

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EMILI BORTOLON DOS SANTOS

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE CULICIDAE (INSECTA: DIPTERA) EM
ÁREA DE MATA ATLÂNTICA DO PARANÁ

CURITIBA

2016

EMILI BORTOLON DOS SANTOS

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE CULICIDAE (INSECTA: DIPTERA) EM
ÁREA DE MATA ATLÂNTICA DO PARANÁ

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Mario Antonio Navarro da Silva

CURITIBA

2016

S237e Santos, Emili Bortolon dos
Estrutura da comunidade de culicidae (INSECTA:DIPTERA)
em área de mata atlântica do Paraná. / Emili Bortolon dos
Santos.– Curitiba: UFPR, 2016.

92 f.; il.; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Mario Antonio Navarro da Silva
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas.
Curitiba, PR, 2016.

Bibliografia: f. 72 – 92.

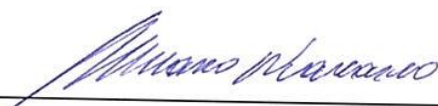
1. Acariformes. 2. Culicideofauna. I.Silva, Mario Antonio
Navarro da. II. Universidade Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas.
III. Título

CDD 22 ed. 595.7

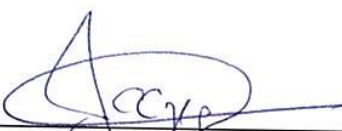
EMILI BORTOLON DOS SANTOS

“ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE CULICIDAE (DIPTERA) EM ÁREA DE
MATA ATLÂNTICA DO PARANÁ, SUL DO BRASIL”

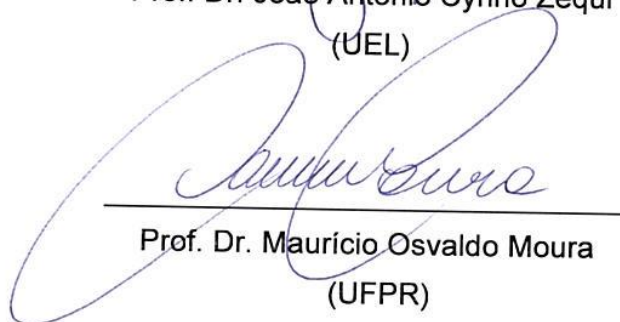
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de “Mestre
em Ciências Biológicas”, no Programa de Pós-graduação em Ciências
Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal
do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Prof. Dr. Mário Antônio Navarro da Silva (Orientador)
(UFPR)



Prof. Dr. João Antonio Cyrino Zequi
(UEL)



Prof. Dr. Maurício Osvaldo Moura
(UFPR)

Curitiba, 15 de fevereiro de 2016.

Dedico este trabalho a meu eterno companheiro, Mario Arthur Favretto, que esteve ao meu lado em todos os momentos com muito amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Sou eternamente grata ao meu namorado, Mario Arthur Favretto, sem o qual, seria muito mais difícil concluir a presente dissertação. Auxiliou-me nas saídas a campo, análises estatísticas e me deu muitas ideias do que discutir no trabalho. Além disso, agradeço imensamente pelo companheirismo, amor e carinho demonstrados a mim, és com certeza um companheiro nota mil.

Agradeço à minha família, especialmente a meus pais, Neli e Enamastor, que de uma forma ou de outra, sempre me deram forças para continuar me dedicando aos estudos; ensinaram-me lições de vida as quais jamais esquecerei e, com certeza levarei para o resto da minha vida. Agradeço também a meus irmãos, Jhousefer e Nathã, que sempre demonstraram um puro amor verdadeiro de irmão.

Agradeço aos miguxinhos Monica Piovesan e Elton Orlandin pelas amizade verdadeira e pelas muitas conversas extremamente produtivas e parceria nas pesquisas.

Sou grata a meu orientador, Mario Antonio Navarro da Silva, que me deu a oportunidade de cursar uma pós-graduação, um dos meus maiores sonhos. Agradeço por todo o conhecimento compartilhado, tive dois anos de muito aprendizado.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Universidade Federal do Paraná por todo o apoio durante o mestrado. E a todos os professores do programa, por terem distribuído seu grande conhecimento. Em especial agradeço ao prof. Mauricio Moura que me ajudou na compreensão de questões de morfometria geométrica.

Com certeza umas das melhores coisas do mestrado foram as poucas amizades que fiz. Agradeço ao Oscar Alexander Aguirre Obando, por ser sempre tão verdadeiro e direto em suas colocações. Ajudou-me muito, principalmente na reta final do mestrado, com nossas muito produtivas conversas. Agradeço à Isadora pela amizade, é uma pessoa linda, por dentro e por fora, sempre tão alegre e atenciosa com todos.

Agradeço aos demais colegas de laboratório, principalmente à Betina Westphal Ferreira por todo o apoio durante o mestrado e pelas dicas ofertadas a mim; à Thalita Bastida Vieira que me ajudou na morfometria geométrica.

Ao senhor Aneuri, responsável pela Floresta Estadual do Palmito, que sempre nos recebeu bem.

Ao Instituto Ambiental do Paraná – IAP, por permitir com que realizássemos a pesquisa na Floresta Estadual do Palmito.

Aos ex-alunos do programa de pós-graduação em Entomologia, Ricardo, Eduardo e Jonny, que fizeram as coletas de culicídeos em 2005, os quais utilizei para as análises de morfometria geométrica.

Aos alunos de pós-graduação da Universidade de São Paulo Camila Lorenz e Rafael Christe, pela contribuição ao meu entendimento de questões de morfometria geométrica.

Ao biólogo Aristides Fernandes, que auxiliou na identificação de espécimes de Culicidae.

Ao Samuel Geremias dos Santos Costa, que identificou os ácaros que estavam parasitando os culicídeos coletados.

Agradeço também a Hans Komplen, da Ohio State University e Warren C. Welbourn, da University of Florida, que confirmaram a identificação de alguns ácaros.

Ao Tiago Machado, que confeccionou o mapa da localização da área de estudo.

Finalmente, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa durante esses 24 meses.

“What makes things baffling is their degree of complexity, not their sheer size; a star is simpler than an insect.”

Martin Rees

"O fato de não podermos explicar plenamente um mistério por meios naturais não significa que ele exija uma explicação sobrenatural."

Michael Shermer em "Cérebro e Crença"

RESUMO

Culicídeos são insetos popularmente conhecidos como mosquitos, pernilongos, carapanãs, muriçocas, entre outras denominações, e fazem parte de um grupo de dípteros onde estão incluídas diversas espécies com competência e capacidade vetorial na transmissão de agentes etiológicos ao homem e outros animais, tanto no ambiente urbano como silvestre. Considerando sua importância sanitária, o presente trabalho teve como objetivo investigar a estrutura da comunidade de Culicidae em área de preservação na região da planície litorânea em Paranaguá, estado do Paraná. Foram coletados culicídeos com auxílio de aspirador de Nasci entre os meses de junho de 2014 a maio de 2015, excetuando-se os meses de julho e agosto. Foi averiguado se fatores abióticos exerceram influência na abundância de Culicidae através de Análise de Correspondência Canônica. Foram verificadas quais espécies de Culicidae estavam parasitadas por ácaros Acariformes e analisada a variação temporal na morfometria geométrica alar de *Anopheles cruzii* e *Psorophora ferox* no período de 2005 e 2014/2015. Para essa última análise foram utilizados culicídeos coletados em 2005 na FEP, bem como os coletados no presente trabalho. Como resultado, foram identificados 1.641 culicídeos até nível específico, distribuídos em dez gêneros e 42 espécies. Foi registrada uma alta riqueza de espécies, em comparação com outros estudos. Os taxa mais abundantes foram *Aedes serratus/nubilus*, *Psorophora ferox* e *Anopheles cruzii*; os dois primeiros foram os que apresentaram maior frequência de ocorrência. *Ae. serratus/nubilus* apresentou maior abundância em abril e maio; *Ps. ferox* de janeiro a abril e *An. cruzii* nos meses de primavera. Os taxa mais parasitados por ácaros foram *Ae. serratus/nubilus*, *Culex vomerifer*, *Culex pedroi* e *Culex sacchettae*; a porcentagem de parasitismo geral foi 0,6%. A maioria dos ácaros foram detectados aderidos ao abdômen dos culicídeos (n = 25), enquanto que 15 ao tórax. Foram identificados três gêneros de ácaros: *Arrenurus*, *Durenia* e *Microtrombidium*. Constatou-se que, tanto *Ps. ferox*, quanto *An. cruzii* não apresentaram variação na forma e tamanho de suas asas em um espaço temporal de dez anos. Entretanto, as duas espécies apresentaram uma alta variabilidade nos anos de coleta, com indivíduos com

características similares, bem como com características diferentes. Foi demonstrado que a estrutura da comunidade de Culicidae na FEP pode variar, seja devido a fatores abióticos, sazonais e até mesmo devido a somente determinadas espécies serem encontradas parasitadas por ácaros. Além disso, demonstrou-se que apesar de não haver muita variação no formato e tamanho de asas em períodos longos, sugere-se que há variação sazonal devido à alta variabilidade na morfometria nos anos de coleta.

Palavras-chave: Acariformes. Culicideofauna. Fatores abióticos. Morfometria geométrica.

ABSTRACT

Mainly known as mosquitoes, culicids are a group of dipterans in which is included several species with competence and vectorial capacity of spreading etiological agents, which can cause diseases to men and others animals, in the urban environment as well as in the wild one. Considering this sanitary importance, this study aimed to investigate the structure of Culicidae community in a preservation area near the litoral of Paraná state, southern Brazil. Mosquitoes were collected with Nasci aspirator between June 2014 and May 2015, except the months of July and August 2014. We verified if the abiotic data exercised influence on the Culicidae abundance through Canonical Correspondence Analysis. Moreover, we analyzed which mosquitoes' species were parasitized by mites and if there was temporal variation in the wing geometric morphometrics of *Anopheles cruzii* and *Psorophora ferox*, both collected in 2005 at Floresta Estadual do Palmito as well as between 2014 and 2015. As results, we identified 1,641 culicids to species level that were distributed in 10 genera and 42 species. A high species richness was detected and the most abundant taxa were *Aedes serratus/nubilus*, *Psorophora ferox* and *Anopheles cruzii*; the first two taxa also presented high frequency of occurrence. *Ae. serratus/nubilus* had its major abundance in April and May 2015; *Ps. ferox*, from January to April 2015 and *An. cruzii* from October to December 2014. The most parasitized taxa were *Ae. serratus/nubilus*, *Culex vomerifer*, *Culex pedroi* and *Culex sacchettae*; the general parasitism percentage was 0.6%. The majority of mites attached in the culicids' abdomen (n = 25), while 15 attached in the thorax. We identified three mites' genera: *Arrenurus*, *Durenia* and *Microtrombidium*. Regarding wing geometric morphometrics, we found no temporal variation in the period with difference of then years for *An. cruzii* and *Ps. ferox*. In general, both species had a high variability in the two periods of collection, with individuals that had similar and different features in both periods. We demonstrated that the culicids community structure at FEP may vary, due to abiotic factors, seasonality and because only determined species were found parasitized by mites. Although there was no temporal variation in the wing size and shape in a long-term period, we suggest

that maybe there is seasonal variation mainly because of the high variability in the years of collection.

