[®] Independence é um dos modelos que aparece como substituto à CDC. Contudo, não há registros de seu emprego na investigação de espécies de mosquitos na Mata Atlântica. Esta armadilha necessita de quatro baterias alcalinas tipo “C” para seu funcionamento. Utiliza também gás propano, que através de sua combustão libera atrativos como dióxido de carbono, calor e vapor d’água. O calor gerado movimenta um segundo mecanismo catalisador adjacente (chamado de módulo termoeletrico) que movimenta uma hélice no interior da armadilha e esta, por sua vez, empurra o vapor d’água e o dióxido de carbono para fora ao mesmo tempo em que forma um contra fluxo de ar que aspira aos mosquitos para o interior da rede coletora.

1.2 ATRATIVOS

Sabe-se que cada população de mosquitos reage de maneira distinta aos diversos tipos de cairomônios existentes. Dessa forma, muitos sistemas de armadilhas são constituídos por combinações de atrativos de modo a facilitar e efetivar a coleta de culicídeos adultos (McCARDLE et al., 2004; GAMA et al., 2007). Como exemplo, pode-se apontar as armadilhas com iscas de dióxido de carbono e luz que são utilizadas para capturar mosquitos durante o voo (SERVICE, 1993 apud DONATTI e GOMES, 2007).

A utilização do dióxido de carbono como atrativo é vastamente estudada por sua forte influência no comportamento de procura por alimento dos mosquitos e por ser um indicativo ideal da presença de hospedeiros para insetos hematófagos (KNOLS e MEIJERINK, 1997; SANT'ANA et al., 2002; TORRES-ESTRADA e RODRIGUEZ, 2003). Contudo, uma desvantagem na utilização desse composto é que a maioria dos insetos hematófagos apresenta um determinado número de hospedeiros no qual realiza o repasto sanguíneo. Assim, apenas a detecção da pluma de CO₂ não seria suficiente para o mosquito localizar a fonte do odor, uma vez que o dióxido de carbono é emitido por todos os vertebrados, o que dificulta a diferenciação das fontes. Dessa forma, a presença de mais substâncias atrativas facilitaria o reconhecimento e a localização desse hospedeiro por parte do inseto (KNOLS e MEIJERINK, 1997). Para espécies de insetos que apresentam ampla gama de hospedeiros para repasto, a detecção da pluma de CO₂ é indicativo da presença de qualquer um dos seus possíveis hospedeiros. No entanto, a maioria dos insetos não é generalista com a fonte sanguínea.

O ácido láctico tem sido empregado como possível atrativo para mosquitos. É um composto isolado do suor de vertebrados e capaz de aumentar o rendimento de armadilha para a captura de algumas espécies dos gêneros *Anopheles*, *Aedes* e *Culex* (KLINE et al., 1990; HOEL et al., 2007). Ácido láctico é comercialmente vendido como suplemento em armadilhas e está disponível em forma de cartucho sob nome comercial de Lurex3[®] fornecido pela American Biophysics Corporation.

O gás carbônico e o ácido láctico são empregados em armadilhas, sejam combinados ou como atrativos separados, para aperfeiçoar o poder de captura dos equipamentos e permitir a realização de observações da composição de mosquitos

e determinação da diversidade entomológica (FORATTINI et al., 1989a; KLINE et al., 1990; HOEL et al., 2007; UENO et al., 2007).

Muitos estudos que buscam avaliar a eficácia de armadilhas e atrativos para mosquitos utilizam o delineamento experimental em quadrado latino (RITCHIE e KLINE, 1995; BURKETT et al., 2002; KLINE, 2002; HOEL et al., 2007; HOEL et al., 2009). No delineamento quadrado latino as unidades experimentais (os tratamentos) são agrupadas nas repetições em uma estrutura de dupla-blocagem. Isto é, os tratamentos são agrupados no sentido horizontal, designado por blocos-linha e, no sentido vertical, designados por blocos-coluna. Então, em cada linha e em cada coluna existirão todos os tratamentos, fazendo com que o número de repetições seja igual ao número de tratamentos (NOGUEIRA et al., 2000).

Ainda de acordo com esses autores, como em cada um dos blocos deve haver todos os tratamentos existentes, o número de linhas é igual ao número de colunas. Dessa maneira, os efeitos de variação dessas duas fontes são eliminados do erro experimental, aumentando o rigor estatístico.

1.3. ESTUDOS SOBRE CULICÍDEOS NA REGIÃO DO VALE DO RIBEIRA

Estudos sobre comportamento e ecologia de culicídeos no Vale do Ribeira, especialmente na região sudeste do Estado de São Paulo, têm sido realizados desde o final da década de 1970 por razão da epidemia de encefalite do vírus Rocio que atingiu 13 municípios da região e mais sete da Baixada Santista (IVERSON, 1977; 1980). De acordo com essa autora, no início da epidemia o maior número de casos foi registrado na Baixada Santista em 1977 e, até o segundo semestre do ano seguinte, verificou-se o registro de 821 casos na região do Vale do Ribeira.

O isolamento do agente patogênico e sua identificação como um flavivírus deu força a suspeita de se tratar de uma arbovirose (IVERSON, 1977,1980; FORATTINI et al., 1978a). Diante disso, houve a necessidade da realização de estudos envolvendo a fauna culicideana da área, tendo-se assim o início de inúmeros trabalhos sobre essa temática.

FORATTINI et al. (1978a,b) desenvolveram estudos a fim de esclarecer o mecanismo de transmissão dessa encefalite em ambiente domiciliar e extradomiciliar através da investigação da fauna Culicidae e de seu comportamento, e atribuíram à

Aedes (Ochlerotatus) scapularis e *Culex (Melanoconion)* sp. a transmissão do arbovírus, enfatizando sua veiculação principalmente na zona rural.

Já em 1981, FORATTINI et al., publicaram um trabalho caracterizando o período de atividade de culicídeos ocorrentes em área de ambiente alterado, onde existe prática de atividades agropecuárias. O local onde as observações foram realizadas foi a Fazenda Experimental do Vale do Ribeira. Nesta ocasião, os autores verificaram que o período crepuscular exerce forte influência na atividade dos culicídeos permitindo a algumas espécies maiores oportunidades de contato com a população humana e, desse modo, podendo veicular arbovírus em decorrência da maior exposição.

Também com a Fazenda Experimental do Vale do Ribeira como local de estudo, FORATTINI et al. (1987b), avaliaram a frequência domiciliar e o grau de endofilia das espécies ali encontradas. Eles verificaram a presença domiciliar de *Ae. scapularis*, *Cx. ribeirensis* e espécies do gênero *Coquillettidia*. Quanto à endofilia dessas espécies, os autores apontam que possivelmente encontra-se em processo de evolução modulado pelas atividades humanas, fazendo com que ocorra maior disponibilidade de hospedeiros.

GOMES et al. (1987), determinaram a composição da fauna de Culicidae em áreas específicas de vegetação primária no município de Cananéia no Vale do Ribeira. Eles observaram 64 espécies e a diversidade mensurada através de índices mostrou-se alta, atingindo valores de 6,2. Verificaram a significativa abundância de representantes do gênero *Anopheles* sp., sobretudo, *Anopheles (Kerteszia) cruzii*. Para os autores, essa é condição potencial para a ocorrência de transmissão da malária na região estudada.

Muitos desses experimentos foram realizados na Estação Experimental e verificaram que as atividades agrícolas ali exercidas, como o cultivo de arroz, influenciavam no aparecimento de algumas espécies de mosquitos, como os pertencentes aos gêneros *Coquillettidia* e *Mansonia* (FORATTINI et al., 1989a).

Quando se fazia a inundação das quadras de arroz, a presença de *Anopheles (Nyssorhynchus) albitarsis* era maior do que das demais espécies e, ao ocorrer o esvaziamento das quadras o mosquito mais prevalente era o *Aedes scapularis*, havendo uma alternância de espécies. Dessa forma, verificou-se que as técnicas de irrigação artificial poderiam favorecer o incremento de doenças veiculadas por

mosquitos, pois favorecia o aumento das populações de mosquitos vetores (FORATTINI et al., 1989a; FORATTINI et al., 1993a; FORATTINI et al., 1993b).

Mais recentemente, na década de 1990, fez-se uma série de trabalhos analisando o comportamento sintrópico de espécies de culicídeos no Vale do Ribeira. Esses trabalhos envolviam, por exemplo, o grau de sinantropia das espécies observadas, a paridade de indivíduos do subgênero *Kerteszia* de *Anopheles*, as espécies capazes de se adaptar e se desenvolver em plantações de arroz da Fazenda Experimental e de utilizar esse novo ecótopo como criadouro, e a verificação de remanescentes de mata que poderiam ser utilizados como abrigos pelas espécies de culicídeos (FORATTINI et al., 1993 a, b, c).

1.4 JUSTIFICATIVA

De acordo com BROWN et al. (2008), estimativas sobre a abundância e composição de espécies de mosquitos podem ser utilizadas como ferramentas na estruturação de programas de prevenção de doenças por fornecer informações sobre a distribuição de espécies vetorais. Essas informações são obtidas com o uso de armadilhas capazes de capturar amostras representativas das populações de mosquitos.

Sabe-se que as diversas armadilhas apresentam rendimento diferenciado na captura. Diante disso, verifica-se a necessidade de buscar instrumentos que possam ser mais eficazes para essa amostragem e que permitam estimar adequadamente esses parâmetros.

Apesar de haverem estudos que mostram a eficácia da armadilha luminosa CDC na captura de culicídeos adultos em diversos ambientes (GOMES et al., 1987; FORATTINI et al., 1989a; KLINE et al., 1990; RITCHIE e KLINE, 1995), ainda se verifica a necessidade de buscar novos métodos que possam ser capazes de fornecer amostras mais representativas das populações de culicídeos, permitindo a estruturação dos programas de controle de vetores, além de constituir um ponto importante na investigação ecológica das espécies de mosquitos.

Como as armadilhas Mosquito Magnet[®] têm apresentado resultados satisfatórios na captura de culicídeos quando empregada em estudos em outros países, optou-se por avaliar seu rendimento em áreas de Floresta Atlântica.

E para efeito de comparação, optou-se pela utilização da armadilha CDC com os mesmos atrativos, dióxido de carbono e ácido láctico (Lurex3[®]), presentes na Mosquito Magnet[®] para equiparar a influência dos cairomônios e permitir a avaliação do desempenho das armadilhas em relação à CDC-luminosa, armadilha que rotineiramente é empregada em estudos entomológicos.

Nesse sentido, levanta-se a hipótese de que as armadilhas Mosquito Magnet[®] Independence com CO₂+Lurex3[®] e CDC com CO₂+Lurex3[®] sejam mais eficazes na captura de culicídeos adultos do que a armadilha CDC-luminosa (CDC-LT). Essa eficácia foi verificada através da estimação da abundância, da riqueza, da similaridade, da diversidade e da dominância de espécies com atividade entre o final do período vespertino, durante o crepúsculo vespertino e no início do noturno (15h00mim às 21h00mim), em área agrícola localizada no domínio da Mata Atlântica no sudeste do Brasil.

2. OBJETIVOS

Considerando a importância do emprego de novas armadilhas automáticas para a captura de mosquitos, em substituição aos métodos tradicionais, o presente estudo apresenta os seguintes objetivos, a saber:

2.1 GERAL

Avaliar a eficácia das armadilhas Mosquito Magnet® Independence com CO₂ + Lurex3® e CDC+ CO₂+ Lurex3® para a captura de culicídeos adultos em área agrícola na Fazenda Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil.

2.2 ESPECÍFICOS

- Estimar os índices de riqueza, diversidade e equabilidade das espécies capturadas em cada armadilha;
- Construir perfis de diversidade de espécies com os valores observados nas armadilhas;
- Comparar a eficácia das armadilhas por meio da estimativa dos índices mencionados, bem como através dos perfis de diversidade construídos;
- Caracterizar a dominância das espécies obtidas em cada armadilha;
- Verificar a similaridade de espécies obtidas em cada armadilha.
- Verificar a eficácia das armadilhas, ao longo dos meses, distribuídos em dois períodos de estudo por meio da mensuração da diversidade;

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A Bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape e o complexo estuarino lagunar de Iguape-Cananéia-Paranaguá formam o Vale do Ribeira e estão localizadas entre as regiões sudeste do Estado de São Paulo e leste do Paraná. A área da bacia abrange 32 municípios, nove deles no Paraná e 23 em São Paulo.

Os municípios que compõem a porção paulista são: Apiaí, Barra do Chapéu, Barra do Turvo, Cajati, Cananéia, Eldorado, Iguape, Ilha Comprida, Iporanga, Itaóca, Itapirapuã Paulista, Itariri, Jacupiranga, Juquiá, Juquitiba, Miracatu, Pariquera-Açu, Pedro de Toledo, Registro, Ribeira, São Lourenço da Serra, Sete Barras e Tapiraí (IVERSON, 1980; SANTOS e TATTO, 2008).

O Complexo estuarino lagunar de Cananéia-Iguape-Paranaguá, um dos principais sistemas estuarinos-lagunar da costa paulista, limita-se ao norte pelo município de Iguape, ao leste por Ilha Comprida, a oeste pela Serra do Mar e ao sul por Cananéia e Ilha do Cardoso (BARCELLOS et al., 2005; MENDONÇA et al., 2001).

De acordo com o mapa de classificação da vegetação do IBGE (http://ibge.gov.br/mapas_ibge/tem_vegetacao.php) a região do Vale apresenta floresta ombrófila densa que é caracterizada pela presença de plantas fanerógamas, lianas lenhosas e epífitas em abundância (típicas deste tipo de formação vegetal). As características climáticas estão relacionadas com as temperaturas elevadas e com elevada precipitação. Os latossolos são comuns a essas florestas (IBGE, 1992).

O Vale do Ribeira apresenta o maior remanescente de Floresta Atlântica preservada do Brasil (SANTOS e TATTO, 2008) e abriga grande diversidade de espécies pertencentes a este bioma com elevado grau de endemismo, apresentando inúmeras unidades de conservação, marinhas e terrestres, como parques, estações ecológicas, áreas de proteção ambiental. Entre essas unidades de conservação, pode-se destacar o Parque Estadual do Alto Ribeira (Petar), Parque Estadual de Jacupiranga, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, a Estação Ecológica Juréia-Itatins, Parque Estadual da Campina do Encantado, entre outros (SANTOS e TATTO, 2008; FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2012).

Este último localiza-se no município de Pariquera-Açu, que apresenta extensão territorial de 359, 305km² com população estimada em 18.446 habitantes e 2.343 domicílios situados nas áreas rurais (IBGE, 2010).

Segundo dados do SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, apenas 10.791 habitantes são atendidos com o serviço de esgotamento sanitário e 14.200 recebem abastecimento de água. O PIB registrado em 2004 foi de R\$ 92.153,42.

A paisagem é marcada por áreas com vestígios de floresta natural primitiva e áreas de matas residuais ricas em árvores de médio e grande porte, hemiepífitas primárias, palmeiras de grande e pequeno porte, arvoretas, ervas, lianas, bromélias, epífitas e demais espécies características de floresta ombrófila densa (IBGE, 1992; FORATTINI et al. 1993a; IVANAUSKAS, 1997).

De acordo com registros do CIIAGRO (2012) para este município a temperatura média de 2002 a 2011 variou entre 16,9 °C e 26,5 °C. Para o último ano apresentou-se entre 16,5 °C e 25,9 °C e a precipitação pluviométrica foi 1.693,6 mm.

A área estudada, que se encontra no município de Pariquera-Açu, foi a Estação Experimental do Vale do Ribeira – APTA (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios), pertencente ao Instituto Agrônomo de Campinas. A Estação Experimental é uma fazenda de tamanho médio com 248 hectares. Ela está localizada a aproximadamente 200 quilômetros a sudeste da cidade de São Paulo pela rodovia BR 116 – Regis Bittencourt. A figura 01 ilustra a localização do município.

Geograficamente, situa-se a 24°36'35.36" Sul e 47°53'3.12" Oeste. É limitada à direita pelo rio Jacupiranga e, de acordo com IVANAUKAS (1997), possui cerca de metade de sua área recoberta por fragmentos de vegetação nativa que podem apresentar-se em diferentes tamanhos e estados de preservação.

As demais áreas do entorno são formadas por terrenos cultivados intercalados por áreas de matas residuais. Nestas, há a presença de árvores de porte elevado e áreas, que sofreram alterações mais acentuadas, constituídas por vegetação predominantemente arbóreo arbustivo (FORATTINI et al., 1981; FORATTINI et al., 1993a).

Nesta mesma localidade, IVANAUSKAS (1997) verificou para o ano de 1995 a temperatura média anual de 22,38 °C com precipitação média de 1.948,3 mm. O clima é determinado, segundo a classificação de Köppen, como Af: tropical chuvoso

sem estação seca e apresentando a precipitação média do mês mais seco superior a 60 mm (NOMURA et al., 2011).

O local, além de ter sido utilizado para plantio e experimentação de técnicas agrícolas, também apresentou o cultivo experimental de arroz irrigado, também denominado arroz transplantado, que teve início em 1977 com a drenagem do solo e a formação dos canais para construção das quadras (polder) para o desenvolvimento da cultura. A partir de 1978, passou-se ao cultivo de cereais, principalmente milho e arroz, mesmo com as obras ainda não concluídas (FORATTINI et al. 1981; FORATTINI et al., 1989a).

A esta área são próprias as características de ambiente alterado, com manchas de matas residuais em níveis baixos. Por ter sofrido grande alteração antrópica, houve o interesse em conhecer qual a influência dessas modificações no comportamento e composição das espécies de culicídeos ali existentes e, também, em conhecer quais seriam aquelas que poderiam utilizar esse novo ecótopo para seu desenvolvimento. Como mencionado anteriormente, estudos realizados no local na década de 1970/80 verificaram o predomínio de espécies como *Aedes (Ochlerotatus) scapularis* e *Aedes (Ochlerotatus) serratus*, atribuindo a esses mosquitos um papel importante na veiculação de arbovírus e, em especial, daqueles que causam encefalites como o vírus Rocio (FORATTINI et al., 1978a,b; FORATTINI et al., 1981; FORATTINI et al., 1986).

A Estação Experimental é utilizada para realização de estudos dos diversos segmentos das ciências ambientais e agrárias. IVANAUSKAS (1997) realizou o estudo da caracterização florística e fisionômica da Floresta Atlântica por razão da área apresentar remanescentes em bom estado de conservação.

NOMURA et al. (2011), realizaram estudos sobre a aclimatização de mudas de bananeira em substratos com resíduo de mineração de areia, em áreas de plantio nas dependências da Estação Experimental.

3.2 COLETAS E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL

Após a investigação e reconhecimento da área, a seleção dos pontos de coleta de mosquitos adultos foi realizada observando os locais mais favoráveis para proliferação e frequência de mosquitos. A área foi escolhida para realização da

avaliação das armadilhas, pois devido aos trabalhos antes realizados, têm-se conhecimento da diversidade das espécies existentes.

Foram determinados três locais para as coletas: um ponto em fragmento de mata próximo a habitações de trabalhadores da fazenda (Ponto caseiro), o segundo em fragmento de mata próximo à área de atividade agrícola (Ponto seringal) e o terceiro em fragmento de mata mais afastada, mas ainda em área agricultável (Ponto polder). Ressalta-se que esses locais têm suas coordenadas geográficas registradas com o uso de GPS, sendo 23J 0208145 UTM 7274690 para o ponto caseiro, 23J 0207123 UTM 7274893 para o ponto seringal e 23J 0208099 UTM 7274673 para o ponto polder. A Figura 01 mostra a localização dos pontos de coleta na fazenda experimental. Os pontos para capturas foram selecionados mediante a existência de remanescentes florestais, onde pudesse haver maior número de espécies de culicídeos do que em áreas abertas, verificando com isso se as armadilhas propostas poderiam ser capazes de estimar a diversidade ali existente.

Utilizou-se uma armadilha CDC sem lâmpada (figura 03), porém iscada com os atrativos CO₂ e Lurex3[®] (ácido láctico) e uma armadilha Mosquito Magnet[®] Independence (MM-I) com os atrativos CO₂ e Lurex3[®] (figura 04) para captura de adultos no período crepuscular/noturno (15h00minh – 21h00minh). Ressalta-se que para a armadilha CDC+ CO₂+Lurex3[®] o dióxido de carbono foi fornecido por um cilindro de 4,6kg (White Martins[®]) através de uma mangueira, de aproximadamente 1m de comprimento, ligada a uma válvula regulável que permite a liberação de cerca de 450/500 ml de gás por minuto. Esta vazão foi ajustada a se assemelhar com a liberação de CO₂ verificada na Mosquito Magnet. Esses detalhes podem ser observados na figura 03. Essas armadilhas foram comparadas com uma armadilha luminosa CDC utilizada como controle (CDC-LT) (figura 02) também instalada no mesmo período.

Figura 1- Localização do município de Parquera-Açu e dos pontos de coleta na Estação Experimental de Parquera-Açu, vale do Ribeira, São Paulo. Pontos: 1-Caseiro; 2-Seringal; 3-Polder

Figura 2 - Captura de adultos com armadilha CDC luminosa (CDC-LT), realizada na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo.

Figura 3 - Captura de adultos com armadilha CDC iscada com CO₂ e Lurex3[®], realizada na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo.

Figura 4 - Captura de adultos com Mosquito Magnet®. Independece iscada com CO₂ e Lurex3®, realizada na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo.

Os cartuchos Lurex3® (Figura 05) contém 4,88 g de ácido láctico incorporado em 13,8g de matriz gel armazenado em embalagem plástica capaz de liberar aproximadamente 230 mg/dia de ácido láctico por até 3 semanas (HOEL et al., 2007).

Figura 5 - Cartuchos do atrativo Lurex3® utilizados nas armadilhas CDC+CO₂+Lurex3® e Mosquito Magnet®, para captura de culicídeos na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo.

As armadilhas foram montadas na Estação Experimental do Vale do Ribeira / APTA – Vale do Ribeira e, ficaram distantes um quilômetro para que o raio de atratividade de uma armadilha não influenciasse o rendimento das demais.

Para formação da unidade de coleta foram instaladas três armadilhas: uma armadilha Mosquito Magnet® Independence com CO₂ e Lurex3® (A), uma armadilha CDC com CO₂+Lurex3® (B) e uma armadilha CDC luminosa utilizada como controle (C) dispostas em formato triangular. As armadilhas foram instaladas sempre às 15h00min e desmontadas às 21h00min, permanecendo em funcionamento por seis horas. Nos períodos em que vigorou o horário de verão as armadilhas foram instaladas às 16h00min e retiradas às 22h00min. As armadilhas CDC-luminosa e CDC+CO₂+Lurex3® foram instaladas a aproximadamente 1,5m do solo para serem niveladas com a entrada de sucção de mosquitos da Mosquito Magnet® Independence.

A unidade de coleta, por estar disposta em formato triangular, possui três extremidades (identificadas por 1, 2 e 3 que são os pontos caseiro, seringal e polder, respectivamente) em que se posiciona cada uma das três armadilhas (A, B e C).

Seguindo como delineamento o quadrado latino 3x3, em cada replicação, as três armadilhas de uma unidade de coleta foram alternadas para que cada uma ocupasse uma posição por período de amostragem (KLINE, 2002). Dessa maneira, no primeiro dia de amostragem a armadilha A ocupou a posição 1, a armadilha B ocupou a posição 2 e a armadilha C ocupou a posição 3. No segundo dia, a armadilha A ocupou a posição 2, a armadilha B a posição 3 e a armadilha C a posição 1. Essa alternância foi realizada até o final do terceiro dia de amostragem. A figura abaixo ilustra como foram realizadas as rotações:

Figura 6 - Esquema de rotação das armadilhas entre os pontos de coleta.

Esse esquema de amostragem com rotação de armadilhas foi repetido mensalmente para observar a variabilidade de espécies locais que ocorrem durante todos os meses do ano.

Vale ressaltar que o delineamento em quadrado latino é capaz de minimizar a influência de características estranhas ao ensaio, que podem interferir na coleta dos dados e levar ao erro experimental. Como, por exemplo, no caso deste estudo, os pontos de coleta poderiam apresentar características ecológicas que favoreceriam o desenvolvimento de certas espécies, o que influenciaria no número e riqueza das espécies capturadas por determinada armadilha no ponto em questão. Dessa forma, a rotação das armadilhas entre os pontos anula o viés que estes poderiam incluir ao estudo, permitindo observar apenas as variações nas capturas decorrentes das armadilhas utilizadas e não do ponto em que foram instaladas.

No final do período da coleta, a câmara coletora de cada armadilha foi esvaziada e os mosquitos capturados armazenados em recipiente correspondente àquela armadilha. Após a captura os espécimes foram sacrificados com acetato de etila ainda em campo e posteriormente armazenados em recipientes específicos e preservados com sílica em gel. Ao final do período de amostragem (3 dias) recolhiam-se nove amostras relativas à unidade de coleta. Como essa bateria de coletas foi repetida a cada mês durante o período de um ano, ao final deste período o esforço amostral gerou 108 unidades amostrais. No laboratório da Base de Apoio da USP em Parquera – Açu as amostras foram separadas e delas retirados os espécimes não pertencentes à família Culicidae, permanecendo apenas exemplares de interesse para o trabalho. Após isso, as amostras de interesse foram levadas ao Laboratório de Sistemática e Ecologia de Culicidae (LASEC) da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo e identificadas por gênero e posteriormente em nível específico, quando possível. Para as identificações dos espécimes de Culicidae foram utilizadas as chaves dicotômicas para adultos de LANE (1953), CONSOLI e LOURENÇO-DE-OLIVEIRA (1998), FORATTINI (2002), CORREA E RAMALHO (1956) e GALINDO et al. (1954). Os exemplares identificados foram separados em potes de plásticos devidamente etiquetados no qual constavam informações referentes à data, local e armadilha de coleta, assim como a espécie a qual pertencia. Os dados obtidos após a identificação dos espécimes foram utilizados para produzir um banco de dados no programa *Microsoft Excel*.

3.3. ANÁLISE DA DIVERSIDADE DE CULICÍDEOS

Para se obter dados completos a respeito da diversidade de espécies de culicídeos coletados levou-se em consideração tanto a riqueza como a estrutura. Para a riqueza foi mensurado o número de espécies, e para a estrutura mensurou-se a abundância proporcional por meio dos índices de diversidade.

A principal vantagem da utilização de índices para mensurar a diversidade de espécies é que são capazes de resumir informações em um único valor. Estes valores de índices obtidos para diversidade de diferentes locais, ou armadilhas como no caso deste estudo, nos permitem a realização de rápidas comparações que sejam sujeitas à comprovação estatística, como foi discutido por MAGURRAN, 1988, 2004; MORENO 2001.

3.3.1. Montagem do banco de dados e *software* utilizados nas análises

Os dados sobre as identificações dos espécimes e variáveis ambientais, como temperatura máxima, mínima e pluviosidade, foram registrados em banco de dados. As tabulações, gráficos e análises estatísticas foram realizadas nos programas *Microsoft Excel*, *SPSS Versão 13.0*, *PAST Versão 2.12*. e *Software R Versão 2.14.1*

3.3.2. Análises realizadas

Primeiramente, com a utilização do programa *SPSS Versão 13.0*, os dados de abundância foram submetidos aos testes de Levene para verificação da homocedasticidade das variâncias, ou seja, se estas se apresentavam homogêneas. Com o mesmo programa verificou-se a normalidade dos dados por meio dos testes de Shapiro-Wilk e de Kolmogorov-Smirnov.

Posto isso, viu-se que os dados não atendiam a todos os pressupostos necessários para utilização de medidas paramétricas (tamanho da amostra maior do que trinta, variâncias homogêneas e distribuição normal). Optou-se, então, pela utilização de medidas não-paramétricas de análise.

Dessa forma, o teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para a análise de variância das médias dos dados de abundância, riqueza, dominância, diversidade e equabilidade obtidos para as três armadilhas, verificando se houve diferença

significativa entre as armadilhas testadas para essas variáveis. Este teste compara três ou mais grupos não pareados.

Quando a hipótese nula (H_0) é rejeitada, em testes de hipóteses envolvendo três ou mais amostras (neste caso armadilhas), não é possível verificar quais dessas amostras diferiram umas das outras. Assim, houve a necessidade de utilização de testes *a posteriori* (*Post-hoc*) de comparações múltiplas (PONTES e CORRENTE, 2001).

Contextualmente, como o teste de Kruskal-Wallis não indica onde está (em qual das armadilhas) a diferença entre os grupos, utilizou-se o teste de comparações múltiplas de Dunn, também chamado de teste de Bonferroni, que indica qual das armadilhas apresentou maior diferença, nas variáveis testadas, em relação à armadilha CDC-luminosa. Ambos os testes citados foram realizados com a utilização do programa *PAST* Versão 2.12.

Para a verificação da associação entre as armadilhas e captura de táxons em nível de tribo e subfamília utilizou-se o teste de associação de qui-quadrado de Pearson (X^2) com a utilização do programa *SPSS* Versão 13.0.

Os índices de diversidade foram mensurados por meio do programa *PAST* Versão 2.12.

3.3.3. Riqueza e abundância de espécies

Para a realização da análise da composição da fauna de mosquitos foram verificados os valores acumulados do número de espécies (S) e valores acumulados do número de indivíduos (N) em cada armadilha.

Diferenças na abundância capturada por cada armadilha foram testadas através da comparação do número total de mosquitos. A associação entre armadilha e tribo/subfamília foi verificada através do teste de Qui-quadrado de Pearson (X^2) com o auxílio do pacote estatístico *SPSS* 13.0.

Para avaliar a riqueza de mosquitos foi verificada a distribuição dos indivíduos entre as espécies encontradas em cada armadilha no decorrer dos meses de captura. A riqueza foi estimada através do Índice de Margalef (D_{Mg}) (1975) (MAGURRAN, 2004) seguindo a fórmula:

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

Onde S é o número de espécies amostradas e N é o número total de indivíduos de todas as espécies.

Os espécimes que não puderam ser identificados por em nível específico, estarem danificados, foram alocados na categoria “não identificados” e excluídos das análises (BROWN et al., 2008). Para avaliar se as perdas de amostras foram significativas, foi aplicado o teste de Qui-quadrado de Pearson (χ^2) para o número de espécimes danificados capturados nas três armadilhas. O teste de foi realizado no programa SPSS Versão 13.0.

As abreviações dos gêneros e subgêneros adotadas no presente trabalho seguiram a padronização proposta por REINERT, 2001.

3.3.4. Frequência de espécies nas armadilhas

As espécies que apresentaram abundância de um único indivíduo foram classificadas como *singletons* e, aquelas com dois indivíduos *doubletons*. Espécies que foram capturadas em apenas uma amostra (mês de captura) foram classificadas como unicatas e as que foram capturadas em mais de um mês de amostragem duplicatas (KRÜGER, 2006; LIM et al., 2011).

Para verificar a suficiência amostral em relação ao número de espécies capturadas em cada uma das armadilhas, utilizou-se a curva de acúmulo de espécies e os seguintes estimadores não paramétricos de riqueza FERRAZ et al., 2009):

Chao 2, através da fórmula:

$$C2 = S_{obs} + (L^2/2M)$$

Onde S_{obs} é o número de espécies observadas; L é o número de espécies representadas em apenas uma amostra e M é o número de espécies representadas em apenas duas amostras.

Este estimador baseia-se na abundância das espécies e relaciona o número de *singletons* e *doubletons*.

Jackknife de primeira ordem (Jackk1):

$$J1 = S_{obs} + L(n-1/n)$$

Jackknife de segunda ordem (Jackk2):

$$J2 = S_{\text{obs}} + [L(2n-3)/n - M(n-2)^2/n(n-1)]$$

Onde S_{obs} é o número de espécies observadas; L é o número de espécies representadas em apenas uma amostra; M é o número de espécies representadas em apenas duas amostras e n é o número de amostras.

Bootstrap:

$$S_{\text{boot}} = S_{\text{obs}} + \sum (1-p_k)^m$$

Onde S_{obs} é o número total de espécies observadas em todas as capturas agrupadas; p_k é a proporção de amostras que contém a espécie k e m é o número total de capturas. Este estimador é baseado na incidência das espécies.

Os estimadores utilizados foram mensurados com o auxílio do programa estatístico *PAST* Versão 2.12.

3.3.5. Dominância de espécies

Os índices de dominância ponderam a abundância da espécie mais comum. O índice de Berger-Parker (d) (1970) foi utilizado para a determinação das espécies dominantes de acordo com a armadilha. Segue a fórmula:

$$d = N_{\text{Máx}} / N$$

Onde $N_{\text{Máx}}$ é o número de indivíduos da espécie mais abundante e N número de indivíduos de todas as espécies. Esse índice expressa a importância das espécies mais abundantes dentro do total de espécies capturadas.

3.3.6. Similaridade

O Índice de Jaccard (1908) foi utilizado para investigar a similaridade de espécies entre armadilhas pareadas. Este é um índice qualitativo que considera a presença e ausência. Os valores para este índice variam de zero (0) (nenhuma espécie em comum entre os locais) até 1 (total similaridade de espécies).

A fórmula para o cálculo do índice de Jaccard é:

$$C_j = j/(a+b-j)$$

Onde: j é o número de espécies comuns a ambos os locais, a é o número de espécies no local A e b é o número de espécies no local B.

Como índices de similaridade qualitativos não diferenciam o peso das abundâncias relativas das espécies, ou seja, se elas são raras e representadas por um/dois indivíduos ou presentes em maior número de indivíduos, optou-se também por caracterizar a similaridade de espécies entre as armadilhas, utilizando-se abordagem quantitativa (MAGURRAN, 1988; MORENO, 2001; MAGURRAN 2004). Para isso utilizou-se o índice de Sorensen (1957), que considera a abundância das espécies, cuja equação é a que segue:

$$C_n = 2jN/(Na+Nb)$$

Onde jN é a soma da menor abundância de espécie encontrada em ambos os lugares. Na é o número total de indivíduos no local A e Nb é o número total de indivíduos no local B (MAGURRAN, 2004). Este índice, assim como todos os demais índices de similaridade, é influenciado pelo tamanho da amostra.

Para ilustrar a similaridade de espécies, foi construído o diagrama de Venn para cada armadilha.

3.3.7. Diversidade

Para o cálculo da diversidade de espécies utilizou-se o índice de Shannon (1949), que obedece a seguinte equação:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Onde: $p_i = ni/N$. E para isso ni é o número de indivíduos da espécie i e N é o número total de indivíduos capturados pela armadilha (MAGURRAN, 1988; 2002).