Keywords: Abiotic factors. Acariformes. Culicidae fauna. Geometric morphometrics.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Mapa da localização da Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, Paraná. Fonte: A autora (2016)..... 25
- Figura 2. Caracterização da Floresta Estadual do Palmito. A: Escritório. B: Alojamento para pesquisadores. C: Entrada para a floresta. D: Estrada principal dentro da floresta. E: Córrego no interior da floresta. F: Início de uma das trilhas utilizadas para as coletas. Fonte: A autora (2016)..... 26
- Figura 3. Coleta realizada com Aspirador de Nasci na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, Paraná. Fonte: A autora (2016). 29
- Figura 4. *Arrenurus* sp. A – Escudo; B – Visão ventral. *Durenia* sp. C – Escudo. *Microtrombidium* sp. D – Escudo; E – Visão ventral; F – Perna I e II; G – Visão geral. Escala: A, B and H = 100 μ m; C, D, E, F and G = 50 μ m..... 32
- Figura 5. Marcos anatômicos utilizados para *Anopheles cruzii* (A) e *Psorophora ferox* (B)..... 34
- Figura 6. Abundância total em sobreposição com a frequência de ocorrência de cada espécie de mosquito registrado na Floresta Estadual do Palmito, estado do Paraná, sul do Brasil, coletadas entre junho de 2014 e maio de 2015. Fonte: A autora (2016). 39
- Figura 7. Variação do número total de exemplares das espécies mais abundantes de Culicidae coletadas com auxílio de aspirador de Nasci na Floresta Estadual do Palmito, no período de junho de 2014 a maio de 2015. Fonte: A autora (2016). 41
- Figura 8. Ordenação gráfica da Análise de Correspondência Canônica da relação entre abundância dos gêneros de culicídeos e fatores abióticos na Floresta Estadual do Palmito, estado do Paraná, sul do Brasil. Umid – umidade do ar na data de coleta, Pluv 30 – pluviosidade acumulada nos 30 dias anteriores a coleta, Pluv 15 – pluviosidade acumulada nos 15 dias anteriores a coleta, Pluv 7 – pluviosidade acumulada nos 7 dias anteriores a coleta, Tmed – temperatura média na data de coleta, Tmax – temperatura máxima na data de coleta, Tmin – temperatura mínima na data de coleta. Fonte: A autora (2016).43
- Figura 9. Ordenação gráfica da Análise de Correspondência Canônica da relação entre abundância das espécies de culicídeos e fatores abióticos na Floresta Estadual do Palmito, estado do Paraná, sul do Brasil. Umid – umidade do ar na data de coleta, Pluv 30 – pluviosidade acumulada nos 30 dias anteriores a coleta, Pluv 15 – pluviosidade acumulada nos 15 dias anteriores a coleta, Pluv 7 – pluviosidade acumulada nos 7 dias anteriores a coleta, Tmed –

temperatura média na data de coleta, Tmax – temperatura máxima na data de coleta, Tmin – temperatura mínima na data de coleta. Fonte: A autora (2016).44

Figura 10. Análise de componentes principais indicando a sobreposição dos indivíduos de *An. cruzii* coletados em 2005 e entre 2014 e 2015 na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, Paraná..... 48

Figura 11. Imagem do teste de validação cruzada, gerado pela análise discriminante, indicando a sobreposição dos indivíduos de *An. cruzii* coletados em 2005 e entre 2014 e 2015 na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, Paraná. 49

Figura 12. Análise de componentes principais indicando a sobreposição dos indivíduos de *Ps. ferox* coletados em 2005 e entre 2014 e 2015 na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, Paraná..... 50

Figura 13. Imagem do teste de validação cruzada, gerado pela análise discriminante, indicando a sobreposição dos indivíduos de *Ps. ferox* coletados em 2005 e entre 2014 e 2015 na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, Paraná. 51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação das amostragens de Culicíade realizadas na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, estado do Paraná.....	28
Tabela 2. Espécies de Culicidae coletadas na Floresta Estadual do Palmito, no período de junho de 2014 a maio de 2015, utilizando aspirador de Nasci.	37
Tabela 3. Abundância e frequência de ocorrência das espécies de Culicidae coletadas na Floresta Estadual do Palmito entre junho de 2014 e maio de 2015, utilizando aspirador de Nasci.....	39
Tabela 4. Coeficientes canônicos para as variáveis abióticas de cada eixo resultantes da Análise de Correspondência Canônica entre a relação dessas variáveis e a abundância de culicídeos por gênero na Floresta Estadual do Palmito, Paraná, sul do Brasil.....	42
Tabela 5. Coeficientes canônicos para as variáveis abióticas de cada eixo resultantes da Análise de Correspondência Canônica entre a relação dessas variáveis e a abundância de culicídeos das espécies mais abundantes na Floresta Estadual do Palmito, Paraná, sul do Brasil.....	43
Tabela 6. Culicídeos parasitados por ácaros coletados com auxílio de aspirador de Nasci no período de junho de 2014 a maio de 2015 na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, Paraná.....	47
Tabela 7. Local de adesão de cada ácaro em culicídeos coletados com auxílio de aspirador de Nasci no período de junho de 2014 a maio de 2015 na Floresta Estadual do Palmito, Paraná.	47
Tabela 8. Classificação para validação cruzada gerada pela Análise de Função Discriminante para <i>An. cruzii</i> coletados na Floresta Estadual do Palmito, estado do Paraná, sul do Brasil, em 2005 e entre 2014 e 2015.....	49
Tabela 9. Classificação para validação cruzada gerada pela Análise de Função Discriminante para <i>Ps. ferox</i> coletados na Floresta Estadual do Palmito, estado do Paraná, sul do Brasil, entre 2005, 2014 e 2015.....	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	ESTRUTURAÇÃO DE COMUNIDADES	18
1.2	MORFOMETRIA GEOMÉTRICA	22
2	OBJETIVOS	24
2.1	OBJETIVO GERAL	24
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1	LOCAL DE COLETA	25
3.2	PERÍODO DE COLETA	28
3.3	MÉTODO DE COLETA, ARMAZENAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DOS CULICÍDEOS	28
3.4	ÁCAROS	30
3.5	MORFOMETRIA GEOMÉTRICA	33
3.6	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	35
4	RESULTADOS	36
4.1	ESTRUTURA DA COMUNIDADE	36
4.1.1	Abundância e frequência de ocorrência	38
4.1.2	Relação entre os dados bióticos e abióticos	41
4.1.3	Ácaros parasitando Culicidae	45
4.2	MORFOMETRIA GEOMÉTRICA	47
4.2.1	<i>Anopheles cruzii</i>	47
4.2.2	<i>Psorophora ferox</i>	49
5	DISCUSSÃO	52
5.1	ESTRUTURA DA COMUNIDADE	52
5.1.1	Composição da fauna	52
5.1.2	Relação entre dados bióticos e abióticos	56

5.1.3	Culicídeos transmissores de agentes etiológicos	60
5.1.4	Ácaros parasitando Culicidae	63
5.2	MORFOMETRIA GEOMÉTRICA	67
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
7	REFERÊNCIAS.....	72

1 INTRODUÇÃO

Os mosquitos são classificados na ordem Diptera, família Culicidae. Estes insetos surgiram no início do Cretáceo, há cerca de 100 milhões de anos, e os gêneros mais modernos provavelmente originaram-se no Eoceno (entre 55 e 36 milhões de anos atrás) (GRIMALDI; ENGEL, 2005). O fóssil mais antigo de Culicidae trata-se de *Burmaculex antiquus*, do Cretáceo médio (90 a 100 milhões de anos atrás) (HARBACH, 2007). Até meados do século XX, junto aos Culicidae estavam os Chaoboridae e os Dixidae, principalmente devido às suas semelhanças (HARBACH; KITCHING, 1998).

Entretanto, mudanças nas designações relacionadas a subfamílias e tribos fizeram com que Culicidae fosse separada de Chaoboridae e Dixidae (STONE *et al.*, 1959). As mudanças ocorreram principalmente devido às espécies de Culicidae possuírem lábios alongados e, em sua grande maioria, realizarem hematofagia, características que fizeram com que houvesse a separação das famílias (STONE, 1956). Os Culicidae formam um grupo monofilético, ou seja, há espécies que compartilham um ancestral em comum, e, além disso, são um grupo irmão dos Chaoboridae (WOOD; BORKENT, 1989).

Até o momento foram descritas aproximadamente 3.610 espécies de Culicidae no mundo, sendo que a região Neotropical detém 31% destas (HARBACH, 2007; RUEDA, 2008; WRBU, 2016). No Brasil já foram registradas 516 espécies até início de 2016 e os biomas mais estudados são a Amazônia e a Mata Atlântica, onde estão presentes um número expressivo de espécies envolvidas na veiculação de agentes etiológicos causadores de doenças (GUEDES, 2012; WRBU, 2016).

Estes insetos sempre causaram incômodo devido às suas picadas, porém, somente a partir do século XIX tiveram início os estudos da possível relação destes animais com a transmissão de agentes etiológicos causadores de doenças. Em 1876 Patrick Manson apresentou o primeiro registro de culicídeos veiculando agentes etiológicos, no caso o causador da filariose. Essa foi a primeira comprovação da relação entre insetos e transmissão de agentes etiológicos causadores de doenças (ELDRIDGE, 1992).

A veiculação desses agentes é consequência da biologia das fêmeas de Culicidae, que necessitam ingerir sangue de seus hospedeiros, principalmente vertebrados, para ativar mecanismos neuroendócrinos que completam a maturação ovarial. Assim, os nutrientes advindos do sangue complementam as reservas energéticas oriundas da fase larvária, o que faz com que se inicie o processo de deposição de vitelo nos folículos ovarianos (ZHOU *et al.*, 2004).