Foram estimados os intervalos de confiança para determinar se as diferenças observadas em relação à diversidade de espécies, entre as armadilhas, são estatisticamente significantes (GRUNDMANN et al., 2001).

$$IC = [D - 2 \sqrt{\sigma^2}, D + 2 \sqrt{\sigma^2}]$$

A variância (σ^2) será calculada da seguinte maneira:

$$\sigma^2 = \frac{4}{N} \left[\sum_{i=1}^S \pi_i^3 - \left(\sum_{i=1}^S \pi_i^2 \right) \right]$$

Onde N é o número total de indivíduos (por armadilha) e π_i é a frequência relativa de n_i (espécies)/ N (total de indivíduos):

$$\pi_i = n_i / N$$

3.3.8. Equabilidade

Para avaliar o “equilíbrio” da distribuição das espécies nas armadilhas utilizou-se o índice de Pielou, derivado do índice de Shannon. É uma medida da uniformidade na distribuição dos indivíduos por entre as espécies e seu valor varia entre zero (0) e 1. O valor máximo é atingido quando todas as espécies estão representadas pelo mesmo número de indivíduos. A fórmula para o cálculo desse índice encontra-se a seguir:

$$\text{Pielou: } J' = H' / \ln(S)$$

Onde: H' é o índice de Shannon e S é número de espécies.

3.3.9. Perfis de diversidade de Rényi

Como existem controvérsias sobre quais índices são mais apropriados para a mensuração da diversidade, visto que alguns são mais sensíveis às espécies raras e outros às espécies dominantes, optou-se por utilizar os perfis de diversidade de Rényi que permitem comparar a diversidade encontrada para cada armadilha lançando mão de vários índices juntos.

O perfil de diversidade de Rényi (H_α) é uma técnica para o ranqueamento da diversidade, ordenando as comunidades da menor para a maior diversidade verificada (KINDT et al., 2006). Cada valor do perfil é baseado em um parâmetro de alfa (α), que por sua vez é calculado a partir da abundância proporcional de cada espécie. Esses parâmetros de alfa são sensíveis às mudanças ocorridas na abundância em detrimento da existência de espécies raras e abundantes (TÓTHMÉRÉSZ, 1995). A escala dos parâmetros de alfa varia de zero a infinito,

onde podem ser observados quatro índices de diversidade: riqueza de espécies quando o valor de $\alpha = 0$, índice de Shannon quando $\alpha = 1$, o índice de Simpson quando $\alpha = 2$ e o índice de Berger-Parker quando $\alpha = \text{infinito}$ (KINDT et al., 2001).

Os vários índices de diversidade, calculados por meio do perfil de diversidade, diferem no peso dado a cada um dos componentes enfatizados nesses índices (MELO, 2008). Por exemplo, a riqueza de espécies atribui peso máximo às espécies raras, onde elas apresentam o mesmo peso que aquelas comuns. O índice de Shannon enfatiza a equabilidade das espécies, atribuindo peso intermediário às espécies raras. O índice de Simpson, por sua vez, dá maior importância para a dominância das espécies e o peso das raras é pequeno. Berger-Parker, como é previsível, pondera a abundância das espécies mais frequentes (RICOTTA et al., 2004; MELO, 2008).

A forma do perfil informa sobre a equidade da distribuição das espécies (KINDT e COE, 2005). Um perfil com curvas horizontais indica que todas as espécies têm a mesma distribuição, já uma curva menos horizontal indica que as espécies verificadas não se apresentam tão bem distribuídas.

A significância estatística dos valores obtidos no perfil de diversidade de Rényi foi verificada da mesma maneira como para os demais índices calculados, por meio do teste de Kruskal-Wallis (H).

3.3.10. Correlação dos valores de abundância com dados climáticos

Para verificar a abundância de culicídeos capturados pelas armadilhas ao longo do período de estudo, realizaram-se testes de correlação de Spearman com os valores médios da temperatura média verificada nos 15 dias anteriores à data de captura. Análise semelhante foi realizada com os dados de precipitação acumulada para os 30 dias retrospectivos às capturas.

As informações climáticas foram obtidas não posto de dados meteorológicos localizado na Estação Experimental de Pariquera-Açu, a cerca de 25m de altitude.

4. RESULTADOS

Durante o período de dezembro de 2010 a novembro de 2011 foram capturados mensalmente, em todas as armadilhas, 6.391 espécimes de culicídeos adultos na Fazenda Experimental de Pariquera – Açu, APTA Vale do Ribeira. Destes, 6.347 eram fêmeas (99,31%) e 44 machos (0,69%). A armadilha CDC-luminosa capturou 1.054 espécimes, 2.072 foram obtidos na armadilha CDC+CO₂+lurex3[®] e 3.265 na armadilha Mosquito Magnet[®] Independence.

Do número total de culicídeos, 336 foram danificados durante o procedimento de captura. A CDC-luminosa apresentou 64 espécimes danificados (6,07%), a CDC+CO₂+Lurex3[®] 158 espécimes (7,62%) e a Mosquito Magnet[®] Independence 114 espécimes (3,49%).

A armadilha CDC+CO₂+lurex3[®] apresentou mais indivíduos danificados em relação às demais, de acordo com o teste de qui-quadrado de Pearson ($\chi^2 = 45,171$, gl= 2, $p < 0,0001$). Os indivíduos danificados foram excluídos das análises, permanecendo aqueles que puderam ser identificados em nível específico.

Os 6.055 indivíduos identificados foram distribuídos em 70 categorias taxonômicas pertencentes a 12 gêneros, como mostra a tabela 1.

Tabela 1 - Abundância de culicídeos capturados de acordo com a armadilha empregada na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo, entre dezembro de 2010 a novembro de 2011.

Espécies	CDC luminosa	CDC+CO ₂ +Lurex3 [®]	Mosquito Magnet [®]	Total
Anophelinae				
<i>An. (Ano.) costai</i> Da Fonseca & Da Silva Ramos, 1939	-	8	19	27
<i>An. (Ker.) bellator</i> Dyar & Knab, 1906	-	1	-	1
<i>An. (Ker.) cruzii</i> Dyar & Knab, 1908	-	1	1	2
<i>An. (Nys.) galvaoi</i> Causey Deane & Deane, 1943	1	-	-	1
<i>An. (Nys.) triannulatus</i> (Neiva & Pinto, 1922)	1	-	-	1
Culicinae				
Aedeomyiini				
<i>Ad. (Ady.) squamipennis</i> (Lynch Arribalzaga, 1878)	2	1	-	3
Aedini				
<i>Ae. (Och.) fulvus</i> (Wiedemann, 1828)	-	1	9	10
<i>Ae. (Och.) hastatus/oligopistus</i> Dyar, 1922	-	5	1	6
<i>Ae. (Och.) scapularis</i> (Rondani, 1948)	12	501	275	788
<i>Ae. (Och.) serratus</i> (Theobaldi, 1901)	28	283	113	424

Continua

Continuação Tabela 1

Espécies	CDC luminosa	CDC+CO ₂ + Lurex3 [®]	Mosquito Magnet [®]	Total
<i>Ae. (Och.) serratus/nubilus</i>	7	133	34	174
<i>Ae. (Pro.) argyrothorax</i> Bonne-Wepster & Bonne, 1920	-	1	9	10
<i>Ae. (Stg.) albopictus</i> (Skuse, 1895)	-	-	1	1
<i>Ps. (Gra.) cingulata</i> (Fabricius, 1805)	1	1	2	4
<i>Ps. (Jan.) albigena</i> (Peryassú, 1908)	-	78	186	264
<i>Ps. (Jan.) albipes</i> (Theobald, 1907)	2	71	21	94
<i>Ps. (Jan.) ferox</i> (Von Humboldt, 1819)	2	42	34	78
Culicini				
<i>Cx. (Ads.) amazonensis</i> (Lutz, 1905)	9	2	11	22
<i>Cx. (Cux.) chidesteri</i> Dyar, 1921	9	3	-	12
<i>Cx. (Cux.) eduardoi</i> Casal & Garcia, 1968	2	-	-	2
<i>Cx. (Cux.) nigripalpus</i> Theobald, 1901	94	36	70	200
<i>Cx. (Cux.) quinquefasciatus</i> Say, 1823	-	-	2	2
<i>Cx. (Cux.)</i> sp.	66	34	5	105
<i>Cx. (Cux.)</i> sp. Grupo Coronator	6	3	1	10
<i>Cx. (Mel.) akritos</i> Forattini & Sallum, 1995	3	-	-	3
<i>Cx. (Mel.) bastagarius</i> Dyar & Knab, 1906	7	-	-	7
<i>Cx. (Mel.) faurani</i> Duret, 1968	2	1	1	4
<i>Cx. (Mel.) ocosa</i> Dyar & Knab, 1919	1	-	-	1
<i>Cx. (Mel.) pedroi</i> Sirivanakarn & Belkin, 1980	3	1	-	4
<i>Cx. (Mel.) ribeirensis</i> Forattini & Sallum, 1985	432	86	285	803
<i>Cx. (Mel.) sacchettiae</i> Sirivanakarn & Jakob, 1982	100	77	216	393
<i>Cx. (Mel.)</i> sp. Grupo Atratus	4	3	-	7
<i>Cx. (Mel.)</i> sp. Grupo Pilosus	3	1	3	7
<i>Cx. (Mel.)</i> sp. Seção Melanoconion	26	3	-	29
<i>Cx. (Mel.) spissipes</i> (Theobald, 1903)	1	-	-	1
<i>Cx. (Mel.) vaxus</i> Dyar, 1920	10	-	-	10
<i>Cx. (Mel.) zeteki</i> Dyar, 1918	4	-	-	4
Mansoniini				
<i>Cq. (Rhy.) albicosta</i> (Peryassú, 1908)	1	-	1	2
<i>Cq. (Rhy.) chrysonotum</i> (Peryassú, 1922)	43	167	518	728
<i>Cq. (Rhy.) hermanoi</i> (Lane & Coutinho, 1940)	-	-	1	1
<i>Cq. (Rhy.) venezuelensis</i> (Theobald, 1912)	28	12	50	90
<i>Ma. (Man.) humeralis</i> Dyar & Knab, 1916	-	1	-	1
<i>Ma. (Man.) indubitans</i> Dyar & Shannon, 1925	-	17	65	82
<i>Ma. (Man.) titillans</i> (Walker, 1848)	20	23	75	118
<i>Ma. (Man.) wilsoni</i> (Barreto & Coutinho, 1944)	-	-	3	3
Sabethini				
<i>Li. durhami</i> Theobald, 1901	14	259	545	818
<i>Li. flavisetosus</i> De Oliveira Castro, 1935	1	21	323	345
<i>Ru. (Run.) reversa</i> Lane & Cerqueira, 1942	-	6	10	16
<i>Ru. (Run.) theobaldi</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	-	2	-	2
<i>Sa. (Pey.) ignotus</i> Harbach, 1995	-	-	1	1
<i>Wy. (Dec.) felicia/pampeithes</i> (Dyar & Nunez Tovar, 1928)	-	3	34	37
<i>Wy. (Pho.) bonnei</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	-	1	-	1
<i>Wy. (Pho.) davisii</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	-	1	8	9
<i>Wy. (Pho.) flabellata</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	-	-	1	1
<i>Wy. (Pho.) incaudata</i> Root, 1928	-	-	5	5
<i>Wy. (Pho.) pallidoverter</i> (Theobald, 1907)	-	-	4	4
<i>Wy. (Pho.) pilicauda</i> Root, 1928	-	1	3	4
<i>Wy. (Prl.) confusa</i> (Lutz, 1905)	2	22	169	193
<i>Wy. aporonoma</i> Dyar & Knab, 1906	-	-	30	30
<i>Wy. coenonus/tarsata</i>	-	-	1	1
<i>Wy. howardi/luteoventralis</i>	-	-	2	2

Continua

Continuação Tabela 1

	CDC luminosa	CDC+CO ₂ + Lurex3 [®]	Mosquito Magnet [®]	Total
<i>Wy. melanocephala</i> Dyar & Knab, 1906	-	1	1	2
<i>Wy. personata</i>	1	-	-	1
<i>Wy. roucouyana/chalcocephala</i>	-	-	1	1
Uranotaeniini				
<i>Ur. (Ura.) apicalis</i> Theobald, 1903	5	-	-	5
<i>Ur. (Ura.) calosomata</i> Dyar & Knab, 1907	7	-	-	7
<i>Ur. (Ura.) geometrica</i> Theobald, 1901	2	-	-	2
<i>Ur. (Ura.) lowii</i> Theobald, 1901	2	-	-	2
<i>Ur. (Ura.) mathesoni</i> Lane, 1943	25	-	1	26
<i>Ur. (Ura.) pulcherrima</i> Lynch Arribalzaga, 1891	1	-	-	1
Total de indivíduos	990	1914	3151	6055
Total de espécies	42	41	46	70

O gráfico a seguir (figura 7) demonstra a abundância de culicídeos obtida por cada armadilha no decorrer do período de estudo. Os pontos destacados com os números 2 e 3 representam os meses janeiro e fevereiro de 2011, respectivamente. Eles estão destacados, pois diferem do valor médio das abundâncias dos demais meses. Esses pontos representam os maiores valores de abundância observado na armadilha CDC-luminosa, que capturou 346 indivíduos em janeiro/2011 e 218 indivíduos em fevereiro do mesmo ano.

Seguindo o mesmo critério de maior abundância, os pontos 15, 26 e 27 estão destacados pela mesma razão. O ponto 15 equivale ao mês de fevereiro/2011, onde a CDC+CO₂+lurex3[®] apresentou maior valor de abundância com o registro de 525 indivíduos. Os pontos 26 e 27 correspondem aos meses de janeiro e fevereiro de 2011 onde a armadilha Mosquito Magnet[®] apresentou abundância de 888 e 764 indivíduos, respectivamente.

Figura 7 - Diagrama de caixa indicando a distribuição da abundância de culicídeos verificada por cada armadilha no período compreendido entre dezembro de 2010 e novembro de 2011, na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo.

Para verificar a eficácia das armadilhas em relação à captura de táxons em nível de tribos e subfamílias, optou-se pelo teste de qui-quadrado de Pearson (Tabela 2).

Dessa forma verificou-se que dos 990 espécimes observados na CDC-luminosa (que foram distribuídos em 42 espécies e 10 gêneros), os representantes da tribo Culicini foram capturados em maior número, com 782 espécimes de 19 espécies (tabelas 1 e 2). Esse valor representa 78,99% da abundância total amostrada pela armadilha. Em relação à subfamília Anophelinae, foram amostradas apenas *An (Nys.) galvaoi* e *An. (Nys.) triannulatus*, cada espécie com um único indivíduo (*singleton*). Além destas espécies a armadilha CDC-luminosa apresentou mais 7 *singletons*, 8 *doubletons*, 13 espécies unicatas e 8 duplicatas.

Dessas 38 espécies que foram encontradas em baixa frequência, quatro foram capturadas em maior número nas demais armadilhas. São elas: *Psorophora (Jan.) albipes*, *Ps.(Jan.) ferox*, *Limatus durhami* e *Wy. confusa*.

Desse modo esta armadilha apresentou apenas 34 espécies raras, sendo 15 espécies exclusivamente por ela capturadas.

A CDC+CO₂+lurex3[®] permitiu a captura de 1.914 indivíduos de 41 espécies e 10 gêneros. Os resultados obtidos com o teste de qui-quadrado de Pearson demonstraram que as espécies da tribo Aedini foram mais frequentes nesta armadilha, com 1.116 indivíduos de 10 espécies, o que representou 58,36% da abundância total observada na armadilha.

Em relação à subfamília Anophelinae, foram obtidos 10 espécimes, sendo oito de *An. (Ano.) costai*, um de *An. (Ker.) bellator* e um de *An. (Ker.) cruzii*. Acresce considerar que 14 espécies foram *singletons*, duas *doubletons*, 14 unicas e três duplicatas.

Aedes (Och.) fulvus, *Ae. (Pro.) argyrothorax*, *Cx. (Ads.) amazonensis* e *Wy. (Pho.) davisii* foram amostradas em baixa abundância (todas *singletons*, exceto *Cx. amazonensis*) e baixa incidência (todas unicas, exceto *Cx. amazonensis*) apenas nesta armadilha, passando a serem 29 espécies raras. Apenas quatro espécies foram exclusivas

Em relação à armadilha Mosquito Magnet[®] Independence, a subfamília Anophelinae foi observada em maior número do que nas outras duas, com 19 indivíduos de *An. (Ano.) costai* e um de *An. (Ker.) cruzii*. Vale ressaltar que os resultados do teste de correlação de Pearson demonstraram associação positiva entre a armadilha e representantes da tribo Sabethini.

Dessa maneira, foram capturados 1.138 indivíduos de 17 espécies. Sabethini representou 36,11%, da abundância total capturada pela Mosquito Magnet[®], que foi 3.151 espécimes de 46 espécies e 11 gêneros. Nesta armadilha 13 espécies foram *singletons*, três *doubletons*, 17 unicas e uma duplicata.

Foi observada a presença de 34 espécies em baixa frequência, sendo 13 exclusivas. Três espécies *singletons* apenas nesta armadilha: *Ae. (Och.) hastatus/oligopistus*, *Cx. (Cux.)* sp. Grupo Coronator e *Ur. (Ura.) mathesoni* em um total de 31 espécies raras.

Tabela 2 - Teste de associação empregando valor de qui-quadrado entre abundância do táxon e tipo de armadilha utilizada para captura de Culicidae, na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo.

	CDC- luminosa	%	CDC- CO ₂ +lurex3	%	Mosquito Magnet	%
Culicinae						
Aedeomyiini	2	0,20	1	0,05	0	0,00
Aedini	52	5,25	1116	58,31	685	21,74
Culicini	782	78,99	250	13,06	594	18,85
Mansoniini	92	9,29	220	11,49	713	22,63
Sabethini	18	1,82	317	16,56	1138	36,12
Uranotaeniini	42	4,24	0	0,00	1	0,03
Anophelinae	2	0,20	10	0,52	20	0,63
Total	990	100,00	1914	100,00	3151	100,00

($\chi^2 = 2760,041$; gl=12; $p < 0,0001\%$).

A tabela 3 mostra as espécies vetoras e potencialmente vetoras de patógenos ao homem, que foram capturadas.

Tabela 3 - Espécies vetoras de patógenos, capturadas com abundância superior a dez indivíduos nas três armadilhas utilizadas.

Espécie	Patógeno transmitido	Período de atividade mosquito	Referência
<i>Anopheles costai</i>	protozoário <i>Plasmodium</i> sp.		NATAL et al. 2007
<i>Anopheles bellator</i>	protozoário <i>Plasmodium</i> sp.		MARRELLI et al. 2007
<i>Anopheles curzii</i>	protozoário <i>Plasmodium</i> sp.		MARRELLI et al. 2007
<i>Aedes scapularis</i>	vírus da encefalite equina venezuelensis, febre amarela e Rocio protozoário da filariose bancroftiana	Diurno até crepúsculo vespertino	FORATTINI, 1965 BONA e NAVARRO-SILVA, 2008 FORATTINI et al. 1995
<i>Aedes serratus</i>	Vírus Ilhéus e Oropouche	Diurno	FORATTINI, 1965
<i>Culex nigripalpus</i>	vírus da encefalite do leste, encefalite de São Luis e encefalite do Nilo Ocidental	Crepúsculo vespertino até noturno	TURELL et al. 2005 GUIMARÃES et al. 2000
<i>Culex (Melanoconion) sp.</i>	vírus da encefalite do leste encefalite do oeste, encefalite equina venezuelensis entre outros	Diurno até crepúsculo vespertino	FERRO et al. 2003 FORATTINI, 1965
<i>Coquillettidia venezuelensis</i>	vírus da encefalite do leste Oropouche	Crepúsculo vespertino	FORATTINI, 1965
Continua			

Continuação tabela 3

Espécie	Patógeno transmitido	Período de atividade mosquito	Referência
<i>Mansonia titillans</i>	vírus da encefalite venezuelensis	Diurno até crepúsculo vespertino	SIDWELL et al . 1967
<i>Psorophora ferox</i>	vírus da encefalite venezuelensis São Luis e Rocio	Diurna	FORATTINI, 1965

Os dados de abundância observados nas armadilhas apresentaram um padrão nos primeiros seis meses das capturas (dezembro de 2010 a maio de 2011), isto é, uma das armadilhas apresentou rendimento diferenciado das demais, capturando maior abundância. Porém para os meses seguintes, junho/2011 a novembro/2011, houve alternância no rendimento das armadilhas testadas quanto a capacidade de amostrar maior número de indivíduos. Dessa forma, verificou-se a necessidade de avaliar as armadilhas nestes dois períodos separadamente, realizando-se as mensurações e análises estatísticas a partir dos valores de abundância verificados para os dois grupos de meses.

Para o primeiro período referido, a armadilha Mosquito Magnet® apresentou maior rendimento para abundância em relação às demais. Nos meses seguintes (período de junho/2011 a novembro/2011), no entanto, não se pode destacar uma armadilha como sendo responsável pela maior captura de culicídeos. Isso porque em alguns meses a CDC+CO₂+lurex3® capturou mais indivíduos do que as demais e, em outros, a Mosquito Magnet® obteve maior rendimento, como pode ser evidenciado na figura 08.

Para o período entre dezembro/10 e maio/11, houve diferença significativa em relação à eficácia no número de culicídeos capturados entre as armadilhas, de acordo com os resultados obtidos no teste de Kruskal-Wallis H=5,801 e p=0,05. O teste de Bonferroni apontou que apenas a armadilha Mosquito Magnet® apresentou diferença significativa, p=0,031, em relação à CDC-luminosa, enquanto que a CDC+CO₂+lurex3® obteve valor de p=0,38. Aquela armadilha capturou 2.742 espécimes neste período, a CDC-luminosa e CDC+CO₂+lurex3® amostraram 875 e 1.465 indivíduos, respectivamente.

Entre junho/11 e novembro/11, verificou-se inversão no rendimento das armadilhas (H=6,652; p=0,036 valores obtidos no teste de Kruskal-Wallis) e a CDC+CO₂+lurex3® apresentou-se mais eficaz, capturando 449 indivíduos

($p=0,031$ obtido no teste de Bonferroni). A Mosquito Magnet[®] apresentou 409 ($p=0,037$) e a armadilha CDC-luminosa, 115 exemplares.

Figura 8 - Distribuição da abundância amostrada pelas armadilhas nos meses de dezembro/2010 a novembro/2011 na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo.

A figura 09 apresenta os dados de precipitação acumulada para os 30 dias e a média das temperaturas médias dos 15 dias anteriores à data de captura. Essas informações climáticas foram obtidas no posto de dados meteorológicos localizados na Estação Experimental – APTA Vale do Ribeira. Ressalta-se que a variável umidade não pôde ser verificada, visto que os dados disponíveis eram relativos ao município de Pariquera-Açu e não à Estação Experimental, não sendo possível relacioná-la com a abundância dos mosquitos capturados nas armadilhas.

O teste de Spearman apontou correlação positiva, $r_s=0,49$; $p=0,01$, entre precipitação acumulada e a abundância de culicídeos observada na armadilha CDC-luminosa no primeiro período de capturas. Para a variável temperatura a correlação foi $r_s=0,56$; $p=0,01$, para o mesmo período e armadilha. Em Jun/Nov a correlação entre precipitação acumulada e abundância na armadilha em questão foi $r_s=0,89$; $p=0,01$ e para temperatura $r_s=0,60$; $p=0,01$.

A abundância obtida com a armadilha CDC+CO₂+lurex3[®] apresentou forte correlação positiva, $r_s=0,98$; $p=0,01$ e $r_s=0,97$; $p=0,01$, com os dados de

precipitação acumulada e temperatura média, respectivamente, para o período de Dez/Mai. No período seguinte, a correlação para precipitação acumulada foi $r_s=0,81; p=0,01$ e $r_s=0,96; p=0,01$ para temperatura.

Na armadilha Mosquito Magnet[®] a correlação entre abundância e precipitação acumulada foi $r_s=0,59; p=0,01$ para Dez/Mai e $r_s=0,77; p=0,01$ para Jun/Nov. Quanto à média da temperatura média, a correlação foi positiva para os dois períodos sendo $r_s=0,60; p=0,01$ para Dez/Mai e $r_s=0,93; p=0,01$ para Jun/Nov.

Figura 9 - Distribuição mensal de dados de temperatura e precipitação obtidos no período de dezembro/2010 a novembro/2011 para a Estação Experimental de Pariquera-Açu, São Paulo.

Em relação à capacidade de estimar a riqueza de espécies (figura 10), no primeiro período de meses, as armadilhas CDC+CO₂+lurex[®] e Mosquito Magnet[®] não diferiram significativamente da CDC-luminosa, de acordo com o valor observado no teste de Kruskal-Wallis a 5 % de significância ($H= 5,72; p= 0,06$).

O mesmo teste apontou haver diferença significativa destas duas armadilhas em relação à armadilha CDC-luminosa ($H= 10,89; p=0,004$) para os meses de junho a novembro. Na análise de comparações múltiplas, o teste de Bonferroni mostrou que Mosquito Magnet[®] ($p=0,005$) apresentou diferença

positiva maior, na verificação da riqueza de espécies, em relação a CDC-luminosa do que a CDC+CO₂+lurex3[®] ($p=0,01$).

Figura 10 - Valores para índice de riqueza de Margalef (D_{Mg}) obtidos para as armadilhas nos doze meses de capturas de culicídeos realizadas na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo.

A curva de acúmulo de espécies (figura 11) mostra que já no período de dezembro a maio, a armadilha CDC-luminosa capturou 100% do número total de espécies, por ela amostradas, nos dois períodos atingindo a assíntota. Não houve registro de nenhuma espécie diferente daquelas capturadas anteriormente nos meses de junho a novembro de 2011, deixando a curva totalmente estabilizada ainda no mês de maio.

Para a armadilha CDC+CO₂+lurex3[®], no período Dez/Mai, cerca de 88% do total das espécies haviam sido capturadas. Para o período seguinte apenas cinco espécies diferentes foram obtidas. De acordo com a curva mais espécies poderiam ser obtidas, pois apresenta inclinação ascendente.

O mesmo ocorreu com a armadilha Mosquito Magnet[®], que amostrou no primeiro período (Dez/Mai), 83% das espécies. No período seguinte, o número de espécies observadas apresentou incremento de oito espécies que não haviam sido coletadas anteriormente.

Figura 11 - Curva de acúmulo de espécies capturadas pelas armadilhas CDC-luminosa, CDC+CO₂+lurex3 e Mosquito Magnet, no período de dezembro/2010 a novembro/2011, na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo.

Para se obter a estimativa da riqueza total de espécies que poderiam ser encontradas nas armadilhas, utilizou-se estimadores não paramétricos: Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 e Bootstrap. Os valores obtidos por eles encontram-se na tabela 4 abaixo:

Tabela 4 - Valor esperado para riqueza total de espécies na Estação Experimental de Pariquera-Açu, segundo o estimador mensurado.

Estimador	Riqueza estimada
Chao2	69
Jackk1	72
Jackk2	75
Bootstrap	67

As estimativas de riqueza de espécies obtidas por Bootstrap foram as mais próximas dos valores observados nas armadilhas e as fornecidas por Jackknife2 as mais elevadas.

A armadilha CDC-luminosa foi capaz de capturar $S_{obs.} = 42$ espécies, o que representa 62,7% da riqueza estimada por Bootstrap. A armadilha CDC+CO₂+lurex3[®], amostrou a riqueza de $S_{obs.} = 41$ espécies, ou 61,19% do valor esperado. A Mosquito Magnet[®] foi capaz de amostrar 68,65% da riqueza de espécies estimada por Bootstrap, e apresentou valor de $S_{obs.} = 46$ espécies.

Continuação Tabela 5

Armadilha/Índice	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
C Dominância	0,29	0,19	0,24	0,23	0,36	0,33	0,27	0,24	0,31	0,26	0,48	0,31
A Diversidade	2,07	1,86	1,99	1,89	2,01	1,70	1,61	0,69	1,46	1,59	1,64	1,65
B Diversidade	1,41	2,43	1,65	2,37	2,34	1,91	2,52	1,54	1,99	1,95	1,93	2,10
C Diversidade	2,07	2,46	2,37	2,44	2,20	2,35	2,38	2,26	1,88	2,27	1,87	2,28
A Equabilidade	0,79	0,58	0,64	0,74	0,71	0,63	1,00	1,00	0,75	0,89	0,79	0,72
B Equabilidade	0,61	0,83	0,54	0,81	0,81	0,80	0,89	0,74	0,83	0,76	0,81	0,71
C Equabilidade	0,76	0,77	0,71	0,81	0,70	0,76	0,88	0,88	0,91	0,82	0,73	0,79

A = CDC-luminosa; B = CDC+CO₂+lurex3[®]; C = Mosquito Magnet[®]

Ainda em relação à dominância de espécies, na armadilha CDC-luminosa a espécie mais frequente foi *Culex (Melanoconion) ribeirensis* com 432 indivíduos. Em janeiro/2011, capturou-se 195 indivíduos da espécie tendo-se um valor do índice de Berger-Parker de $d=0,56$.

A espécie de maior dominância na CDC+CO₂+lurex3[®] foi *Aedes (Och.) scapularis* com 501 indivíduos. A maior captura dessa espécie foi realizada em fevereiro/2011 com 280 indivíduos apresentando o valor $d=0,53$. *Aedes (Och.) serratus* apresentou 283 espécimes e pico de captura em novembro de 2011 com 70 indivíduos.

A armadilha Mosquito Magnet[®] apresentou dominância de *Limatus durhami* com total de 545 indivíduos e pico de captura da espécie em fevereiro/2011 quando foram obtidos 129 espécimes. O valor do índice de dominância para *Li. durhami* foi $d=0,24$. Para esta armadilha outras duas espécies foram capturadas em grande número de indivíduos, são elas: *Coquillettidia (Rhynchotaenia) chrysonotum* com 518 indivíduos e *Limatus flavisetosus* com 323 indivíduos. Essas duas espécies foram mais frequentes em fevereiro de 2011, quando foram capturados 185 e 111 representantes, respectivamente.

Os perfis de diversidade obtidos com o índice de Rényi, para os dois períodos de capturas, estão assinalados nas figuras 12 e 13. De acordo com o índice, a medida que o valor de alfa aumenta, maior é a importância dada a dominância de espécies. É possível verificar no eixo x, o valor de alfa= 0 representando a riqueza de espécies, alfa= 1 o índice de Shannon, alfa= 2 o índice de Simpson e alfa= inf o índice de Berger-Parker.

Figura 12 - Perfil de diversidade de Rényi indicando diferenças na diversidade de espécies entre as armadilhas utilizadas, no primeiro período de capturas. A=CDC-luminosa; B=CDC+CO₂+lurex3®; C=Mosquito Magnet®; NS=diferença não significativa; S= significativa.

Figura 13 - Perfil de diversidade de Rényi indicando diferenças na diversidade de espécies entre as armadilhas utilizadas, no segundo período de capturas. A=CDC-luminosa; B=CDC+CO₂+lurex3®; C=Mosquito Magnet®; NS=diferença não significativa; S= significativa.

A figura 12 mostra que, em termos de riqueza de espécies, a armadilha CDC-luminosa apresentou maior rendimento do que as outras duas testadas no período de Dez/Mai. Como houve intersecção das curvas onde a riqueza de espécies tem peso maior, não se pode classificar as armadilhas a partir desse parâmetro, mas apenas apontar uma ordenação parcial da diversidade verificada pelas armadilhas, mensurada pelos demais índices.

Ainda neste período, para o índice de Shannon ($\alpha=2$) o teste de Kruskal-Wallis, com $H=6,50$ e $p=0,03$, apontou haver diferença significativa entre as armadilhas em relação à CDC-luminosa. Tendo o teste de Bonferroni indicado que esta diferença é devida à armadilha Mosquito Magnet[®] Independence ($p=0,008$) e não à CDC+CO₂+lurex3[®] ($p=0,69$), que apresentou valores não significantes estatisticamente. Para o índice de Simpson ($\alpha=2$) (Kruskal-Wallis $H=6,33$; $p=0,04$), o teste de Bonferroni também indicou que a diferença é devida ao rendimento observado pela Mosquito Magnet[®] Independence ($p=0,005$) e não ao da CDC+CO₂+lurex3[®] ($p=0,30$).

Os valores para riqueza de espécies observados no perfil de diversidade, das capturas realizadas no primeiro período, não apresentaram significância estatística ($H=4,22$; $p=0,12$), assim como o índice de Berger-Parker ($\alpha=\text{inf}$) ($H=5,39$; $p=0,07$).

Para as capturas realizadas no período de Jun/Nov (figura 13), no que esse refere à eficácia na captura de espécies ($\alpha=0$) (Kruskal-Wallis $H=9,63$; $p=0,008$), as duas armadilhas testadas apresentaram o mesmo resultado, com o valor de $p=0,01$, de acordo com o teste de Bonferroni. A diversidade apontada pelo índice de Shannon (Kruskal-Wallis $H=9,40$; $p=0,009$) foi maior na Mosquito Magnet[®] Independence ($p=0,005$) do que na CDC+CO₂+lurex3[®] ($p=0,03$). Assim como os valores vistos para o índice de Simpson (Kruskal-Wallis $H=8,64$; $p=0,01$), onde a Mosquito Magnet[®] Independence ($p=0,01$) também apresentou eficácia superior à observada pela armadilha CDC+CO₂+lurex3[®] ($p=0,03$).

Também para o segundo período, verifica-se maior dominância de espécies, índice de Berger-Parker ($\alpha=\text{inf}$), na armadilha Mosquito Magnet[®], mas essa diferença não apresenta significância estatística ($H=3,52$; $p=0,17$).

Quanto à similaridade verificada na composição de espécies amostradas pelas armadilhas, o índice de Jaccard (c_j) (qualitativo), como mostra a tabela 6,

apontou o valor de $c_j = 0,43$ entre CDC-luminosa e CDC+CO₂+lurex3[®] e $c_j = 0,33$ entre aquela e a Mosquito Magnet[®] Independence. Entre CDC+CO₂+lurex3[®] e Mosquito Magnet[®] obteve-se o maior valor de similaridade $c_j = 0,58$, indicando haver maior similaridade na composição das espécies capturadas entre essas duas armadilhas.

O índice de similaridade de Sorensen (Cn)(quantitativo) apresentou valor de $C_n = 0,25$ entre CDC-luminosa e CDC+CO₂+lurex3[®]. Entre as armadilhas CDC-luminosa e Mosquito Magnet[®] o valor do índice foi de $C_n = 0,36$ e, entre esta última e a CDC+CO₂+lurex3[®] $C_n = 0,52$ (maior valor encontrado).

Tabela 6 - Índices de Jaccard e Sorensen para similaridade entre as espécies observadas nas armadilhas utilizadas na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo, entre dezembro/2010 e novembro/2011.