Sabe-se que as fêmeas de culicídeos necessitam de pelo menos dez aminoácidos oriundos do sangue para poder completar o desenvolvimento de seus ovos, são eles: arginina, isoleucina, leucina, lisina, fenilalanina, treonina, triptofano, valina, histidina e metionina (CLEMENTS, 1963). Além das fêmeas necessitarem de sangue para produção de ovos, acredita-se que elas também utilizam a alimentação sanguínea como fonte de energia em certas circunstâncias (MARQUARDT, 2004).

A alimentação sanguínea é facilitada pela injeção de saliva na superfície onde o culicídeo insere suas peças bucais. A saliva é originada das glândulas salivares, órgãos localizados no tórax desses insetos (FORATTINI, 1996), e contém uma grande variedade de substâncias, como os polipeptídeos. As substâncias contidas na saliva fazem com que esses insetos superem barreiras fisiológicas que encontram. Desse modo, os culicídeos necessitam de mecanismos que os auxiliem

na superação dos obstáculos hemostáticos e inflamatórios dos seus hospedeiros. Assim, a saliva é caracterizada por possuir substâncias que podem auxiliar na vasodilatação, atividade bacteriolítica e anticoagulante, além de outras (MARQUARDT, 2004; SILVA, 2009).

Além da importância na Saúde Pública, devido a serem transmissores de agentes etiológicos, os culicídeos também podem ser indicadores da qualidade de ambientes (DORVILLÉ, 1996) e sabe-se que também atuam como agentes polinizadores, como para a espécie de orquídea *Habenaria obtusata* (THIEN, 1969).

1.1 ESTRUTURAÇÃO DE COMUNIDADES

Estudos de levantamento de espécies, bem como de diversidade e riqueza de Culicidae são importantes para se conhecer as espécies que ocorrem em determinados locais e a estrutura destas populações. Com relação ao estado do Paraná, seu bioma predominante é a Mata Atlântica, e sabe-se que para este bioma já foram registradas cerca de 90 espécies (GUEDES, 2012). No entanto, nesse estado há uma pequena área característica do bioma Cerrado, logo, o número de espécies pode ser mais elevado.

No estado do Paraná, a maior parte dos estudos foi realizada na região litorânea e também na porção meridional da Mata Atlântica (GUEDES, 2012). Destaca-se o estudo realizado por Bona e Navarro-Silva (2008) na Floresta Estadual do Palmito (Paranaguá/PR), onde foi analisada a diversidade de culicídeos coletados nos períodos crepusculares. Foram identificados cerca de 3.500 culicídeos, pertencentes a 25 espécies e quatro tribos diferentes, sendo as espécies mais abundantes *Anopheles cruzii*, *Culex sacchettae* e *Anopheles bellator*.

Em área próxima, na Reserva Natural do Morro da Mina em Antonina, Guedes e Navarro-Silva (2014) realizaram estudo relacionado à composição da comunidade de Culicidae e identificaram mais de sete mil exemplares, distribuídos em 48 espécies, tendo como espécie mais abundante, assim como o estudo anteriormente citado, *Anopheles cruzii*. No município de Piraquara, em área de Mata Atlântica, também foi realizado estudo de levantamento de espécies, no entanto, foi coletado um número muito menor de espécimes (n = 636), com uma alta riqueza (n = 48) (ANJOS; NAVARRO-SILVA, 2008).

Além de realizarem levantamentos de espécies, muitos autores buscam entender como é estruturada a comunidade de Culicidae em determinadas áreas. Mudanças espaciais e temporais na composição dos organismos de uma comunidade estão diretamente ligadas a fatores ambientais (ALMEIDA; LOUZADA, 2009) e esses determinantes podem ser variados. Há estudos que demonstram que, de acordo com o período do ano (sazonalidade), há ou não a presença de certas espécies na área estudada (e.g. AFIFY *et al.*, 2014), e essa distribuição pode ou não estar diretamente ligada com a variação do clima.

Há ainda outros determinantes que podem influenciar na distribuição de espécies de Culicidae, como é o caso da disponibilidade de hospedeiro. Sabe-se que muitos culicídeos possuem preferência para determinados hospedeiros, como é o caso de espécies de *Culex*, que são atraídos por aves (MUÑOZ *et al.*, 2012; BURKETT-CADENA *et al.*, 2014). *Anopheles cruzii*, vetor primário de malária na Mata Atlântica, demonstrou maior preferência por realizar hematofagia em aves, roedores e gambás (SILVA *et al.*, 2012). *Aedes serratus*, *Aedes scapularis* e *Psorophora ferox* formam um grupo de culicídeos que também utilizam aves como hospedeiros. No entanto, essas espécies também se alimentam de mais de uma

fonte alimentar, como cavalos e roedores (SILVA *et al.*, 2012). Por outro lado, muitos culicídeos são oportunistas, realizando hematofagia em hospedeiros que estão mais disponíveis em determinados locais, como o ser humano (CARVALHO *et al.*, 2014).

Deve-se levar ainda em consideração que muitos hospedeiros de Culicidae sofrem variação em sua abundância de acordo com a sazonalidade, como é o caso das aves (JOSENS *et al.*, 2012). Essa variação na abundância dos hospedeiros pode estar ligada diretamente com a sua época reprodutiva, que influencia em diferentes tipos de migração (BURKETT-CADENA *et al.*, 2011). Portanto, de acordo com a época do ano os culicídeos especialistas em determinados hospedeiros precisam alterar sua forma de alimentação e realizar hematofagia nas espécies de vertebrados que estão disponíveis e/ou em atividade reprodutiva.

A abundância de culicídeos pode estar ligada com a quantidade de hospedeiros presentes no local, como relatado por Burkett-Cadena *et al.* (2013). Observou-se, neste estudo, que a abundância de culicídeos foi significativamente maior em locais com a maior presença dos hospedeiros. Foi analisado também se o tipo de habitat influenciaria na maior presença de culicídeos, no entanto, apenas a presença dos vertebrados foi um fator de significativa importância. Embora os autores indiquem que o habitat também pode exercer influência na comunidade de culicídeos.

Não somente o habitat (e.g. floresta, área antropizada) é importante na comunidade de Culicidae, porém, os micro-habitat devem ser levados em consideração. Fêmeas de culicídeos utilizam uma ampla gama de locais para realizar oviposição; este microambiente pode estar seco, sendo passível de inundação devido a regimes chuvosos, ou pode haver a presença de água. Muitas espécies do gênero *Aedes* podem se desenvolver em criadouros temporários, ou seja, poças que

se formam devido ao acúmulo de chuva. Por outro lado, algumas espécies, como *Anopheles cruzii*, têm uma estreita ligação com apenas determinados criadouros, neste caso, bromélias (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002).

É importante ter conhecimento também a respeito de parasitismo em uma comunidade de culicídeos, pois essa relação pode alterar a dinâmica, o desenvolvimento e reprodução dos indivíduos da comunidade. O parasitismo de ácaros em insetos é comum, usualmente observado em ácaros aquáticos sobre insetos que têm ao menos um estágio de vida na água. Entre os insetos hospedeiros, Diptera (Culicomorpha) é um dos principais grupos que são parasitados por ácaros aquáticos (SMITH; OLIVER, 1986). Em relação aos culicídeos, *Arrenurus* spp. e *Parathyas barbiger* são os taxa mais conhecidos por parasitarem um grande número de espécies de Culicidae (DI SABATINO *et al.*, 2000). O primeiro registro de ácaro parasitando culicídeos foi apresentado por DeGeer em 1778, que descreveu a espécie de ácaro denominada *Trombidium culicis* (MULLEN *et al.*, 1975).

Ácaros pertencentes à subordem Parasitengona são conhecidos por serem parasitos em seu estágio larval, utilizando como fonte principal de alimento a hemolinfa de seus hospedeiros (SNELL; HEATH, 2006). Os ácaros que parasitam os culicídeos em sua maioria são aquáticos e, de fato, necessitam atuar como parasitos para atingir a fase de ninfa. Posteriormente, na fase adulta, eles atuam como predadores de ovos e larvas de insetos (ESTEVA *et al.*, 2007). Geralmente os ácaros imaturos se associam com os seus hospedeiros durante sua fase ninfal ou de pupa. Após o surgimento do estágio adulto do hospedeiro, o ácaro se torna um parasito e permanece junto ao inseto até que ele retorne para a água para reprodução ou oviposição, ou então, ele pode se desprender do seu hospedeiro no

ambiente terrestre (ZHANG, 1998; DI SABATINO *et al.*, 2000). Já os ácaros terrestres, como os pertencentes ao gênero *Microtrombidium* (Microtrombidiidae), podem se aderir a culicídeos que têm estágios imaturos em água acumulada no solo, como *Aedes serratus*, que se desenvolve em poças temporárias e menos frequentemente em criadouros permanentes (FORATTINI, 2002).

Os trabalhos sobre ácaros parasitando culicídeos se concentram em alguns países, como é o caso dos Estados Unidos (TSAI *et al.*, 1969; SPURRIER 1998; KIRKHOFF *et al.*, 2013), Paquistão (REISEN; MULLEN, 1978), Alemanha (WERBLOW *et al.*, 2015), Austrália (WILLIAMS; PROCTOR, 2002) e Nova Zelândia (SNELL; HEATH, 2006). No Brasil os estudos com ácaros, em sua maioria, se restringem a estudos de descrição de espécies, associando ao hospedeiro ou registros esporádicos (e.g. TREAT; FLECHTMANN, 1979; HAITLINGER, 1987; HAITLINGER, 2004). Não há levantamentos sistematizados sobre ácaros parasitando Culicidae, até o momento restringindo-se ao trabalho de Flechtmann (1974), onde foi relatado o encontro de uma espécie de culicídeo sendo parasitada por vários ácaros. Deve-se levar em consideração também que Mullen (1975) fez alguns registros de culicídeos sendo parasitados por ácaros que não foram identificados no Brasil.

1.2 MORFOMETRIA GEOMÉTRICA

Morfometria geométrica é o estudo da variação da forma e sua covariação com outras variáveis (BOOKSTEIN, 1991; DRYDEN; MARDIA, 1998). É a análise da forma utilizando-se de coordenadas geométricas cartesianas, muito utilizada em

asas, pois tratam-se praticamente de um órgão bidimensional, o que reduz os erros no momento de digitalizar os marcos anatômicos (DUJARDIN, 2008).