Jaccard (Cj)(qualitativo)			
	CDC-luminosa	CDC+CO ₂ +lurex3 [®]	Mosquito Magnet [®]
CDC-luminosa	1	0,43	0,33
CDC+CO ₂ +lurex3 [®]	0,43	1	0,58
Mosquito Magnet	0,33	0,58	1
Sorensen (Cn)(quantitativo)			
	CDC-luminosa	CDC+CO ₂ +lurex3 [®]	Mosquito Magnet [®]
CDC-luminosa	1	0,25	0,36
CDC+CO ₂ +lurex3 [®]	0,25	1	0,52
Mosquito Magnet [®]	0,36	0,52	1

O diagrama de Venn (figura 14) ilustra a similaridade entre as espécies amostradas e aquelas exclusivamente capturadas por cada armadilha.

De acordo com a figura, a armadilha CDC-luminosa apresentou quinze espécies exclusivamente por ela capturadas. A CDC+CO₂+lurex3[®] apresentou quatro espécies exclusivas e a Mosquito Magnet[®], treze espécies exclusivas. Doze espécies, *Ae. fulvus*, *Ae. hastatus/oligopistus*, *Ae. argyrothorax*, *An. costai*, *An. cruzii*, *Ma. indubitans*, *Ps. albigenu*, *Ru. reversa*, *Wy. felicia/pampithes*, *Wy. davisii*, *Wy. pilicauda* e *Wy. melanocephala*, foram compartilhadas entre as duas armadilhas testes, indicando maior similaridade entre elas.

Entre a armadilha CDC-luminosa e CDC+CO₂+lurex3[®] cinco espécies foram compartilhadas, enquanto que entre a CDC-luminosa e a Mosquito Magnet[®] apenas duas.

Figura 14 - Diagrama de Venn ilustrando a similaridade das espécies capturadas e compartilhadas entre as armadilhas, na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo.

5. DISCUSSÃO

Os resultados apresentados mostraram que as armadilhas testadas obtiveram, estatisticamente, rendimento diferenciado da CDC-luminosa para a estimação da maioria dos índices adotados em pelo menos um dos períodos avaliados.

Para a armadilha Mosquito Magnet® Independence foi possível verificar, com os resultados obtidos, que ela é capaz de capturar maior número de espécimes que a CDC-luminosa, corroborando com os estudos desenvolvidos por DUSFOUR et al. (2010), BROWN et al. (2008) e HOEL et al. (2009). Contudo, esta armadilha pode apresentar viés na estimação da riqueza, uma vez que os cairomônios utilizados atraem em maioria, espécies particulares. Isto é, o ácido láctico e o dióxido de carbono são atrativos específicos para espécies que realizam repasto em mamíferos.

Como visto, a armadilha tem seu rendimento voltado para a captura de espécies que apresentam maior contato com mamíferos e, possivelmente apresente rendimento inferior para amostrar as espécies da comunidade de culicídeos com hábito alimentar e comportamento diferentes.

MISSAWA et al. (2011) realizaram estudo em municípios rurais do Estado de Mato Grosso com a utilização do modelo Mosquito Magnet® Defender como substituição à isca humana. Eles verificaram que esta armadilha captura maior número de indivíduos das espécies *Anopheles (Nys.) triannulatus* e *Anopheles (Nys.) darlingi* do que o método de isca humana, porém, não foi mais eficaz do que o método da armadilha de Shannon.

Sendo a região do Vale do Ribeira propícia ao desenvolvimento de espécies do subgênero *Kerteszia* de *Anopheles* esperava-se encontrar maior abundância desse subgênero na armadilha Mosquito Magnet® Independence. Porém, verificou-se o registro de um único exemplar da espécie *An. (Ker.) cruzii* na armadilha.

FORATTINI et al. (1989b) observaram a existência de grande número de representante da espécie *An. (Ker.) cruzii*, através de outras técnicas como isca humana, aspiração e rede manual em coletas mensais realizadas por período de nove meses. Há a hipótese de que os representantes do subgênero *Kerteszia* estejam, atualmente, com sua abundância diminuída na área de estudo em função

de fatores ligados ao ambiente, como a degradação dos fragmentos de mata (e consequente diminuição do número de criadouros) decorrentes das atividades agrícolas ali exercidas, os tornando inadequados ao desenvolvimento dos indivíduos do subgênero. Com essa diminuição na abundância dos indivíduos, a armadilha pode não ser eficaz em sua captura. Segundo DORVILÉ (1996), o subgênero *Kerteszia* de *Anopheles* está associado a ambientes silvestres, sendo inclusive, indicador de ambientes preservados.

As espécies *Li. durhami* e *Coquillettidia (Rhy.) chrysonotum* foram as mais abundantes na Mosquito Magnet® Independence, o que provavelmente foi devido ao contato dos indivíduos com as plumas dos cairomônios liberados pela armadilha. Essas espécies apresentam ecletismo quanto ao hábito alimentar, sendo mais facilmente atraídos pelos atrativos empregados.

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que a Mosquito Magnet® Independence estimou valores mais elevados para riqueza, em relação às demais armadilhas, no segundo período de capturas. No entanto, a equidade na distribuição dos indivíduos por entre as espécies amostradas, mensurada através do índice de Pielou, não apresentou diferença em relação a armadilha CDC-luminosa.

Segundo BROWN et al. (2008), a maior riqueza verificada nem sempre reflete a diversidade existente no local. Uma vez que a diversidade é determinada tanto pela riqueza específica quanto pela equabilidade (MELO, 2008). Nesse aspecto, a armadilha Mosquito Magnet® Independence não obteve resultado diferente quando comparada as demais.

Vale ressaltar que os modelos comerciais da armadilha em questão foram desenhados para utilização em ambientes domiciliares abertos, onde a dispersão dos atrativos torna-se maior, tais como jardins e quintais. Foram ainda, projetadas para controle de espécies de mosquitos adaptadas às áreas urbanas e não para o estudo da fauna culicidéana em ambientes de mata. No entanto, seu emprego em outros ambientes tem sido estudado por outros autores (HUTCHINSON et al., 2007).

Em relação ao emprego da armadilha para o controle de espécies, foi verificado a utilização da Mosquito Magnet®, modelo *Professional*, em estudos envolvendo a diminuição da população de mosquito-pólvora (*Ceratopogonidae*) em áreas residenciais na Flórida, EUA (CILEK e HALLMON, 2005).

Nesse sentido, a Mosquito Magnet® pode ser utilizada para o controle de representantes da tribo Sabethini e Mansoniini por apresentar maior associação em

sua captura. Nesta tribo encontram-se as espécies *Cq. venezuelensis* e *Mansonia titillans*, vetoras de diversas arboviroses. Já *Coquillettidia chrysonotum* apresenta comportamento agressivo quando em busca de hospedeiro para repasto sendo considerado um grande incômodo.

Por sua vez, a armadilha CDC+CO₂+lurex3[®] apresentou valor para riqueza de espécies muito próximo ao verificado na armadilha CDC-luminosa. A abundância de culicídeos, no entanto, foi maior, muito provavelmente, devido aos atrativos utilizados.

Como visto por KNOLS e MEIJERINK, (1997), SANT'ANA et al. (2002), TORRES-ESTRADA e RODRIGUEZ, (2003) o dióxido de carbono é capaz de influenciar no comportamento de busca por alimento dos mosquitos, indicando a eles a presença de um hospedeiro. Já o ácido láctico é capaz de aumentar a atratividade de algumas espécies dos gêneros *Anopheles*, *Aedes* e *Culex* (KLINE et al., 1990; HOEL et al., 2007).

Os resultados mostraram que as espécies da tribo Aedini, *Aedes* (*Och.*) *scapularis* e *Aedes* (*Och.*) *serratus*, foram dominantes na CDC+CO₂+lurex3[®]. Essas espécies são vetoras de importantes arboviroses. Contudo, em relação à abundância do gênero *Anopheles*, a armadilha registrou apenas 10 do total de 32 exemplares capturados.

A utilização de dióxido de carbono como atrativo em armadilhas do tipo CDC foi estudada anteriormente em ambiente de Mata Atlântica preservada no município de Cananéia por LAPORTA e SALLUM (2011). Os autores observaram que uma CDC com CO₂ capturou 30 espécies diferentes para abundância total de 1.949 indivíduos, com esforço amostral de 576 horas de capturas diurnas, rendimento superior ao encontrado na armadilha utilizada como controle, também uma CDC luminosa, que capturou 62 indivíduos de 7 espécies.

MONTES (2005) observou abundância de 2.219 culicídeos, de 21 espécies e 11 gêneros, em área de mata no Parque Estadual da Cantareira (PEC) em São Paulo com a utilização de quatro armadilhas do tipo CDC iscadas com CO₂ em capturas quinzenais das 16h às 21h por um ano.

Em um estudo realizado para testar a atratividade de diversos compostos sobre culicídeos do Parque Nacional de Everglades, Flórida, EUA, KLINE et al, (1990) verificaram que a utilização de dióxido de carbono como atrativo em armadilhas do tipo CDC aumenta o poder de captura de várias espécies. Também

verificaram que a captura de *Culex (Cux.) nigripalpus* é intensificada com a adição de ácido láctico à armadilha CDC e, que ácido láctico e CO₂ utilizados juntos nestas armadilhas apresentam ação sinérgica na captura de *Wyeomyia mitchelli*.

Os estudos citados mostram que a armadilha CDC com os caïromônios dióxido de carbono e ácido láctico captura maior número de culicídeos adultos do que a CDC-luminosa. No presente estudo, os resultados encontrados para a armadilha CDC+CO₂+lurex3[®], no segundo período de capturas, corroboram com os observados pelos autores. No entanto, para o primeiro período de capturas, seu rendimento não foi superior ao obtido pela armadilha CDC-luminosa em nenhum dos parâmetros de diversidade avaliados.

Alguns estudos comprovam a eficácia da CDC-luminosa para captura e levantamentos entomológicos, como os realizados por SANTOS-NETO e LOZOVEI (2008) que capturaram com a utilização de duas armadilhas CDC-luminosa 1.408 indivíduos de 31 espécies e 10 gêneros em área de Mata Atlântica no Estado do Paraná. Já CARDOSO et al. (2011) capturaram, com o emprego de três CDC-luminosas em 24 capturas mensais das 18h00min as 06h00min, 926 indivíduos de 45 espécies e 7 gêneros em área de Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul.

A luz é um atrativo considerado generalista, uma vez que tanto espécies que apresentam comportamento antropofílico quanto aquelas que se alimentam em outras fontes sanguíneas são atraídas pela luz. Isso porque esse atrativo é capaz de gerar, segundo BARGHINI et al. (2004), uma desordem no sistema de localização do inseto que o leva em direção à fonte luminosa.

Neste estudo a CDC-luminosa apresentou-se fortemente associada com a captura da tribo Culicini, grupo que engloba diversas espécies com importância médica.

Em estudo realizado na mesma área, porém em ambiente aberto de plantação de arroz irrigado, FORATTINI et al. (1989a) utilizando duas armadilhas do tipo CDC com luz e gelo seco como fonte de CO₂, verificaram a existência de 43 espécies para a abundância de 2.690 espécimes. Os autores utilizaram esforço amostral de 16 capturas mensais no período das 17h00min as 21h00min. Pela simples observação da composição de espécies e, guardadas as diferenças entre os estímulos atrativos e esforço amostral empregados, pode-se verificar que os valores por eles obtidos para abundância e riqueza são próximos aos encontrados neste trabalho para as capturas realizadas com a CDC+CO₂+lurex3[®].

Nos perfis de diversidade de Rényi o ordenamento parcial das armadilhas, de acordo com a diversidade por elas amostrada, aponta a Mosquito Magnet® Independence como capturando maior diversidade. No entanto, quando as curvas se intersectam (figura 12) significa que elas não podem ser comparadas sobre aquele parâmetro. Isso porque, cada um dos índices de diversidade ordena, de forma diferente, as mesmas populações de mosquitos capturadas pelas armadilhas.

Com relação à capacidade de atingir a riqueza esperada, mensurada por meio dos estimadores Bootstrap, Chao2, Jackknife1 e Janckknife2, foi observado que, nenhuma das armadilhas testadas mostrou-se eficaz nesse sentido. Os valores para riqueza por elas apresentadas não superaram 70% das espécies estimadas pelo menor valor dos estimadores empregados (tabela 4). Isto pode ser devido ao período de exposição das armadilhas por apenas 18 horas mensais, ou devido à ação direcionada dos caiomônios às espécies com hábito alimentar específico ou que apresentassem ecletismo quanto a fonte para o repasto, evidenciando a especificidade das armadilhas utilizadas.

Apenas a armadilha CDC-luminosa apresentava como atrativo a luz para capturar as espécies de mosquitos, independente de seu comportamento alimentar. No entanto, a armadilha CDC-luminosa pode ter seu rendimento prejudicado, pois, das 18 horas mensais de captura, a luz funcionou como atrativo em metade desse período. Com a instalação das armadilhas as 15h00min, cerca de 3 horas diárias de capturas eram perdidas, pois, ainda havia ocorrência de iluminação natural, anulando o efeito de atratividade desta armadilha. Esta é a limitação apresentada por armadilhas com luz como único atrativo, uma vez que devem ser utilizadas apenas para capturas noturnas, sendo eficazes em estudos para espécies com hábitos noturnos.

Independentemente dos estímulos atrativos empregados nas armadilhas, esperava-se verificar maior rendimento nos meses em que as variáveis ambientais, chuva e temperatura, favorecessem o desenvolvimento e proliferação dos culicídeos, ou seja, os meses em que houve maior precipitação pluviométrica e altas temperaturas. Em contrapartida, nos meses mais secos e com baixas temperaturas o rendimento das armadilhas seria menor, decorrente da influência desses fatores sobre as populações de mosquitos (BONA e NAVARRO-SILVA, 2008).

Essa concordância foi verificada, como mostra a figura 9, quando se observou que a distribuição mensal da abundância dos mosquitos capturados pelas três

armadilhas, no período estudado, acompanhava as variações dos parâmetros ambientais referidos. Para os meses mais quentes e chuvosos do período de estudo, a armadilha Mosquito Magnet® Independence apresentou-se mais eficaz do que as demais. Para os meses mais frios a abundância de mosquitos verificada nas armadilhas diminuiu grandemente. De acordo com SILVA-NETO et al. (1976) *apud* BESERRA et al. (2009), a temperatura é um fator que influencia diretamente o desenvolvimento dos insetos.

Para os meses mais frios e secos, neste estudo compreendido no segundo período de capturas, o rendimento da Mosquito Magnet® Independence pode ser equiparado ao observado na CDC+CO₂+lurex3®. Uma vez que grande número de espécies é compartilhado por ambas as armadilhas, como foi verificado pelos índices de similaridade empregados e ilustrado pelo diagrama de Venn.

É importante mencionar a disparidade de custo dessas armadilhas. A Mosquito Magnet® Independence apresenta custo para aquisição mais elevado. Seu transporte, manutenção e compra de produtos para utilização (como atrativos e o botijão de gás) também são custosos.

A CDC+CO₂+lurex3® por sua vez, apresenta custo elevado no que se refere à aquisição mensal de cilindros de dióxido de carbono e à válvula de alta precisão, que permite a liberação de baixas concentrações, mas comparativamente a Mosquito Magnet, seu custo ainda é mais baixo.

Em relação aos locais para a instalação, a Mosquito Magnet® necessita de superfícies planas para sua montagem, de modo que não fique desequilibrada. Requer automóvel para seu transporte, pois as partes da armadilha, assim como o botijão de gás, são pesadas para carregar a longas distâncias. Isso dificulta a incursão com a armadilha em áreas de mata muito fechada ou com terrenos íngremes.

A CDC+CO₂+lurex3® necessita também de automóvel para transporte, pois o cilindro de CO₂ pesa cerca de 4,5Kg, apresentando a mesma limitação quanto ao transporte. No entanto, pode ser instalada em diversas áreas, desde que apresente mangueira conectora do cilindro de CO₂ ao corpo do aparelho, suficientemente longa que permita, por exemplo, sua instalação na copa arbórea.

Como já mencionado, a CDC-luminosa é limitada a utilização em trabalhos realizados no período noturno, por apresentar atrativo luminoso.

Diante dos resultados aqui apresentados e discutidos, para a captura de determinados táxons as armadilhas demonstraram desempenhos diferentes, sendo um ponto importante a ser considerado em estratégias de vigilância de espécies vetoras onde se queira atingir espécies particulares.

Já para a estimação da diversidade de espécies antropofílicas, estudos mais detalhados que empreguem maior esforço amostral devem ser realizados para avaliar as armadilhas Mosquito Magnet[®] Independence e CDC+CO₂+lurex3[®].

6. CONCLUSÕES

- A armadilha Mosquito Magnet[®] Independence e CDC+CO₂+Lurex3[®] apresentaram rendimento semelhante, quanto à capacidade de amostrar culicídeos adultos, nos meses mais frios e secos do ano.
- Ainda entre essas armadilhas, pode-se observar maior similaridade de espécies.
- Para a captura de determinados táxons, as armadilhas testadas apresentaram desempenhos diferentes, sendo a armadilha CDC-luminosa mais associada com a captura de espécies da tribo Culicini, a Mosquito Magnet[®] Independence apresenta maior associação com a captura de Sabethini e a CDC+CO₂+Lurex3[®] com representantes da tribo Aedini.
- Estudos com maior esforço amostral devem ser realizados para avaliar as armadilhas Mosquito Magnet[®] Independence e CDC+CO₂+Lurex3[®] para a estimação da diversidade de espécies antropofílicas;

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barcellos RL, Berbel GBB, Braga ES, Furtado VV. Distribuição e características do fósforo sedimentar no sistema estuarino lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo, Brasil. *Geochim. Brasil*. 2005; 19(1):022-036.
- Barghini A, Urbinati PR, Natal D. Atração de mosquitos (Diptera: Culicidae) por lâmpadas incandescentes e fluorescentes. *Entomol. Vect.* 2004; 11(4): 611-622.
- Beserra EB, Fernandes CRM, Silva SAO, Silva LA, Santos JW. Efeitos da temperatura no ciclo de vida, exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). *Iheringia, Sér Zool*. 2009; 99(2):142-148.
- Bona ACD, Navarro-Silva MA. Diversidade de Culicidae durante os períodos crepusculares em bioma de Floresta Atlântica e paridade de *Anopheles cruzii* (Diptera: Culicidae). *Rev Bras Zool*. 2008; 25(1):40-48.
- Braks MAH, Meijerink J, Takken W. The response of the malaria mosquito, *Anopheles gambiae*, to two components of human sweat, ammonia and L-lactic acid, in an olfactometer. *Physiological Entomol*. 2001; 26:142-148.
- Brown HE, Paladini M, Cook RA, Kline DL, Barnard D. Effectiveness of mosquito trap in measuring species abundance and composition. *J Med Entomol*. 2008; 45(3): 517-521.
- Burkett DA, Lee WJ, Lee KW, Kim HC, Lee H, Lee JS, Shin EH, Wirtz RA, Cho HW, Claborn DM, Coleman RE, Kim WY, Klein TA. Late season commercial mosquito trap and host seeking activity evaluation against mosquitoes in a malarious área of the Republic of Korea. *The Korean Journal of Parasitology*. 2002; 40(1):45-54.

Cabrini I, Andrade CFS. Resposta de fêmeas de mosquitos ao hospedeiro – Busca por alimentação. Dissertação de mestrado – Ecologia Aplicada - Instituto de Biologia da UNICAMP. 2006. Disponível em [HTTP://www.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/artigos_tecnicos](http://www.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/artigos_tecnicos)

Cardoso JC, Paula MP, Fernandes A, Santos E, Almeida MAB, Fonseca DF, Sallum MAM. Ecological aspects of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in an Atlantic forest area on the north coast of Rio Grande do Sul State, Brazil. *Journal of Vector Ecology*. 2011; 36(1): 175-186.

CIIAGRO – Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Opção município de Pariqueira-Açu. Consultado em 2012 Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Listagens/BH/LBalancoHidricoLocal.asp>

Cilek JE, Hallmon CF. The effectiveness of the Mosquito Magnet trap for reducing biting midge (Diptera: Ceratopogonidae) populations in coastal residential backyards. *J Am Mosq Control Assoc*. 2005; 21(2): 218-221.

Consoli RAGB, Lourenço-de-Oliveira R. Principais mosquitos de importância sanitário no Brasil. Editora FIOCRUZ. 1998. 225p.

Correa RR, Ramalho GR. Revisão de *Phoniomyia* Theobald, 1903 (Diptera: Culicidae, Sabethini). *Folia Clinica et Biologica* 1956; 25(1/6):1-176.

Dennett JA, Vessey NY, Parsons RE. A comparison of seven traps used for collection of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* originating from a large tire repository in Harris County (Houston), Texas. *J Am Mosq Control Assoc*. 2004; 20(4):324-349.

Donatti JE, Gomes AC. Adultrap: descrição de armadilha para adultos de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Rev Bras Entomol*. 2007; 51(2):255-256.

- Dusfour I, Carinci R, Gaborit P, Issaly J, Girod R. Evaluation of four methods for collecting malária vectors in French Guiana. J Econ. Entomol. 2010; 103(3): 973-976.
- Ferraz ACP, Gadelha BQ, Aguiar-Coelho VM. Análise faunística de Calliphoridae (Diptera) da Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. Rev. Brasileira de Entomologia. 2009;53(4):620-628.
- Ferro C, Boshell J, Moncayo AC, Gonzalez M, Ahumada ML, Kang W, Weaver SC. Emerging Infectious Diseases. 2003; 9(1): 49-54.
- Forattini OP. Entomologia médica. Vol 3. Culicini: *Haemagogus*, *Mansonia*, *Culiseta*. Sabethini. Toxorhynchitini. Arboviroses. Filariose bancroftiana. Genética. Editora da Universidade de São Paulo São Paulo. 1965. 416p.
- Forattini OP, Gomes AC, Galati EAB, Rabello EX, Iverson LB. Estudos ecológicos sobre mosquitos culicidae no Sistema da Serra do Mar, Brasil. 1- Observações no ambiente extradomiciliar. Rev Saúde Públ. 1978a; 12:297-325.
- Forattini OP, Gomes AC, Galati EAB, Rabello EX, Iverson LB. Estudos ecológicos sobre mosquitos culicidae no Sistema da Serra do Mar, Brasil. 2- Observações no ambiente domiciliar. Rev Saúde Públ. 1978b; 12:473-496.
- Forattini OP, Gomes AC, Santos JLF, Galati EAB, Rabello EX, Natal D. Observações sobre atividade de mosquitos Culicidae, em mata residual no Vale do Ribeira, S. Paulo, Brasil. Rev. Saúde Públ. 1981; 15:557-586.
- Forattini OP, Gomes AC, Natal D, Santos JLF. Observações sobre a atividade de mosquitos Culicidae em matas primitivas da planície e perfis epidemiológicos de vários ambientes no Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil. Rev. Saúde Públ. 1986; 20(3):178-203.

- Forattini OP, Gomes AC, Natal D, Kakitani I, Marucci D. Preferências alimentares de mosquitos Culicidae no Vale do Ribeira, São Paulo, Estado de São Paulo. Rev Saúde Públ. 1987a; 21(3):171-187.
- Forattini OP, Gomes AC, Natal D, Kakitani I, Marucci D. Frequência domiciliar e endofilia de mosquitos Culicidae no Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil. Rev. Saúde Públ. 1987b; 21(3):188-192.
- Forattini OP, Gomes AC, Kakitani I. Observações sobre mosquitos Culicidae adultos em cultivo irrigado de arroz no Vale do Ribeira, estado de São Paulo, Brasil. Rev Saúde Públ. 1989a; 23(4):307-312.
- Forattini OP, Gomes AC, Natal D, Kakitani I, Marucci D. Preferências alimentares e domiciliação de mosquitos Culicidae no Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil, com especial referência a *Aedes scapularis* e a *Culex (Melanoconion)*. Rev. Saúde Públ. 1989b; 23(1): 9-19.
- Forattini OP, Kakitani I, Massad E, Marucci D. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 2 - Immature stages research at a rice irrigation system location in South- Eastern Brazil. Rev Saúde Públ. 1993a; 27(4):227-236.
- Forattini OP, Kakitani I, Massad E, Marucci D. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 3 – Survey of adults stages at the rice irrigation system and the emergence of *Anopheles albitarsis* in South-Eastern, Brazil. Rev. Saúde Públ. 1993b; 27(5):313:325.
- Forattini OP, Kakitani I, Massad E, Marucci D. Studies on mosquitoes (Diptera:Culicidae) and anthropic environment. 4 – Survey of resting adults and synanthropic behavior in South-Eastern, Brazil. Rev. Saúde Públ. 1993c; 27(6): 398-411.

- Forattini OP, Kakitani I, Massad E, Marucci D. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 9 – Synanthropy and epidemiological vector role of *Aedes scapularis* in South-Eastern Brazil. Rev. Saúde Públ. 1995; 29(3):199-207.
- Forattini OP. Culicidologia Médica - Vol.2: Identificação, Biologia e Epidemiologia. Editora da Universidade de São Paulo. 2002. 864 p.
- Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. Parque Estadual da Campina do Encantado. 2012 Disponível em <http://www.fflorestal.sp.gov.br/hotsites/hotsite/sobre.php>
- Galindo P, Blanton FS, Peyton EL. A revision of the *Uranotaenia* of Panama with notes on other american species of the genus (Diptera, Culicidae). Annals Entomological society of America. 1954; 47(1): 105-177.
- Gama RA, Andrade AJ, Andrade MR, Resende MC, Eiras AE. Avaliação da armadilha HP iscadas com diferentes taxas de liberação de octenol na captura de anofelinos (Diptera: Culicidae) em Brejo do Mutambal, município de Varzelândia, Estado de Minas Gerais. Rev Soc Bras Med Trop. 2007; 10(4):408-410.
- Gibson G, Torr SJ. Visual and olfactory responses of haematophagous Diptera to host stimuli. Med Vet Entomol. 1999; 13: 2-23.
- Gomes AC, Rabello EX, Natal D. Uma nova câmara coletora para a armadilha CDC-miniatura. Rev Saúde Públ. 1985; 19:190-191.
- Gomes AC, Forattini OP, Natal D. Composição e atividade de mosquitos Culicidae. Emprego de armadilha CDC no Vale do Ribeira, Estado de São Paulo, Brasil. Rev Saúde Públ. 1987; 21(5):363-370.

- Grundmann H, Hori S, Tanner G. Determining confidence intervals when measuring genetic diversity and the discriminatory abilities of typing methods for microorganisms. *J. Clin. Microbiol.* 2001;39(11):4190-4192
- Guimarães AE, Gentile C, Lopes CM, Mello RP. Ecology of mosquitoes (Diptera:Culicidae) in areas of Serra do Mar State Park, State of São Paulo, Brazil. II – Habitat distribution. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2000; 95(1): 17-28.
- Hoel DF, Kline DL, Allan SA, Grant A. Evaluation of carbon dioxide, 1-octen-3-ol and acid lactic as baits in Mosquito MagnetTM Pro traps for *Aedes albopictus* in North Central Florida. *J Am Mosq Control Assoc.* 2007; 23(1):11-17.
- Hoel DF, Kline DL, Allan SA. Evaluation of six mosquito traps for collection of *Aedes albipictus* And associated mosquito species in a suburban setting in North Central Florida. *J Am Mosq Control Assoc.* 2009; 25(1):47-57.
- Hutchinson RA, West PA, Lindsay SW. Suitability of two carbon dioxide-baited traps for mosquito surveillance in the United Kingdom. *Bulletin Entomological Reserch.* 2007; 97:591-597.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro. 1992. 92p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/entorno/>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Cartas_e_Mapas/Mapas_Murais. Mapas temáticos, Vegetação. Disponível em http://ibge.gov.br/mapas_ibge/tem_vegetacao.php
- Ivanauskas NM. Caracterização florística e fisionômica da Floresta Atlântica sobre a Formação Pariquera-Açu, na Zona de Morraria Costeira do Estado de São Paulo. Dissertação Universidade Estadual de Campinas. 1997.

- Iverson LB. Epidemia de encefalite por arbovírus na região sul do Estado de São Paulo, Brasil, em 1975 e 1976. – Aspectos da distribuição cronológica e geográfica dos casos. Rev Saúde Públ. 1977;11:375-88.
- Iverson LB. Aspectos da epidemia de encefalite por arbovírus na região do Vale do Ribeira, S. Paulo, Brasil, no período de 1975 a 1978. Rev Saúde Públ. 1980; 14:9-35.
- Kindt R, Degrande A, Turyomurugendo L, Mboosso C, Van Damme P, Simons AJ. Comparing species richness and evenness contributions to on-farm tree diversity for data sets with varying sample sizes from Kenya, Uganda, Cameroon, and Nigeria with randomized diversity profiles. 2001. Disponível em <http://conferences.cms.gre.ac.uk/iufro/proceedings/kindt2.pdf>
- Kindt R, Coe R. Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. Nairobi: World Agroforestry Centre (ICRAF). 2005. Disponível em <http://www.worldagroforestry.org/downloads/publications/PDFs/B13695.pdf>
- Kindt R, Vann Damme P, Simons AJ. Tree diversity in western Kenya: using profiles to characterize richness and evenness. Biodiversity and Conservation. 2006; 15:1253-1270.
- Kline DL, Takken W, Wood JR, Carlson DA. Field studies on the potential of butanone, carbon dioxide, honey extract, 1-octen-3-ol, L-lactic acid and phenols as attractants for mosquitoes. Med Vet Entomol. 1990; 4:383-391.
- Kline DL. Evaluation of various models of propane-powered mosquito traps. J Vector Ecology. 2002; 27(1):1-7
- Knols BGJ, Meijerink J. Odors influence mosquito behavior. Sci & Med. 1997; 4(5):56-63.

- Krüger RF. Análise da riqueza e da estrutura das assembléias de Muscidae (Diptera) no bioma Campos Sulinos, Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de doutorado Universidade Federal do Paraná. 2006. Disponível em <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/1884/3833/1/Tese.pdf>
- Korgaonkar NS, Kumar A, Yadav RS, Kabadi D, Dash AP. Sampling of adult mosquito vectors with Mosquito Magnet™ Pro in Panaji, Goa, India. J Am Mosq Control Assoc. 2008; 24(4):604-607.
- Lane J. Neotropical Culicidae. Vol 2. Editora da Universidade de São Paulo. 1953. 1.112 p.
- Laporta GZ, Sallum MAM. Effect of CO₂ and 1-octen-3-ol attractants for estimating species richness and the abundance of diurnal mosquitoes in the southeastern Atlantic forest, Brazil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 2011; 106(3):279-284.
- Lim GS, Balke M, Meier R. Determining species boundaries in a world full rarity: singletons, species delimitation methods. Systematic Biology. 2011; 60:1-5.
- Magurran AE. Ecological Diversity and its Measurement. University Press, Cambridge. 1988. 179 p.
- Magurran AE. Measuring Biological Diversity. Blackwell Science Ltd. 2004. 256p.
- Marrelli MT, Malafronte RS, Sallum MAM, Natal D. *Kerteszi* subgenus of *Anopheles* associated with the Brazilian Atlantic rainforest: current knowledge and future challenges. Malaria Journal. 2007;6:127.
- McCardle PW, Webb R, Norden BB, Aldrich JR. Evaluation of five trapping systems for the surveillance of gravid mosquitoes in Prince Georges County, Maryland. J Am Mosq Control Assoc. 2004; 20(3):254-260.
- Melo AS. O que ganhamos “confundindo” riqueza de espécies e Equabilidade em um índice de diversidade? Biota Neotrop. 2008; 8(3):21-27.

- Mendonça JT, Katsuragawa M. Caracterização da pesca artesanal no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo, Brasil (1995-1996). *Acta Scientiarum*. 2001; 23(2):535-547.
- Missawa NA, Ribeiro ALM, Maciel GBML, Zeilhofer P. Comparison of capture methods for the diagnosis of adult anopheline populations from State of Mato Grosso, Brazil. *Rev Bras Med Trop*. 2011; 44(5):555-560.
- Montes J. Fauna de Culicidae da Serra da Cantareira, São Paulo, Brasil. *Rev. Saúde Públ*. 2005; 39(4):578-584.
- Moreno CE. Métodos para medir la biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, Vol.1. 2001. 83p.
- Natal D, Urbinatti PR, Malafronte RS, Rezende HR, Cerutti C, Sallum MAM. First Record of *Anopheles (Anopheles) costai* Fonseca & Ramos, 1939 in Espírito Santo State, Brazil. *Rev Inst Med Trop S Paulo*. 2007; 49(5): 323-326.
- Nogueira MCS, Corrente JE, Piedade SMS. Quadrados latinos obtidos por meio de técnicas de confundimento em ensaios fatoriais. *Scientia Agricola*. 2000; 57(3):421-424.
- Nomura ES, Fuzitani EJ, Garcia VA, Junior ERD, Mariotto GA. Aclimatização de mudas de bananeira em substratos contendo resíduo de mineração de areia. *Rev. Ceres*. 2011; 58(4):481-486.
- Pontes ACF, Corrente JE. Comparações múltiplas não paramétricas para o delineamento com um fator de classificação simples. *Rev. Mat. Estat*. 2001; 19:179-197.
- Reinert JF. Revised list of abbreviations for genera and subgenera of culicidae (Diptera) and notes on generic and subgeneric changes. *J Am Mosq Control Assoc*. 2001; 17(1):51-55.

- Ricotta C, Chiarucci A, Avena G. Quantifying the effects of nutrient addition on community diversity of serpentine vegetation using parametric entropy of type α . *Acta Oecologica*. 2004; 25:61-65.
- Ritchie SA, Kline DL. Comparison of CDC and EVS light traps baited with carbon dioxide and octenol for trapping mosquitoes in Brisbane, Queensland (Díptera: Culicidae). *J Aust Ent Soc*. 1995; 34:215-218.
- Sant'Ana AL, Eiras AE, Cavalcante RR. Electroantennographic responses of the *Lutzomyia* (*Lutzomyia*) *longipalpis* (Lutz & Neiva) (Díptera:Psychodidae) to 1-octen-3-ol. *Neotropical Entomology*. 2002; 31(1):13-17.
- Santos KMP, Tatto N. Agenda socioambiental de comunidades quilombolas do Vale do Ribeira. Instituto Socioambiental. 2008. 193p.
- Santos-Neto LZ, Lozovei AL. Aspectos ecológicos de *Anopheles cruzii* e *Culex ribeirensis* (Diptera, Culicidae) da Mata Atlântica de Morretes, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Entomol*. 2008; 52(1):105-111.
- Sidwell RW, Gebhardt LP, Thorpe BD. Epidemiological aspects of Venezuelan equine encephalitis virus infection. *Bact, reviews*. 1967;31(1): 65-81.
- Service MW. Mosquito Ecology - Field sampling methods. Chapman & Hall. 2ªed. 1993. 988p.
- Torres-Estrada JL, Rodriguez MH. Señales físico químicas involucradas em la búsqueda de hospederos y em la inducción de picadura por mosquitos. *Salud Publica de México*. 2003; 45:497-505.
- Tóthmérész B. Comparison different methods for diversity ordering. *J. Vegetation Science*. 1995; 6:283-290.