A morfometria geométrica permite a realização de estudos de âmbito temporal em animais. As variações fenotípicas podem ocorrer ao longo do tempo, em uma mesma espécie. Isso porque as condições ambientais e mesmo bióticas, como variação de hospedeiros, influenciam nas características ligadas ao valor adaptativo, que podem variar temporalmente. Uma forma de descrever essas variações fenotípicas é com o uso da morfometria geométrica, que permite detectar variações tanto de tamanho quanto de forma. Um exemplo é o estudo de Vidal *et al.* (2012), que analisaram a variação temporal na morfometria das asas em machos e fêmeas de *Aedes albopictus*, no estado de São Paulo. Os pesquisadores concluíram que a morfologia das asas desta espécie sofre variações em períodos curtos, de menos de um ano, e que esse processo é contínuo.

Processos evolutivos podem atuar na formação de novos padrões no corpo de muitos organismos, no entanto, outros fatores relacionados à variação fenotípica podem estar envolvidos. A disponibilidade de alimentos, presença de predadores e fatores climáticos são elementos que estão associados à mudança na estrutura e tamanho de indivíduos e populações (KINGSOLVER, 1999; HUGNAGEL *et al.*, 2007; BABBIT, 2008; GARDNER *et al.*, 2011).

Mudanças relacionadas às variáveis ambientais podem provocar alterações tanto no tamanho quanto na simetria corpórea de muitos organismos. De acordo com Ayala e colaboradores (2011), houve variação significativa entre tamanho da asa, temperatura e altitude em *Anopheles funestus* em Camarões (África). Essas mudanças são devidas à plasticidade fenotípica, ou seja, a capacidade de certas

espécies terem seus fenótipos alterados sem que mudanças no genótipo sejam necessárias (SCHEINER, 1993).

Os estudos de variação temporal na morfometria geométrica alar de Culicidae são escassos, portanto, é evidente a necessidade de haver um maior número de pesquisas nessa temática, uma vez que a variação no formato e tamanho de asas desses insetos pode talvez estar ligada a processos evolutivos relacionados à resistência a inseticidas, por exemplo. Porém, além desse fator relevante, há a necessidade de se entender melhor sobre a biologia das espécies, que pode estar diretamente conectada com as adaptações sofridas ao longo do tempo, devido a uma série de fatores, como os abióticos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar a estrutura da comunidade de Culicidae em área de floresta ombrófila densa na planície litorânea do Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a influência de fatores abióticos na estruturação da comunidade de Culicidae;
- Identificar espécies de Culicidae parasitadas por ácaros;

- Determinar se existe variação temporal em características morfométricas de *Psorophora ferox* e *Anopheles cruzii*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE COLETA

O estudo foi desenvolvido na Floresta Estadual do Palmito, localizada no município de Paranaguá, estado do Paraná, sul do Brasil ($25^{\circ} 35' S$ e $48^{\circ} 32' W$). A área possui 530 hectares de vegetação nativa, tratando-se de uma Unidade de Conservação de uso sustentável (Figura 1). Delimita-se ao sul com a rodovia PR-407, ao norte com o Canal da Cotinga (Baía de Paranaguá), a leste com o rio dos Almeidas e a oeste com o Ribeirão das Correias.

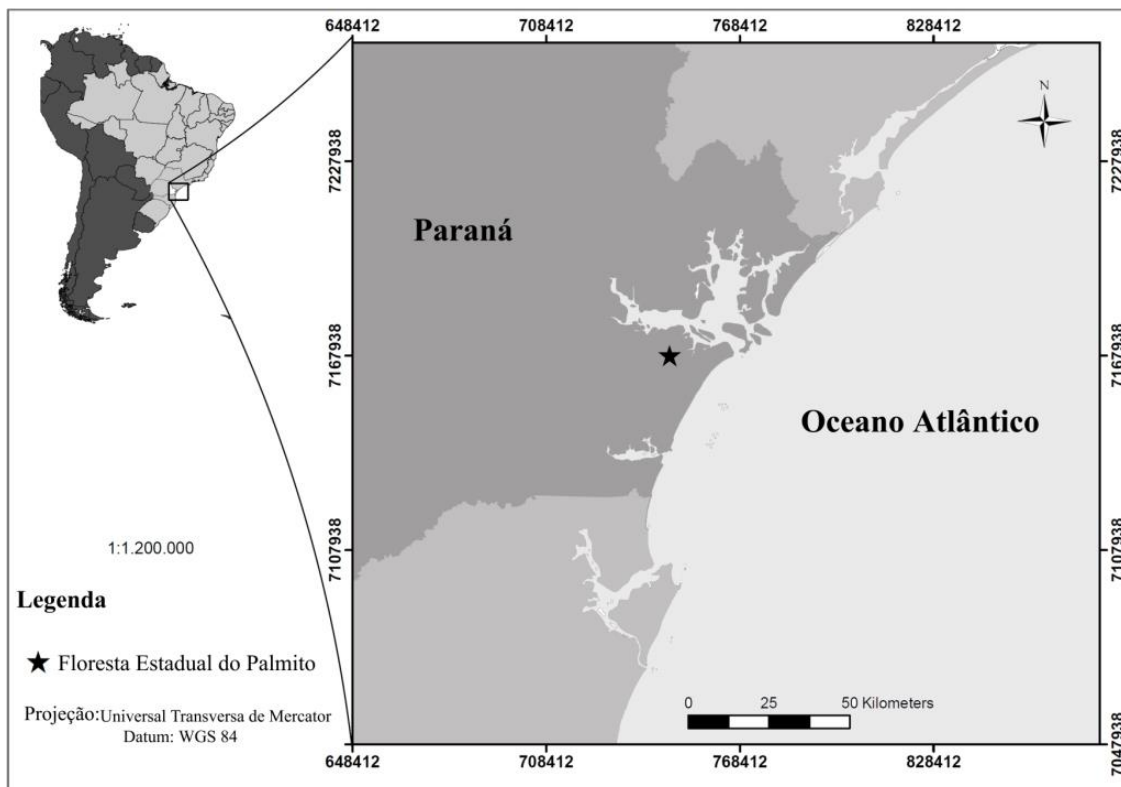


Figura 1. Mapa da localização da Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, Paraná. Fonte: A autora (2016).

Próximo à entrada da floresta estadual, há residências de funcionários, escritório de administração, centro de visitantes, banheiros, cozinha, museu e guarita. Em seu interior há uma estrada de aproximadamente oito quilômetros de extensão, passando por áreas de floresta e restinga, finalizando em manguezal (Figura 2).

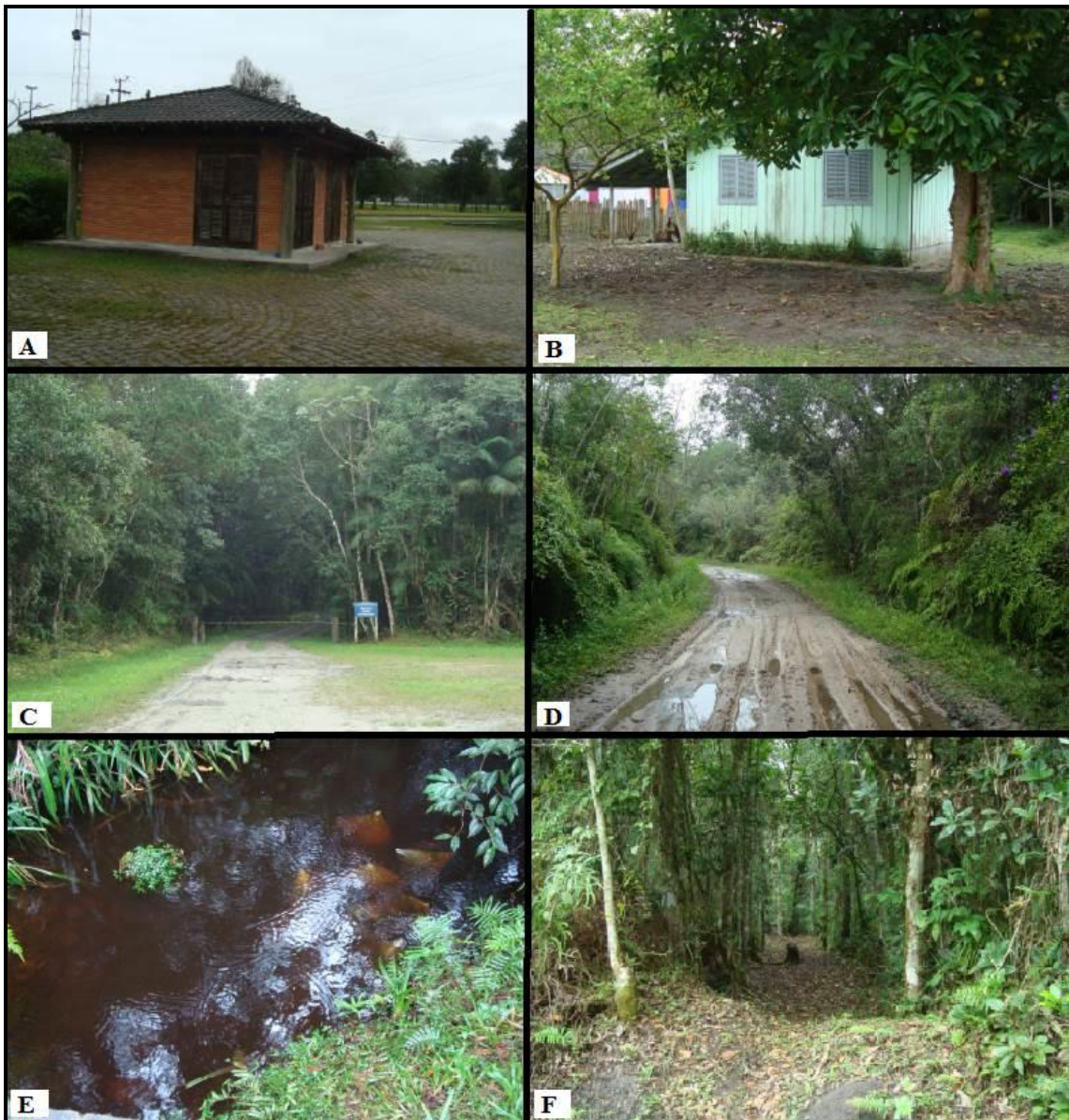


Figura 2. Caracterização da Floresta Estadual do Palmito. A: Escritório. B: Alojamento para pesquisadores. C: Entrada para a floresta. D: Estrada principal dentro da floresta. E: Córrego no interior da floresta. F: Início de uma das trilhas utilizadas para as coletas. Fonte: A autora (2016).

A área de estudo é caracterizada como Cfa, tendo clima subtropical. A temperatura média nos meses mais frios fica em torno de 18°C e a dos meses mais quentes é 22°C. As geadas são pouco frequentes e o verão geralmente é quente e chuvoso, no entanto, não há estação seca bem definida, conforme classificação de Köppen (IAPAR, 2010). A precipitação média anual é de 1.950 mm e os meses mais chuvosos são janeiro e fevereiro, a distribuição de chuvas durante o ano mantém a floresta predominantemente úmida, sendo que a média anual da umidade relativa é 85% (BOEGER; WISNIEWSKI, 2003; CARRANO, 2006).

A vegetação da área é classificada como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (FODTB), no entanto, na localidade há vegetação com influência marinha (restinga), flúvio-marinha (manguezal) e áreas antropizadas. Na Floresta Estadual do Palmito, as maiores extensões de vegetação são caracterizadas por FODTB, cuja formação arbórea é composta por indivíduos que chegam a mais de 20 metros de altura. Como elementos arbóreos dessa vegetação cita-se *Tapirira guianensis* Aubl., *Euterpe edulis* Mart., *Tabebuia umbellata* (Sond.), *Ocotea pulchella* Mart., *Miconia cubatanensis* Hoehne, *Rapanea umbellata* (Mart.), *Ficus luschnatiana* (Miq.), *Pouteria beaurepairei* (Glaz. & Raunk.) e *Symplocos uniflora* (Pohl) (CARRANO, 2006).

O manguezal é encontrado ao longo do ribeirão dos Correias e rio dos Almeidas, sendo caracterizado principalmente pela presença das espécies *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn., *Avicennia schaueriana* Stapf & Lehm. e *Rhizophora mangle* L. Estas espécies formam um estrato, cuja altura média é de quatro metros, constituindo um tipo vegetacional caracterizado por ser fisionomicamente uniforme (CARRANO, 2006).

A vegetação da Floresta Estadual do Palmito sofreu ação antrópica por cerca de 100 anos devido a práticas agrícolas, como utilização para cultivo de abacaxi e mandioca (SIMÕES; MARQUES, 2007). No entanto, após utilização para esses fins, a área está transformada no sentido de sua preservação. Na área são desenvolvidos alguns programas de educação ambiental relacionados à preservação da Mata Atlântica e são desenvolvidos estudos por alunos de graduação e pós-graduação.

3.2 PERÍODO DE COLETA

As coletas foram realizadas nos meses de junho, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2014 e janeiro, fevereiro, março, abril e maio de 2015 (Tabela 1).

Tabela 1. Relação das amostragens de Culicídeas realizadas na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, estado do Paraná.

Ano	Mês	Dia de coleta
2014	Junho	25
2014	Setembro	17
2014	Outubro	10
2014	Novembro	7 e 19
2014	Dezembro	5, 8 e 9
2015	Janeiro	9
2015	Fevereiro	7 e 20
2015	Março	5, 6 e 26
2015	Abril	8
2015	Maio	8

Fonte: A autora (2016).

3.3 MÉTODO DE COLETA, ARMAZENAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DOS CULICÍDEOS

Os culicídeos foram coletados com auxílio de aspirador de Nasci (Figura 3), que aspira os insetos que estão repousando em meio à vegetação arbustiva. As coletas foram realizadas em três pontos específicos da área - onde foram seguidos transectos (trilhas) já dispostos no local - no período matutino iniciando as 09:30h e com duração de duas horas. No entanto, algumas coletas também foram realizadas no período vespertino, iniciando as 14:00h, também com duração de duas horas.



Figura 3. Coleta realizada com Aspirador de Nasci na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, Paraná. Fonte: A autora (2016).

Após coletados, os culicídeos foram armazenados em tubos *ependorff* e transportados ao laboratório de Entomologia Médica e Veterinária do departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná. Após triagem, tanto as fêmeas quanto os machos coletados foram identificados ao menor nível taxonômico possível em microscópio estereoscópico com auxílio de chaves de identificação contidas em Rozebom e Komp (1950), Lane (1953a, b), Galindo *et al.* (1954), Consoli e Oliveira

(1994), Sallum e Forattini (1996), Forattini (2002). A abreviação de gêneros e subgêneros está de acordo com Reinert (2009).

Dos 4.146 exemplares de culicídeos coletados, foi possível proceder a identificação de 1.641, o que correspondeu a 39,6% do total de culicídeos coletados. Essa perda significativa de exemplares foi consequência do método de coleta, pois a aspiração, mesmo realizada com cuidado, danifica as escamas que recobrem os Culicidae. Ressalta-se que as coletas foram realizadas visando outro projeto com característica diferente da analisada nesta dissertação, por isso algumas coletas foram realizadas também no período da tarde.

Com relação aos machos, foi necessária a dissecação de suas genitálias para ser possível sua identificação. Primeiramente, os últimos segmentos abdominais foram cortados com auxílio de uma tesoura fina apropriada para dissecação. Após, esses segmentos foram colocados em placas de porcelana e logo foi acrescentado Hidróxido de Potássio (KOH), onde as genitálias ficaram banhadas por cerca de 12 horas. As genitálias foram então removidas dessa solução e a elas foi acrescentado ácido acético por 10 minutos. Posteriormente, foi adicionada fucsina ácida para corar as genitálias, por cerca de 30 minutos. Foi feita a desidratação por sequência etílica a 80%, 90%, 95% e álcool absoluto. Finalmente, foi adicionado óleo de cravo ou eugenol por uma hora e então as genitálias foram dissecadas e montadas entre lâmina e lamínula com Bálsamo do Canadá. O método esteve de acordo com González & Sallum (2009).

3.4 ÁCAROS

Durante a triagem dos culicídeos, após as coletas, foi verificado se haviam ácaros aderidos a estes. Então foi anotado o local de adesão, no abdômen ou tórax. Os ácaros foram acondicionados em etanol 90% e encaminhados para a Universidade Federal de Minas Gerais. Nesta localidade, eles foram montados utilizando-se meio de Hoyer, que foi preparado de acordo com protocolo descrito por Krantz e Walter (2009), em seguida foram mantidos na estufa a 50 °C por quatro dias para secar. No terceiro dia as bordas foram limpas e após o quarto dia as lâminas foram seladas com esmalte.

Os ácaros foram identificados até família utilizando-se chaves de Krantz & Walter (2009) e Mullen (1974). Os gêneros foram identificados através de chaves de Southcott (1994), Saboori *et al.* (2003) e Saboori *et al.* (2005). Os três gêneros de ácaros foram ilustrados por fotos feitas com microscópio composto Nikon Eclipse 90i, equipado com câmera Nikon DS-fil e o software Adobe Illustrator, na Ohio State University (Figura 4).

Os indivíduos fixados foram tombados na Coleção Taxonômica do Laboratório de Sistemática e Evolução de Ácaros Acariformes da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, estado de Minas Gerais e identificados por Samuel Geremias da UFMG (bolsista de graduação sanduíche no exterior) com os seguintes números: UFMG-AC: 1301053-1301060 e 1301062-1301095.

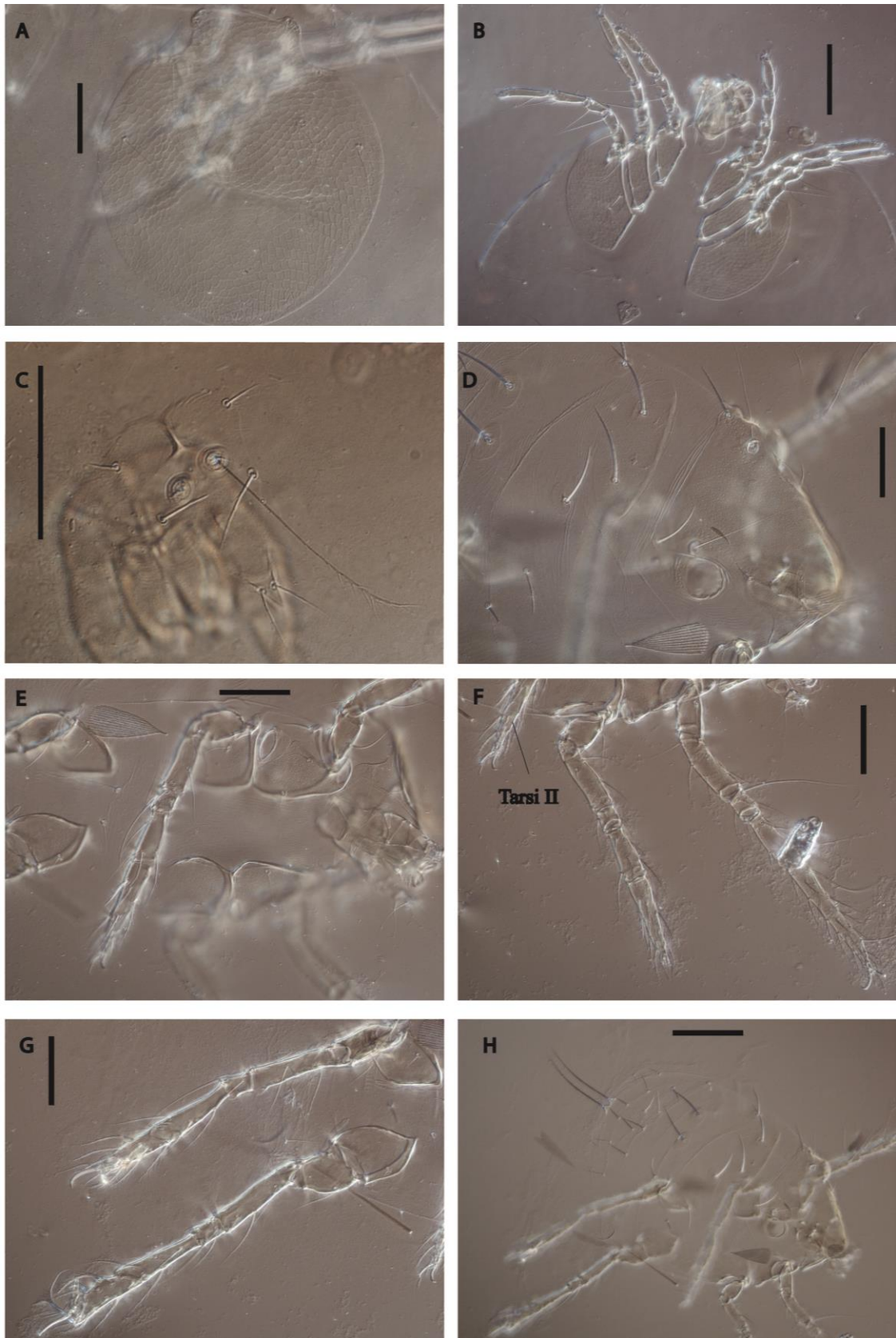


Figura 4. *Arrenurus* sp. A – Escudo; B – Visão ventral. *Durenia* sp. C – Escudo. *Microtrombidium* sp. D – Escudo; E – Visão ventral; F – Perna I e II; G – Visão geral. Escala: A, B and H = 100 μ m; C, D, E, F and G = 50 μ m.