Turell MJ, Dohm DJ, Sardelis MR, O'Guinn ML, Andreadis TG, Blow JA. An update on the potential of north American mosquitoes (Diptera:Culicidae) to transmit West Nile Virus. *J Med Entomol.* 2005; 42(1):57-62.

Ueno EM, Forattini OP, Kakitani I. Distribuição vertical e sazonal de *Anopheles* (*Kerteszia*) em Ilha Comprida, SP. *Rev Saúde Públ.* 2007; 41(2):269-275.

Anexo 1 - Manuscrito

Manuscrito a ser submetido à revista Memórias do Instituto Oswaldo Cruz.

Avaliação em campo de três armadilhas automáticas para captura de mosquitos (Diptera: Culicidae) em área agrícola de Pariquera- Açu, São Paulo, Brasil.

Ivy Luiz Rodrigues de Sá, Regiane Maria Tironi de Menezes, Maria Anice Mureb Sallum

Departamento de Epidemiologia, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.
Av. Dr. Arnaldo, 715, 01246-904, São Paulo, Brasil.

Os mosquitos (Culicidae) utilizam-se de estímulos físicos (temperatura, umidade) e químicos (odores) para identificar e localizar hospedeiros. Os odores que são atrativos aos mosquitos são chamados de cairomônios e, estão presentes em emanções da pele de vertebrados e no ar por eles expirado (Knols and Meijerink 1997, Gibson and Torr 1999, Torres-Estrada and Rodriguez 2003).

Alguns cairomônios são empregados em armadilhas para aumentar sua atratividade. Um dos mais estudados é o dióxido de carbono, muitas vezes utilizado combinado com outros atrativos como o octenol, ácido láctico e luz, de modo a efetivar e facilitar a captura de culicídeos.

Sabe-se que as diversas armadilhas apresentam rendimento diferenciado na captura. Diante disso, verifica-se necessidade de buscar instrumentos que possam ser mais eficazes para essa amostragem e, que permitam estimar adequadamente a abundância, composição e distribuição de espécies vetoras. Informações que são importantes na estruturação de programas de vigilância.

A armadilha CDC luminosa, idealizada por Sudia and Chamberlain em 1962, é considerada controle padrão para comparações com demais armadilhas, devido ao uso rotineiro em pesquisas entomológicas.

Estudos envolvendo armadilhas Mosquito MagnetTM (Woodstream Corporation, Lititz, PA) foram realizados em vários países e mostraram resultados satisfatórios. Porém, não há

registro da utilização do modelo Mosquito MagnetTM Independence para a investigação da fauna de culicídeos em áreas de Floresta Atlântica. Nesse sentido este trabalho buscou avaliar a eficácia, em campo, das armadilhas Mosquito MagnetTM Independence e CDC+CO₂+lurex3TM, comparando com a CDC-luminosa, para a captura de culicídeos em área agrícola na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil.

Material e Métodos:

Desenho do estudo – Os testes foram realizados em fragmentos de Floresta Atlântica na Estação Experimental de Pariquera-Açu (figura 1), Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil. Selecionou-se três pontos equidistantes um quilômetro. Utilizou-se as armadilhas Mosquito MagnetTM Independence, CDC+CO₂+lurex3TM e CDC-luminosa. As capturas foram realizadas das 15h00min às 21h00min de dezembro de 2010 a novembro de 2011, seguindo o delineamento quadrado latino 3X3, onde cada armadilha ocupava um ponto de coleta por dia, totalizando três dias de amostragem por mês. As identificações dos adultos de Culicidae seguiram as chaves dicotômicas de Lane (1953), Consoli and Lourenço-de-Oliveira (1998), Forattini (2002), Correa and Ramalho (1956) and Galindo et al. (1954).

Figura 15 - Localização do município de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira.

Armadilhas utilizadas – A armadilha CDC-luminosa (CDC-L) utilizada neste trabalho consiste em um motor de aspiração alimentado por quatro pilhas comuns de 1,5 VCC do tipo “AA” ligados por uma fina malha de tecido a uma câmara coletora de metal com fundo removível. Apresenta uma lâmpada incandescente de 3W como atrativo e foi instalada a 1,5m do solo.

A armadilha CDC+CO₂+lurex3TM (CDC+A) apresenta o mesmo princípio de funcionamento que a armadilha descrita anteriormente, exceto por não apresentar luz como atrativo. Em seu lugar apresenta os atrativos CO₂ e ácido láctico. Este fornecido por cartucho de Lurex3TM, comercializado por American Biophysics Corporation, que contém 4,88g de ácido láctico incorporado em 13,8g de matriz gel armazenado em cartucho cilíndrico que libera cerca de 230mg/dia (Hoel et al. 2007). O CO₂ é fornecido por um cilindro 4,5Kg (White MartinsTM) através de mangueira de um metro de comprimento ligado a uma válvula de baixa liberação (SwagelokTM) regulável que permite a liberação de 450-500 ml/min. A altura da instalação da armadilha (1,5 m do solo) e a vazão de CO₂ foram ajustadas de modo a se assemelhar com a armadilha Mosquito MagnetTM Independence.

A armadilha Mosquito MagnetTM Independence (MMI) utiliza gás propano, que através de sua combustão libera atrativos como CO₂, calor e vapor d’água. O calor gerado movimenta o sistema termoelétrico que move uma hélice no interior da armadilha que, por sua vez, empurra os atrativos para fora ao mesmo tempo em que gera um contra-fluxo de ar que aspira aos insetos para dentro da rede coletora (Hoel et al. 2009).

Parâmetros medidos – A eficácia das armadilhas testadas foi verificada por meio de perfis de diversidade de Rényi, que é composto pelos índices de Shannon, índice de Simpson, índice de Berger-Parker e pela riqueza específica, mensurado para os dois períodos de estudo a partir de dados de abundância observados. A similaridade das espécies observadas nas armadilhas

foi verificada pelos índices de Jaccard e Sorensen. Diagrama de Veen foi construído para ilustrar a similaridade entre as espécies bem como aquelas exclusivas em cada armadilha.

Análises estatísticas – Adotou-se o teste de Kruskal-Wallis para análise de variância das médias dos dados de abundância, riqueza, dominância e diversidade obtidas nas três armadilhas. Como teste de comparações múltiplas utilizou-se Bonferroni. Para a verificação da associação entre o táxon capturado e a armadilha utilizou-se o teste de qui-quadrado de Pearson (X^2). Os estimadores de riqueza não-paramétricos Chao2, Jackknife 1, Jackknife 2 e Bootstrap, foram empregados para mensurar a riqueza total esperada.

Resultados:

6.391 culicídeos foram capturados no período estudado por todas as armadilhas. Destes 6.347 eram fêmeas (99,31%) e 44 machos (0,69%). Os 6.055 espécimes não danificados foram distribuídos em 70 categorias taxonômicas e 12 gêneros (tabela 1).

Tabela 7 - Tabela 1 – Abundância de culicídeos capturados de acordo com a armadilha empregada na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo, entre dezembro de 2010 e novembro de 2011.

Espécies	CDC	CDC+CO ₂ + Lurex3 TM	Mosquito Magnet TM	Total
	controle			
<i>Ad. (Ady.) squamipennis</i> (Lynch Arribalzaga, 1878)	2	1	-	3
<i>Ae. (Och.) fulvus</i> (Wiedemann, 1828)	-	1	9	10
<i>Ae. (Och.) hastatus/oligopistus</i> Dyar, 1922	-	5	1	6
<i>Ae. (Och.) scapularis</i> (Rondani, 1948)	12	501	275	788
<i>Ae. (Och.) serratus</i> (Theobaldi, 1901)	28	283	113	424
<i>Ae. (Och.) serratus/nubilus</i>	7	133	34	174
<i>Ae. (Pro.) argyrothorax</i> Bonne-Wepster & Bonne, 1920	-	1	9	10
<i>Ae. (Stg.) albopictus</i> (Skuse, 1895)	-	-	1	1
<i>An. (Nys.) galvaoi</i> Causey Deane & Deane, 1943	1	-	-	1
<i>An. (Nys.) triannulatus</i> (Neiva & Pinto, 1922)	1	-	-	1
<i>An. (Ano.) costai</i> Da Fonseca & Da Silva Ramos, 1939	-	8	19	27
<i>An. (Ker.) bellator</i> Dyar & Knab, 1906	-	1	-	1
<i>An. (Ker.) cruzii</i> Dyar & Knab, 1908	-	1	1	2
<i>Cq. (Rhy.) albicosta</i> (Peryassú, 1908)	1	-	1	2
<i>Cq. (Rhy.) chrysonotum</i> (Peryassú, 1922)	43	167	518	728
<i>Cq. (Rhy.) hermanoi</i> (Lane & Coutinho, 1940)	-	-	1	1
<i>Cq. (Rhy.) venezuelensis</i> (Theobald, 1912)	28	12	50	90
<i>Cx. (Ads.) amazonensis</i> (Lutz, 1905)	9	2	11	22
<i>Cx. (Cux.) chidesteri</i> Dyar, 1921	9	3	-	12
<i>Cx. (Cux.) eduardoi</i> Casal & Garcia, 1968	2	-	-	2
<i>Cx. (Cux.) nigripalpus</i> Theobald, 1901	94	36	70	200
<i>Cx. (Cux.) quinquefasciatus</i> Say, 1823	-	-	2	2

Continua

Continuação

Espécies	CDC controle	CDC+CO ₂ + Lurex3 TM	Mosquito Magnet TM	Total
<i>Cx. (Cux.)</i> sp.	66	34	5	105
<i>Cx. (Cux.)</i> sp. Grupo Coronator	6	3	1	10
<i>Cx. (Mel.) akritos</i> Forattini & Sallum, 1995	3	-	-	3
<i>Cx. (Mel.) bastagarius</i> Dyar & Knab, 1906	7	-	-	7
<i>Cx. (Mel.) faurani</i> Duret, 1968	2	1	1	4
<i>Cx. (Mel.) ocosa</i> Dyar & Knab, 1919	1	-	-	1
<i>Cx. (Mel.) pedroi</i> Sirivanakarn & Belkin, 1980	3	1	-	4
<i>Cx. (Mel.) ribeirensis</i> Forattini & Sallum, 1985	432	86	285	803
<i>Cx. (Mel.) sacchettae</i> Sirivanakarn & Jakob, 1982	100	77	216	393
<i>Cx. (Mel.)</i> sp. Grupo Atratus	4	3	-	7
<i>Cx. (Mel.)</i> sp. Grupo Pilosus	3	1	3	7
<i>Cx. (Mel.)</i> sp. Seção Melanoconion	26	3	-	29
<i>Cx. (Mel.) spissipes</i> (Theobald, 1903)	1	-	-	1
<i>Cx. (Mel.) vaxus</i> Dyar, 1920	10	-	-	10
<i>Cx. (Mel.) zeteki</i> Dyar, 1918	4	-	-	4
<i>Li. durhami</i> Theobald, 1901	14	259	545	818
<i>Li. flavisetosus</i> De Oliveira Castro, 1935	1	21	323	345
<i>Ma. (Man.) humeralis</i> Dyar & Knab, 1916	-	1	-	1
<i>Ma. (Man.) indubitans</i> Dyar & Shannon, 1925	-	17	65	82
<i>Ma. (Man.) titillans</i> (Walker, 1848)	20	23	75	118
<i>Ma. (Man.) wilsoni</i> (Barreto & Coutinho, 1944)	-	-	3	3
<i>Ps. (Gra.) cingulata</i> (Fabricius, 1805)	1	1	2	4
<i>Ps. (Jan.) albigenu</i> (Peryassú, 1908)	-	78	186	264
<i>Ps. (Jan.) albipes</i> (Theobald, 1907)	2	71	21	94
<i>Ps. (Jan.) ferox</i> (Von Humboldt, 1819)	2	42	34	78
<i>Ru. (Run.) reversa</i> Lane & Cerqueira, 1942	-	6	10	16
<i>Ru. (Run.) theobaldi</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	-	2	-	2
<i>Sa. (Pey.) ignotus</i> Harbach, 1995	-	-	1	1
<i>Ur. (Ura.) apicalis</i> Theobald, 1903	5	-	-	5
<i>Ur. (Ura.) calosomata</i> Dyar & Knab, 1907	7	-	-	7
<i>Ur. (Ura.) geometrica</i> Theobald, 1901	2	-	-	2
<i>Ur. (Ura.) lowii</i> Theobald, 1901	2	-	-	2
<i>Ur. (Ura.) mathesoni</i> Lane, 1943	25	-	1	26
<i>Ur. (Ura.) pulcherrima</i> Lynch Arribalzaga, 1891	1	-	-	1
<i>Wy. (Pho.) davisii</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	-	1	8	9
<i>Wy. (Pho.) pallidoventer</i> (Theobald, 1907)	-	-	4	4
<i>Wy. (Dec.) felicia/pampeithes</i> (Dyar & Nunez Tovar, 1928)	-	3	34	37
<i>Wy. (Pho.) bonnei</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	-	1	-	1
<i>Wy. (Pho.) flabellata</i> (Lane & Cerqueira, 1942)	-	-	1	1
<i>Wy. (Pho.) incaudata</i> Root, 1928	-	-	5	5
<i>Wy. (Pho.) pilicauda</i> Root, 1928	-	1	3	4
<i>Wy. (Prl.) confusa</i> (Lutz, 1905)	2	22	169	193
<i>Wy. aporonoma</i> Dyar & Knab, 1906	-	-	30	30
<i>Wy. coenonus/tarsata</i>	-	-	1	1
<i>Wy. howardi/luteoventralis</i>	-	-	2	2
<i>Wy. melanocephala</i> Dyar & Knab, 1906	-	1	1	2
<i>Wy. personata</i>	1	-	-	1
<i>Wy. roucouyana/chalcocephala</i>	-	-	1	1
Total de indivíduos	990	1914	3151	6055
Total de espécies	42	41	46	70

A associação entre táxons, em nível de tribos e subfamília, e armadilha foi verificada pelo teste qui-quadrado de Pearson. Os resultados apresentam-se na tabela 2.

Tabela 8 - Teste de associação empregando valor de qui-quadrado de Pearson entre abundância do táxon capturado e armadilha.

	CDC-Controle	%	CDC-CO2+lurex3 TM	%	Mosquito Magnet TM	%
Culicinae						
Aedeomyiini	2	0,20	1	0,05	0	0,00
Aedini	52	5,25	1116	58,31	685	21,74
Culicini	782	78,99	250	13,06	594	18,85
Mansoniini	92	9,29	220	11,49	713	22,63
Sabethini	18	1,82	317	16,56	1138	36,12
Uranotaeniini	42	4,24	0	0,00	1	0,03
Anophelinae	2	0,20	10	0,52	20	0,63
Total	990	100,00	1914	100,00	3151	100,00

As análises foram realizadas para dois períodos separados: de dezembro/2010 a maio/2011 e junho/2011 a novembro/2011, devido ao alto rendimento verificado para a armadilha MMI no primeiro período referido. Para as capturas realizadas no período posterior, houve alternância no melhor desempenho entre MMI e CDC+A. O teste de Kruskal-Wallis apontou diferença significativa entre as armadilhas, $H=5,80$ e $p=0,05$. O teste de Bonferroni mostrou que a MMI ($p=0,03$) apresentou diferença significativa em relação à abundância de culicídeos, em comparação à CDC-L, no período de dez/2010 a maio/2010. O que não houve na armadilha CDC+A ($p=0,38$). Para jun/11 a nov/11, ambas as armadilhas diferiram da CDC-L (Kruskal-Wallis $H=6,65$; $p=0,03$), apresentando a CDC+A a maior diferença (Bonferroni $p=0,03$) em relação ao CDC-L e a MMI ($p=0,04$).

Figura

16 - Perfis de diversidade de Rényi indicando diferenças na diversidade amostrada pelas armadilhas. A= CDC-controle; B=CDC+CO₂+Iurex3TM; C=Mosquito MagnetTM Independence; S=diferença significativa; NS=diferença não significativa; 2-A= dez/10-mai/11; 2-B=jun/11-Nov/11.

O perfil de diversidade de Rényi mostrou que as curvas construídas para o período dez/10 a mai/11 se intersectam (figura 2-A), sendo não comparáveis quanto à riqueza estimada pelas armadilhas. Para o índice de Shannon, Kruskal-Wallis $H=6,50$; $p=0,03$, o teste de Bonferroni apresentou $p=0,008$ para a MMI e $p=0,69$ para CDC+A. No índice de Simpson, Kruskal-Wallis $H=6,33$; $p=0,04$, os valores para o teste de Bonferroni foram $p=0,005$ para MMI e $p=0,30$ para a CDC+A. Demonstrando um ordenamento parcial da diversidade obtida nas armadilhas, indicando a MMI como a capaz de capturar maior diversidade de espécies. Os valores para riqueza ($\alpha=0$) ($H=4,22$; $p=0,12$) e dominância ($\alpha=\text{Inf}$) ($H=5,39$; $p=0,07$) obtidos para MMI e CDC+A não apresentaram diferença significativa em relação à armadilha controle neste período.

Para o segundo período das capturas o perfil da figura 2-B indica que a MMI é mais eficaz na estimação da diversidade do que as demais. Isso é verificado por meio dos valores obtidos para o índice de Shannon (Kruskal-Wallis $H=9,40$; $p=0,009$), onde a MMI obteve valor $p=0,005$ e CDC+A $p=0,03$ de acordo com o teste de Bonferroni e Simpson (Kruskal-Wallis $H=8,64$; $p=0,01$), que apresentou valor de $p=0,01$ para MMI e $p=0,03$ para a CDC+A, por meio do teste de Bonferroni. A riqueza de espécies (Kruskal-Wallis $H=9,63$; $p=0,008$)

apresentou o mesmo valor entre essas armadilhas, $p=0,01$, segundo o teste de Bonferroni. A dominância não apresentou significância para nenhuma das armadilhas testadas em relação à CDC-controle ($H=3,52$; $p=0,17$).