3.5 MORFOMETRIA GEOMÉTRICA

Para a análise de morfometria geométrica alar foram utilizadas duas espécies: *Anopheles cruzii* e *Psorophora ferox*. Buscou-se analisar se há variação temporal em um espaço de tempo de dez anos nessas duas espécies, com exemplares coletados em 2005 e em 2014/2015. Para isso, para *An. cruzii* foram utilizados 40 exemplares de 2005 e 39 de 2014/2015, totalizando 79 exemplares. Para *Ps. ferox* foram utilizados 40 exemplares de 2005 e 36 de 2014/2015, totalizando 76 exemplares. Buscou-se escolher 10 exemplares de cada estação, para cada ano. Quando isso não foi possível, utilizou-se menos exemplares de uma determinada estação e mais de outra.

Foi retirada a asa direita de cada exemplar e esta foi banhada em uma solução contendo hipoclorito de sódio a 3% para remoção das escamas. Assim que as escamas foram removidas, foi adicionado etanol absoluto para retirar o excesso de hipoclorito de sódio, pois do contrário, as veias alares seriam clarificadas em demasia. Após, as asas foram montadas entre lâmina e lamínula, com uma gota de eugenol para que a asa não secasse instantaneamente.

Para os exemplares de *An. cruzii* foi necessário colorir as veias da asa, pois a asa em si já é muito delicada e pequena, sendo difícil a visualização das veias no estereomicroscópio. Sendo assim, após a retirada das escamas com o procedimento já descrito, as asas foram banhadas em solução contendo etanol 70% e uma gota de fucsina ácida, dando uma coloração rosada para a asa. Após, o corante foi removido com etanol 70%, por duas vezes consecutivas, e as asas foram montadas em lâmina e lamínula.

Posteriormente, foram feitas fotos em estereomicroscópio Zeiss Discovery V20 acoplado a uma câmera AxioCam ERc5s, em aumento de 19x. Essas fotos foram transformadas em arquivos do tipo TPS no programa TPSUtil versão 1.68 (Rohlf, 2016). Esses arquivos foram então utilizados para a marcação dos marcos anatômicos. Para *An. cruzii* foram utilizados 25 marcos anatômicos, enquanto que para *Ps. ferox* foram utilizados 24 (Figura 5).

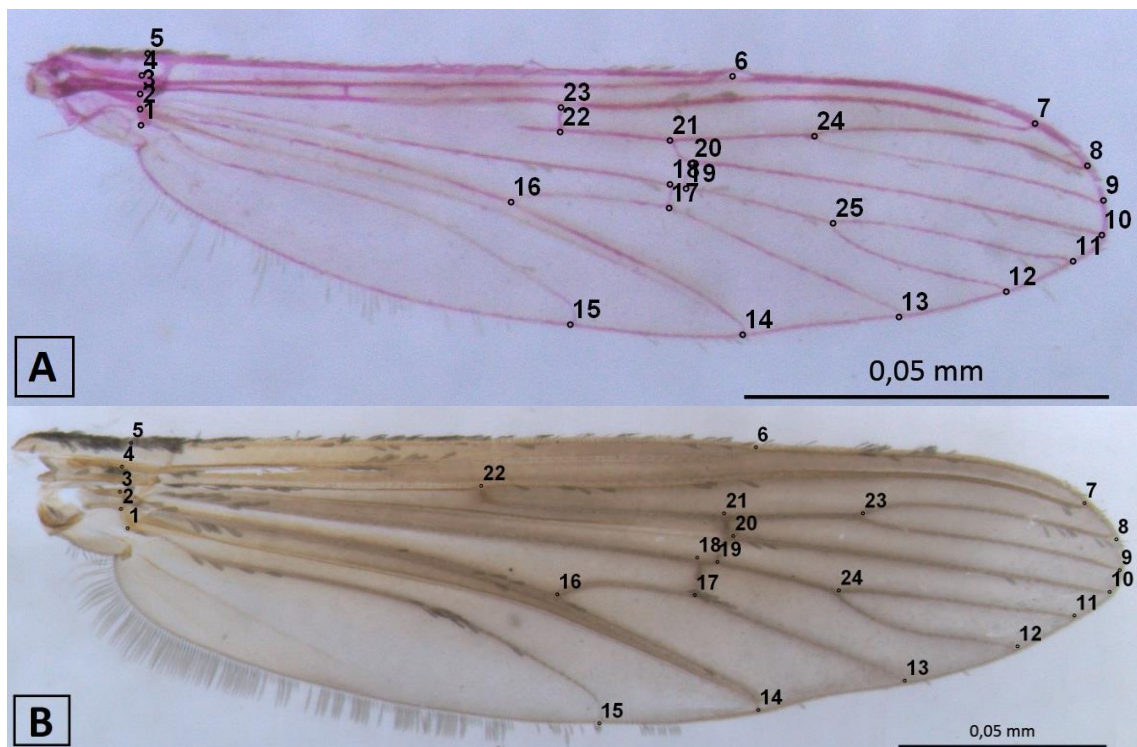


Figura 5. Marcos anatômicos utilizados para *Anopheles cruzii* (A) e *Psorophora ferox* (B).

Os marcos anatômicos nas fotos das asas dos culicídeos foram inseridos por meio do programa TPSDig versão 2.26 (Rohlf, 2016) e foram feitas três réplicas para cada asa, ou seja, no total, foram marcadas 240 asas para cada espécie. Logo após foram criados arquivos em formato TPS já com as coordenadas de cada marco anatômico. Posteriormente, esse arquivo com as três réplicas foram abertos no software Past versão 2.16, pois nesse programa as coordenadas são classificadas em colunas e as asas marcadas em linhas. Depois a planilha foi copiada e colada no

Excel para a organização dos nomes de cada asa. Finalmente, o arquivo foi salvo em formato de texto, separado por tabulações e então aberto no MorphoJ.

No MorphoJ foi realizada a sobreposição de Procrustes e então feita a Análise de Componentes Principais (PCA), que é um dos métodos mais utilizados para análises exploratórias multivariadas e determina as principais características de variação na forma. Foi realizada a Análise de Variáveis Canônicas (CVA), que é um método utilizado para definir características de forma que melhor distinguem grupos.

Para verificar a alometria, ou seja, possíveis efeitos do tamanho das asas sobre a forma como fonte de diferenças entre as amostras, foi realizada uma análise de regressão entre a variável canônica 1, gerada na Análise de Variáveis Canônicas, pelos valores log-transformados do tamanho dos centroides das asas. Foi também realizada a Análise de Função Discriminante para verificar a separação de dois grupos que já são conhecidos

Para determinar se existe diferença significativa no tamanho e forma das asas entre os diferentes anos amostrados foi realizada a Análise de Variância (ANOVA). Estas análises foram executadas no *software* MorphoJ, versão 1.06d (Klingenberg, 2011).

3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A influência dos seguintes dados abióticos foi analisada sobre os culicídeos: temperaturas mínima, máxima e média na data de coleta, umidade relativa do ar, pluviosidade acumulada (30, 15 e 7 dias anteriores à coleta, como também no dia da coleta). Os dados foram obtidos junto ao BNMEP – Banco de Dados Meteorológicos

para Ensino e Pesquisa, referente à estação meteorológica de Paranaguá pertencente ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

Foi analisada a influência desses dados sobre os culicídeos para verificar se suas oscilações sazonais de abundância variam de acordo com um ou mais fatores abióticos. Para tanto, os dados abióticos foram transformados e padronizados (*Z-score*). Essa relação de fatores abióticos com os bióticos foi verificada por meio da Análise de Correspondência Canônica, acompanhada de teste de permutação. As análises foram realizadas no *software* Past, versão 2.16.

Para verificar a composição da comunidade de culicídeos ao longo das amostragens foi calculada a frequência de ocorrência de cada espécie, que é a relação percentual entre o número de coletas em que a espécie esteve presente pelo número total de coletas. Foi calculada a abundância relativa de cada espécie, que é a relação percentual entre a abundância da espécie pela abundância total de exemplares coletados.

4 RESULTADOS

4.1 ESTRUTURA DA COMUNIDADE

Foram identificados até nível específico 1.641 exemplares de culicídeos na Floresta Estadual do Palmito, 1.404 fêmeas e 237 machos. Houve a presença nessa localidade de quatro tribos, dez gêneros e 42 espécies de Culicidae. Culicini foi a tribo com o maior número de espécies ($n = 17$), seguida de Sabethini ($n = 15$), Aedini ($n = 7$) e Uranotaenini ($n = 2$). Os gêneros mais abundantes foram *Aedes*, com uma representatividade de 30,1% do total coletado, *Wyeomyia* (18,9%) e *Culex* (16,6%).

Os demais gêneros coletados foram *Anopheles*, *Limatus*, *Psorophora*, *Runchomyia*, *Trichoprosopon* e *Uranotaenia* (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies de Culicidae coletadas na Floresta Estadual do Palmito, no período de junho de 2014 a maio de 2015, utilizando aspirador de Nasci.

Subfamília	Tribo	Espécie
Anophelinae	Anophelini	<i>Anopheles (Kerteszia) cruzii</i> Dyar & Knab, 1908
	Aedini	<i>Aedes (Ochlerotatus) fulvus</i> (Wiedemann, 1928) <i>Aedes (Ochlerotatus) oligopistus</i> Dyar, 1918 <i>Aedess (Ochlerotatus) scapularis</i> (Rondani, 1848) <i>Aedess (Ochlerotatus) serratus</i> (Theobald, 1901) <i>Aedess (Ochlerotatus) serratus/nubilis</i> <i>Aedess (Ochlerotatus) hortator</i> (Dyar & Knab, 1907) <i>Psorophora (Janthinosoma) ferox</i> (Von Humboldt, 1819)
Culicinae	Culicini	<i>Culex (Culex) bidens</i> Dyar, 1922 <i>Culex (Culex) declarator</i> Dyar & Knab, 1906 <i>Culex (Culex) lygrus</i> Root, 1927 <i>Culex (Culex) mollis</i> Dyar & Knab, 1906 <i>Culex (Culex) neglectus</i> Lutz, 1904 <i>Culex (Culex) nigripalpus</i> (Theobald, 1901) <i>Culex (Melanoconion) abonnenci</i> Clastrier, 1970 <i>Culex (Melanoconion) dunni</i> Dyar, 1918 <i>Culex (Melanoconion) pedroi</i> Sirivanakarn & Belkin, 1980 <i>Culex (Melanoconion) pedroi/ribeirensis</i> <i>Culex (Melanoconion) pilosus</i> (Dyar & Knab, 1906) <i>Culex (Melanoconion) sacchettae</i> Sirivanakam & Jacob, 1981 <i>Culex (Melanoconion) spissipes</i> Theobald, 1903 <i>Culex (Melanoconion) vomerifer</i> Komp, 1932 <i>Culex (Melanoconion) zeteki</i> Dyar, 1918 <i>Culex (Microculex) aphyllactus</i> Root, 1927 <i>Culex (Microculex) imitator</i> Theobald, 1903
		<i>Limatus durhamii</i> Theobald, 1901
		<i>Runchomyia (Runchomyia) reversa</i> Lane & Cerqueira, 1942
		<i>Trichoprosopon (Trichoprosopon) pallidoventer</i> (Lutz, 1905)
		<i>Wyeomyia (Menolepis) leucostigma</i> Lutz, 1904
		<i>Wyeomyia (Miamiya) sabethea</i> Lane & Cerqueira, 1942
		<i>Wyeomyia (Phoniomyia) davisii</i> Lane & Cerqueira, 1942
		<i>Wyeomyia (Phoniomyia) edwardsii</i> Lane & Cerqueira, 1942
		<i>Wyeomyia (Phoniomyia) fuscipes</i> Edwards, 1922
		<i>Wyeomyia (Phoniomyia) pallidoventer</i> (Theobald, 1907)
		<i>Wyeomyia (Phoniomyia) quasilongirostris</i> Theobald, 1907
		<i>Wyeomyia (Phoniomyia) theobaldi</i> Lane & Cerqueira, 1942
		<i>Wyeomyia (Phoniomyia) cf. lassali</i> (Bonne-Wepster & Bonne, 1921)
		<i>Wyeomyia (Prosopolepis) confusa</i> Lutz, 1905
		<i>Wyeomyia coenonus/tarsata</i>
<i>Wyeomyia shannoni</i> Lane & Cerqueira, 1942		
Uranotaenini	<i>Uranotaenia (Uranotaenia) mathesoni</i> Lane, 1943	
	<i>Uranotaenia (Uranotaenia) pallidoventer</i> Theobald, 1903	

Fonte: A autora (2016).

4.1.1 Abundância e frequência de ocorrência

Os taxa que apresentaram maiores valores de abundância foram *Aedes serratus/nubilus* (n = 444; 27%), *Psorophora ferox* (n = 197; 12%), *Anopheles cruzii* (n = 138; 8,4%) e *Wyeomyia cf. lassali* (n = 120; 7,3%) (Tabela 5). Os dois primeiros também apresentaram uma elevada frequência de ocorrência (FO), ambos presentes em 93,75% das coletas. Enquanto *An. cruzii* esteve presente em apenas 50% das coletas e *Wy. cf. lassali* em 75% das coletas (Figura 6).

Limatus durhamii esteve entre umas das espécies com maior frequência de ocorrência (FO = 81,25%), porém teve uma baixa abundância (n = 41). *Culex mollis* também apresentou uma elevada frequência de ocorrência e abundância não muito elevada, quando comparada com as demais registradas no trabalho (FO = 68,75%; n = 71). É possível observar esse padrão na figura 6, onde algumas espécies que tiveram uma elevada abundância também alcançaram uma elevada frequência de ocorrência. Por outro lado, também houve espécies com abundância reduzida, mas que tiveram uma elevada frequência de ocorrência, ou seja, poucos indivíduos distribuídos ao longo de várias coletas.

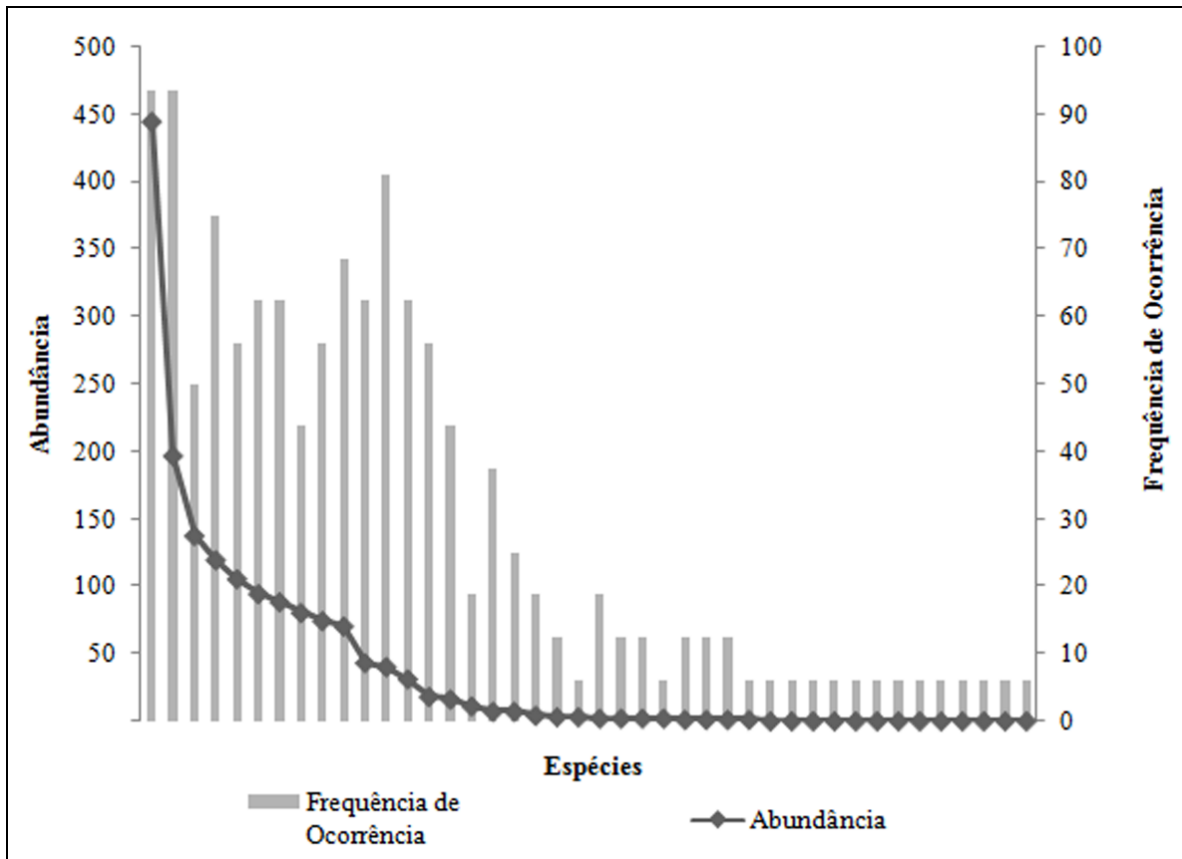


Figura 6. Abundância total em sobreposição com a frequência de ocorrência de cada espécie de mosquito registrada na Floresta Estadual do Palmito, estado do Paraná, sul do Brasil, coletadas entre junho de 2014 e maio de 2015. Fonte: A autora (2016).

Tabela 3. Abundância e frequência de ocorrência das espécies de Culicidae coletadas na Floresta Estadual do Palmito entre junho de 2014 e maio de 2015, utilizando aspirador de Nasci.

Espécie	Número de espécimes por sexo		N	%	FO
	♀	♂			
<i>Anopheles (Ker.) cruzii</i>	138	0	138	8,40	50,00
<i>Ochlerotatus (Och.) fulvus</i>	1	0	1	0,06	6,25
<i>Ae. (Och.) oligopistus</i>	1	0	1	0,06	6,25
<i>Ae. (Och.) scapularis</i>	28	4	32	1,95	62,50
<i>Ae. (Och.) serratus</i>	0	17	17	1,03	43,75
<i>Ae. (Och.) serratus/nubilus</i>	443	0	443	27,0	93,75
<i>Ae. (Och.) hortator</i>	62	27	89	5,42	62,50
<i>Psorophora (Jan.) ferox</i>	197	0	197	12,0	93,75
<i>Culex (Cux.) bidens</i>	0	1	1	0,06	6,25
<i>Cx. (Cux.) declarator</i>	0	4	4	0,24	6,25
<i>Cx. (Cux.) lygrus</i>	0	1	1	0,06	6,25
<i>Cx. (Cux.) mollis</i>	9	62	71	4,32	68,75
<i>Cx. (Cux.) neglectus</i>	0	1	1	0,06	6,25
<i>Cx. (Cux.) nigripalpus</i>	15	60	75	4,57	56,25
<i>Cx. (Mel.) abonnenci</i>	0	3	3	0,18	12,50
<i>Cx. (Mel.) dunni</i>	0	1	1	0,06	6,25
<i>Cx. (Mel.) pedroi</i>	4	0	4	0,24	12,50
<i>Cx. (Mel.) pedroi/ribeirensis</i>	0	2	2	0,12	12,50

Continua...

...Continuação.

<i>Cx. (Mel.) pilosus</i>	0	3	3	0,18	18,75
<i>Cx. (Mel.) sacchettae</i>	52	29	81	4,94	43,75
<i>Cx. (Mel.) spissipes</i>	1	7	8	0,48	25,00
<i>Cx. (Mel.) vomerifer</i>	0	4	4	0,24	18,75
<i>Cx. (Mel.) zeteki</i>	1	1	2	0,12	12,50
<i>Cx. (Mcx.) aphyllactus</i>	0	3	3	0,18	6,25
<i>Cx. (Mcx.) imitator</i>	1	7	8	0,48	37,50
<i>Limatus durhamii</i>	41	0	41	2,50	81,25
<i>Runchomyia (Run.) reversa</i>	94	1	95	5,79	62,50
<i>Trichoprosopon (Trc.) pallidiventer</i>	1	0	1	0,06	6,25
<i>Wyeomyia (Men.) leucostigma</i>	19	0	19	1,15	56,25
<i>Wy. (Mia.) sabethea</i>	1	0	1	0,06	6,25
<i>Wy. (Pho.) davisii</i>	12	0	12	0,73	18,75
<i>Wy. (Pho.) edwardsii</i>	1	0	1	0,06	6,25
<i>Wy. (Pho.) fuscipes</i>	1	0	1	0,06	6,25
<i>Wy. (Pho.) pallidiventer</i>	106	0	106	6,46	56,25
<i>Wy. (Pho.) quasilongirostris</i>	1	0	1	0,06	6,25
<i>Wy. (Pho.) theobaldi</i>	3	0	3	0,18	12,50
<i>Wy. (Pho.) cf. lassali</i>	120	0	120	7,31	75,00
<i>Wy. (Prl.) confusa</i>	1	0	1	0,06	6,25
<i>Wy. coenonus/tarsata</i>	44	0	44	2,68	62,50
<i>Wy. shannoni</i>	1	0	1	0,06	6,25
<i>Uranotaenia (Ura.) mathesoni</i>	2	0	2	0,12	6,25
<i>Ur. (Ura.) pallidiventer</i>	2	0	2	0,12	12,50
TOTAL	1.404	237	1.641	100	

* N: Abundância total; %: Abundância relativa; FO: Frequência de ocorrência ♀: fêmea; ♂: macho

Fonte: A autora (2016).