Os estimadores apontaram haver na área riqueza superior a verificada. Chao2, Jackknife1, Jackknife2, e Bootstrap estimaram 69, 72, 75 e 67 espécies, respectivamente. Quanto à similaridade, houve maior semelhança entre as espécies amostradas pelas armadilhas MMI e CDC+A, de acordo com os valores obtidos pelos índices de Jaccard ($cj=0,58$) e Sorensen ($Cn=0,52$). O diagrama de Veen (figura 3) ilustra as espécies exclusivamente capturadas por cada uma das armadilhas e as espécies compartilhadas por elas.

Espécies compartilhadas**entre:****(A) CDC-luminosa e
CDC+CO₂+lurex3TM (5):**

Ad. squamipennis
Cx. chidesteri
Cx. pedroi
Cx. (Mel) Grupo Atratus
Cx. (Mel.) sp. Seção
Melanoconion

**(B) CDC-luminosa e
Mosquito MagnetTM (2):**

Cq. albicosta
Ur. mathesoni

**(C) CDC+CO₂+lurex3 e
Mosquito MagnetTM (12):**

Ae. fulvus
Ae. hastatus/oligopistus
Ae. argyrothorax
An. costai
An. cruzii
Ma. indubitans
Ps. albigenu
Ru. reversa
Wy. felicia/pampithes
Wy. davisii
Wy. pilicauda
Wy. melanocephala

(D) Todas armadilhas (19):

Ae. scapularis
Ae. serratus
Ae. serratus/nubilus

Cq. chrysonotum
Cq. venezuelensis
Cx. amazonensis
Cx. nigripalpus
Cx. (Cux.) Grupo Coronator
Cx. faurani
Cx. ribeirensis
Cx. sacchettae
Cx. (Cux.) Grupo Pilosus
Li. durhami
Li. flavisetosus
Ma. titilans
Ps. abipes
Ps. cingulata
Ps. ferox
Wy. confusa

Figura 17 - Diagrama de Venn ilustrando a similaridade das espécies capturadas e compartilhadas entre as armadilhas, na Estação Experimental de Pariquera-Açu, Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil.

Discussão:

A armadilha MMI foi capaz de capturar maior número de espécimes que a CDC-luminosa, corroborando com os estudos desenvolvidos por Dusfour et al. (2010), Brown et al. (2008) e Hoel et al. (2009). No entanto, a maior riqueza observada nem sempre reflete a diversidade existente na área (Brown et al. 2008), já que a diversidade é determinada tanto pela riqueza específica quanto pela equabilidade (Melo, 2008). Nesse aspecto, a equabilidade observada na armadilha MMI não diferiu das demais. Esta armadilha tem seu rendimento voltado para a captura de espécies que apresentam maior contato com humanos e, possivelmente apresenta rendimento inferior para amostrar as espécies de culicídeos com hábito alimentar e comportamento diferentes. Missawa et al. (2011) em estudo em municípios rurais do Estado de Mato Grosso, com a utilização do modelo Mosquito MagnetTM Defender, verificaram que esta armadilha obteve melhor resultado para captura de *Anopheles (Nys.) triannulatus* e *Anopheles (Nys.) darlingi* do que o método de isca humana.

Sendo a área aqui estudada propícia ao desenvolvimento de espécies do subgênero *Kerteszia* de *Anopheles* esperava-se encontrar maior dominância desse subgênero na

armadilha MMI. Porém, um único exemplar da espécie *An. (Ker.) cruzii* foi capturado. Para explicar esse resultado, levanta-se a hipótese de que os representantes do subgênero *Kerteszia* estejam, atualmente, com sua abundância diminuída na área de estudo em função de fatores ligados ao ambiente, como a degradação dos fragmentos de mata (e consequente diminuição do número de criadouros) decorrentes das atividades agrícolas ali exercidas, os tornando inadequados ao desenvolvimento dos indivíduos do subgênero. Com essa diminuição na abundância dos indivíduos, a armadilha pode não ser eficaz em sua captura. Segundo DORVILÉ (1996), o subgênero *Kerteszia* de *Anopheles* está associado a ambientes silvestres, sendo inclusive, indicador de ambientes preservados.

Vale ressaltar que os modelos comerciais da armadilha em questão foram planejados para utilização no controle de espécies de isentos em ambientes abertos como jardins e quintais, como visto por Cilek and Hallmon 2005, onde a dispersão dos atrativos é maior. Contudo, seu emprego em diferentes ambientes tem sido estudado por outros autores (Hutchinson et al. 2007).

Por sua vez, a armadilha CDC+A apresentou valor para riqueza de espécies próximo ao verificado na armadilha controle. A abundância de culicídeos, no entanto, foi maior, muito provavelmente, devido aos atrativos utilizados.

A utilização de CO₂ como atrativo em armadilhas do tipo CDC foi estudada em ambiente de Mata Atlântica preservada no município de Cananéia, São Paulo, Brasil por Laporta and Sallum (2011). Os autores observaram que uma CDC com CO₂ capturou 30 espécies para abundância de 1.949 indivíduos, com esforço amostral de 576 horas de capturas diurnas, rendimento superior ao encontrado na armadilha CDC luminosa utilizada como controle, que capturou 62 indivíduos de 7 espécies.

Montes (2005) observou abundância de 2.219 culicídeos, de 21 espécies e 11 gêneros, em área de mata no Parque Estadual da Cantareira (PEC) em São Paulo, Brasil, com a

utilização de quatro armadilhas do tipo CDC iscadas com CO₂ em capturas quinzenais das 16h às 21h por um ano.

Em um estudo sobre atratividade de diversos compostos sobre culicídeos do Parque Nacional de Everglades, Flórida, EUA, Kline et al. (1990) verificaram que a utilização de CO₂ como atrativo em armadilhas do tipo CDC aumenta o poder de captura de várias espécies. Também verificaram que a captura de *Culex (Cux.) nigripalpus* é intensificada com a adição de ácido láctico à armadilha CDC e, que ácido láctico e CO₂ utilizados juntos nestas armadilhas apresentam ação sinérgica na captura de *Wyeomyia mitchelli*.

Alguns estudos comprovam a eficácia da CDC-luminosa para captura em levantamentos entomológicos, como os realizados por Santos-Neto and Lozovei (2008) que capturaram com a utilização de duas armadilhas CDC-luminosa 1.408 indivíduos de 31 espécies e 10 gêneros em área de Mata Atlântica no Paraná, Brasil. Já Cardoso et al. (2011) capturaram, com três CDC-luminosas em 24 capturas mensais das 18h às 06h, 926 indivíduos de 45 espécies e 7 gêneros em área de Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul, Brasil.

A luz é um atrativo considerado generalista, uma vez que tanto espécies que apresentam comportamento antropofílico quanto aquelas que se alimentam em outras fontes sanguíneas são atraídas pela luz. Isso porque esse atrativo é capaz de gerar, segundo Barghini et al. (2004), uma desordem no sistema de localização do inseto que o leva em direção à fonte luminosa.

Nos perfis de diversidade de Rényi o ordenamento parcial das armadilhas, de acordo com a diversidade por elas amostrada, aponta para a MMI como capturando a maior diversidade. No entanto, quando as curvas se intersectam (figura 2-A) significa que elas não podem ser comparadas sobre aquele parâmetro. Isso porque, cada um dos índices de diversidade ordena, de forma diferente, a mesma diversidade de mosquitos capturada pelas armadilhas. No perfil da figura 2-B, o rendimento da MMI foi considerado superior às demais

em relação a eficácia na mensuração da diversidade de espécies, no entanto, a CDC+A também apresentou resultados superiores na estimação da diversidade quando comparada à CDC-luminosa.

Com relação à capacidade de atingir a riqueza esperada, mensurada por meio dos estimadores Bootstrap, Chao2, Jackknife1 e jackknife2, foi observado que, nenhuma das armadilhas testadas mostrou-se eficaz nesse sentido. Os valores para riqueza por elas apresentadas não superaram 70% das espécies estimadas pelo menor valor dos estimadores empregados. Muito provavelmente as armadilhas em questão não foram eficazes na mensuração da riqueza de culicídeos na área de estudo. Isto pode ser devido ao período de exposição das armadilhas por apenas 18 horas mensais, ou devido à ação direcionada dos cairomônios às espécies com hábito alimentar específico ou que apresentassem ecletismo quanto a fonte para o repasto, evidenciando a especificidade das armadilhas utilizadas.

Apenas a armadilha CDC-controle apresentava como atrativo a luz para capturar as espécies de mosquitos independente de seu comportamento alimentar. No entanto, essa pode ter tido seu rendimento prejudicado, pois, das 18 horas mensais de captura, a luz funcionou como atrativo em metade desse período. Com a instalação das armadilhas às 15h, cerca de 3 horas diárias de capturas eram perdidas, pois, ainda havia ocorrência de iluminação natural, anulando o efeito de atratividade desta armadilha.

É importante mencionar a diferença de custo das armadilhas testadas. A MMI tem custo para compra mais elevado. Seu transporte, manutenção, compra dos atrativos e do botijão de gás também são custosos. A CDC+A apresenta custo elevado no que se refere à aquisição mensal de cilindros de CO₂ e à válvula de alta precisão, que permite a liberação de baixas concentrações, mas comparativamente à MMI seu custo é menor.

Diante dos resultados aqui apresentados e discutidos, verifica-se a necessidade de estudos mais detalhados, empregando maior esforço amostral, para a avaliação do rendimento

das armadilhas Mosquito MagnetTM Independence e CDC+CO₂+lurex3TM para levantamento de espécies antropofílicas.

Conclusões:

As armadilhas testadas apresentaram desempenho diferente quanto a capacidade de capturar diferentes táxons. A CDC-luminosa está mais associada com a captura de espécies da tribo Culicini, a Mosquito Magnet[®] Independence com a captura de Sabethini e a CDC+CO₂+Lurex3[®] com representantes da tribo Aedini, o que pode constituir um ponto importante em estratégias de controle de espécies vetoras;

Estudos com maior esforço amostral devem ser realizados para avaliar as armadilhas Mosquito Magnet[®] Independence e CDC+CO₂+lurex3[®] para a estimação da diversidade de espécies antropofílicas;

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP (Processo nº 2005/53973-0 e Processo nº 2010/14268-7) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pelo auxílio financeiro.

Referências Bibliográficas

- Barghini A, Urbinati PR, Natal D. Atração de mosquitos (Diptera: Culicidae) por lâmpadas incandescentes e fluorescentes. Entomol. Vect. 2004; 11(4): 611-622.
- Brown HE, Paladini M, Cook RA, Kline DL, Barnard D. Effectiveness of mosquito trap in measuring species abundance and composition. J Med Entomol. 2008; 45(3): 517-521.
- Cardoso JC, Paula MP, Fernandes A, Santos E, Almeida MAB, Fonseca DF, Sallum MAM. Ecological aspects of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in an Atlantic forest area on the north coast of Rio Grande do Sul State, Brazil. J Vector Ecol. 2011; 36(1): 175-186.

- Cilek JE, Hallmon CF. The effectiveness of the Mosquito Magnet trap for reducing biting midge (Diptera: Ceratopogonidae) populations in coastal residential backyards. J Am Mosq Control Assoc. 2005; 21(2): 218-221.
- Consoli RAGB, Lourenço-de-Oliveira R. Principais mosquitos de importância sanitário no Brasil. Editora FIOCRUZ. 1998. 225p.
- Correa RR, Ramalho GR. Revisão de *Phoniomyia* Theobald, 1903 (Diptera: Culicidae, Sabethini). Folia Clin Biol 1956; 25(1/6):1-176.
- Dusfour I, Carinci R, Gaborit P, Issaly J, Girod R. Evaluation of four methods for collecting malaria vectors in French Guiana. J Econ Entomol. 2010; 103(3): 973-976.
- Forattini OP. Culicidologia Médica - Vol.2: Identificação, Biologia e Epidemiologia. Editora da Universidade de São Paulo. 2002. 864 p.
- Galindo P, Blanton FS, Peyton EL. A revision of the *Uranotaenia* of Panama with notes on other american species of the genus (Diptera, Culicidae). Ann Entomol Soc Am. 1954; 47(1): 105-177.
- Gibson G, Torr SJ. Visual and olfactory responses of haematophagous Diptera to host stimuli. Med Vet Entomol. 1999; 13: 2-23.
- Hoel DF, Kline DL, Allan SA, Grant A. Evaluation of carbon dioxide, 1-octen-3-ol and acid lactic as baits in Mosquito Magnet™ Pro traps for *Aedes albopictus* in North Central Florida. J Am Mosq Control Assoc. 2007; 23(1):11-17.
- Hoel DF, Kline DL, Allan SA. Evaluation of six mosquito traps for collection of *Aedes albopictus* And associated mosquito species in a suburban setting in North Central Florida. J Am Mosq Control Assoc. 2009; 25(1):47-57.
- Hutchinson RA, West PA, Lindsay SW. Suitability of two carbon dioxide-baited traps for mosquito surveillance in the United Kingdom. Bull Entomol Res. 2007; 97:591-597.

- Kline DL, Takken W, Wood JR, Carlson DA. Field studies on the potential of butanone, carbon dioxide, honey extract, 1-octen-3-ol, L-lactic acid and phenols as attractants for mosquitoes. *Med Vet Entomol*. 1990; 4:383-391
- Knols BGJ, Meijerink J. Odors influence mosquito behavior. *Sci & Med*. 1997; 4(5):56-63.
- Lane J. Neotropical Culicidae. Vol 2. Editora da Universidade de São Paulo. 1953. 1.112 p.
- Laporta GZ, Sallum MAM. Effect of CO₂ and 1-octen-3-ol attractants for estimating species richness and the abundance of diurnal mosquitoes in the southeastern Atlantic forest, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2011; 106(3):279-284.
- Melo AS. O que ganhamos “confundindo” riqueza de espécies e Equabilidade em um índice de diversidade? *Biota Neotrop*. 2008; 8(3):21-27.
- Missawa NA, Ribeiro ALM, Maciel GBML, Zeilhofer P. Comparison of capture methods for the diagnosis of adult anopheline populations from State of Mato Grosso, Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2011; 44(5):555-560.
- Montes J. Fauna de Culicidae da Serra da Cantareira, São Paulo, Brasil. *Rev Saude Publica*. 2005; 39(4):578-584.
- Santos-Neto LZ, Lozovei AL. Aspectos ecológicos de *Anopheles cruzii* e *Culex ribeirensis* (Diptera, Culicidae) da Mata Atlântica de Morretes, Paraná, Brasil. *Rev Bras Entomol*. 2008; 52(1):105-111.
- Torres-Estrada JL, Rodriguez MH. Señales físico químicas involucradas em la búsqueda de hospederos y em la inducción de picadura por mosquitos. *Salud Publica Mex*. 2003; 45:497-505.

Anexo 2 – Currículo Lattes

Ivy Luiz Rodrigues de Sá Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/7591906989071078>

Última atualização do currículo em 31/07/2012

Possui graduação em Biologia pela Universidade de Santo Amaro (2007). Apresenta Treinamento técnico em Sistemática de Anopheles da Região Neotropical (2009), onde também adquiriu experiência em organização e manutenção de coleções entomológicas. Atualmente é mestranda pelo departamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Possui experiência na área de Saúde Coletiva com ênfase em entomologia médica. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação**Nome**

Ivy Luiz Rodrigues de Sá

Nome em citações bibliográficas

SÁ, I. L.

Sexo

Feminino

Endereço**Endereço Profissional**

Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública.
Avenida Dr. Arnaldo, 715
Cerqueira Cesar
01246-904 - São Paulo, SP - Brasil
Telefone: (11) 30617731
URL da Homepage: www.fsp.usp.br

Formação acadêmica/titulação**2010**

Mestrado em andamento em Saúde Pública (Conceito CAPES 5).
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
Título: Avaliação em campo de três armadilhas automáticas para capturar mosquitos (Diptera: Culicidae) em área agrícola de Pariquera - Açu, São Paulo, Brasil, Orientador:
Dra. Maria Anice Mureb Sallum.

Maria Anice Mureb Sallum**Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1C**Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/120024772482237>

Última atualização do currículo em 28/08/2012

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (1976), mestrado em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo (1991) e doutorado em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo (1994). Atualmente é docente da mesma universidade. Tem experiência na área de Parasitologia, com ênfase em Entomologia e Malacologia de Parasitos e Vetores, atuando principalmente nos seguintes temas: Entomologia médica, Culicidae, Anopheles, Culex, taxonomia morfológica e molecular, ecologia, biodiversidade e evolução. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação**Nome**

Maria Anice Mureb Sallum

Nome em citações bibliográficas

SALLUM, M. A. M.; Sallum, Maria Anice M.; Sallum, Maria Anice Mureb; Mureb Sallum, Maria A.; Mureb Sallum, Maria A.

Sexo

Feminino

Endereço**Endereço Profissional**

Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública.
AV. DR. ARNALDO, 715 Coleção Entomológica, sala 200
CERQUEIRA CESAR
01246-904 - São Paulo, SP - Brasil
Telefone: (11) 30617731
Fax: (11) 32821898

Formação acadêmica/titulação**2010**

Livre-docência.

Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Título: Estudo taxonômico sobre *Anopheles (Nyssorhynchus) strodei* Root (Diptera: Culicidae). Uma