Com relação aos taxa mais abundantes, alguns se fizeram presentes apenas em determinadas coletas. No entanto, *Ae. serratus/nubilus* foi coletado em quase todas as datas amostrais, exceto uma delas em dezembro de 2014. *An. cruzii* teve dois picos de abundância, que foram em outubro e em dezembro de 2014, e de janeiro a maio de 2015 a abundância foi baixa, dados que se refletiram em suas frequências de ocorrência comentadas anteriormente (Figura 7).

Psorophora ferox, assim como *Ae. serratus/nubilus*, foi coletado em quase todas as datas amostrais, exceto uma delas em dezembro de 2014. Algumas espécies, como os sabetíneos *Runchomyia reversa*, *Wyeomyia pallidiventer* e *Wyeomyia lassali* apresentaram padrão similar de distribuição durante o período de

coletas, uma vez que ao final do ano de 2014 até maio de 2015 foram coletados em pouca quantidade ou não estiveram presentes nas coletas desse período do ano.

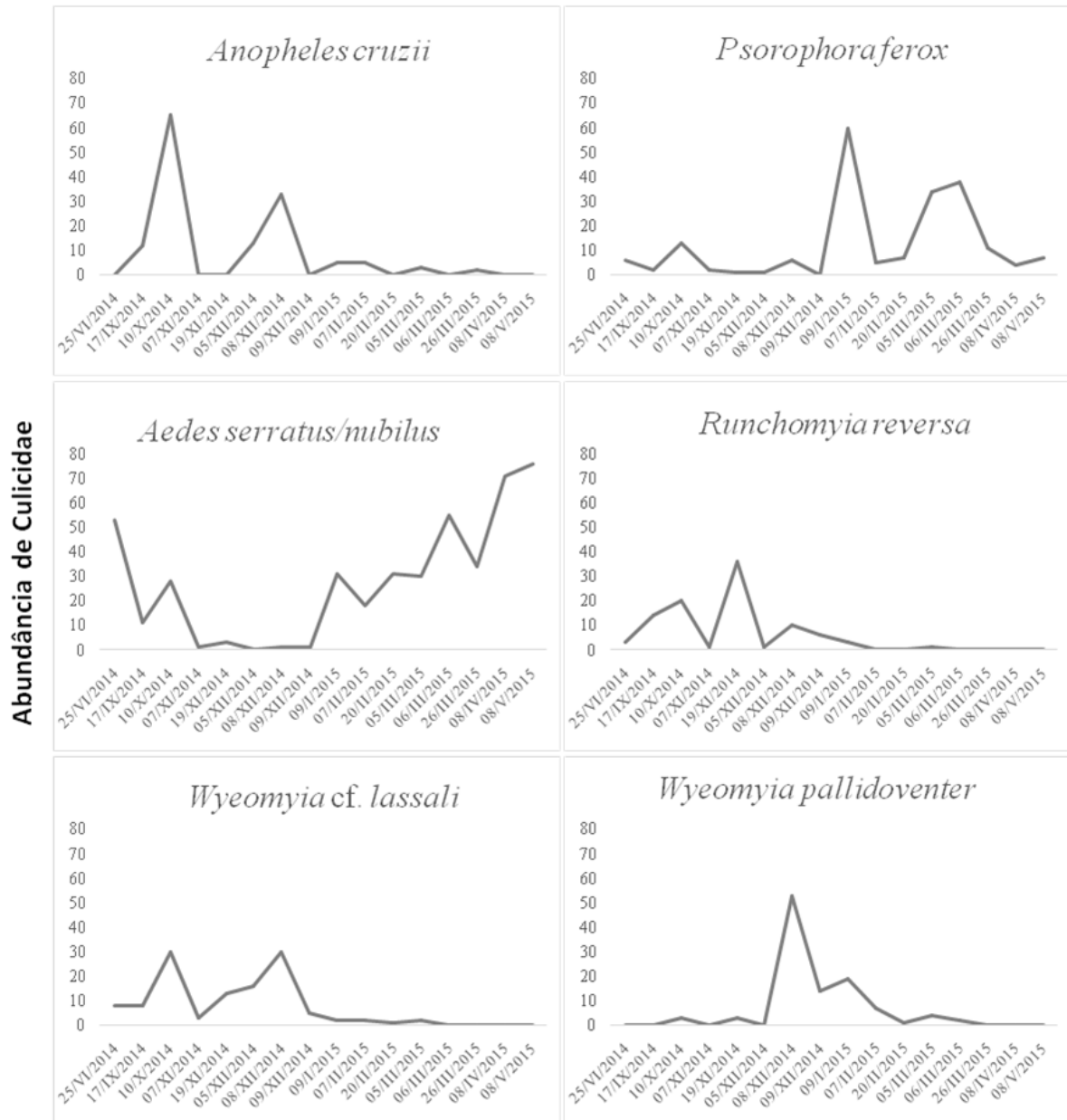


Figura 7. Variação do número total de exemplares das espécies mais abundantes de Culicidae coletadas com auxílio de aspirador de Nasci na Floresta Estadual do Palmito, no período de junho de 2014 a maio de 2015. Fonte: A autora (2016).

4.1.2 Relação entre os dados bióticos e abióticos

O resultado da Análise de Correspondência Canônica para os gêneros demonstrou que os dois eixos gerados explicaram 81,27% da variância na abundância de culicídeos ao longo do período amostral ($p = 0,04$). O eixo 1 explicou 61,48% da variância na abundância de culicídeos e o eixo 2 explicou 19,79% (Tabela 4). Na ordenação gerada, considerando o eixo 1 que apresentou maior explicação, assim como na análise ao nível de espécie, verifica-se maior influência da pluviosidade acumulada de 30 dias anteriores à coleta, umidade do ar na data da coleta e pluviosidade acumulada de 15 dias anteriores à coleta.

Tabela 4. Coeficientes canônicos para as variáveis abióticas de cada eixo resultantes da Análise de Correspondência Canônica entre a relação dessas variáveis e a abundância de culicídeos por gênero na Floresta Estadual do Palmito, Paraná, sul do Brasil.

Variável	Eixo 1	Eixo 2
Pluviosidade acumulada 30 dias	0,581	0,526
Pluviosidade acumulada 15 dias	0,488	0,253
Pluviosidade acumulada 7 dias	0,236	0,237
Temperatura média	0,016	0,517
Temperatura máxima	-0,103	0,370
Temperatura mínima	-0,048	0,676
Umidade relativa do ar	0,513	0,211
% Variância Explicada	61,48%	19,79%

Fonte: A autora (2016).

Na Análise de Correspondência Canônica ao nível de gênero, é possível perceber que um padrão similar à análise com espécies foi encontrado. *Anopheles* e *Runchomyia* foram inversamente influenciado pelo aumento de pluviosidade, *Wyeomyia* e *Limatus* estiveram mais associados ao aumento de temperatura. *Culex* e *Aedes* foram positivamente influenciados pelo aumento da umidade e pluviosidade

e inversamente pelo aumento de temperaturas. E *Psorophora* foi influenciado positivamente por aumento de temperaturas e pluviosidade.

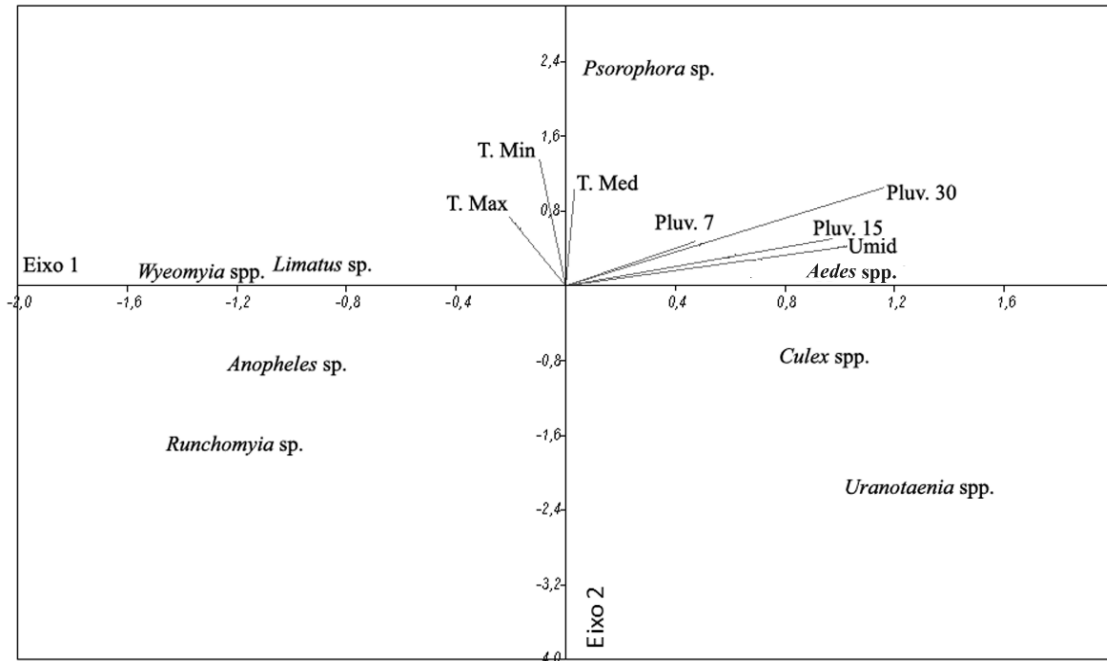


Figura 8. Ordenação gráfica da Análise de Correspondência Canônica da relação entre abundância dos gêneros de culicídeos e fatores abióticos na Floresta Estadual do Palmito, estado do Paraná, sul do Brasil. Umid – umidade do ar na data de coleta, Pluv 30 – pluviosidade acumulada nos 30 dias anteriores a coleta, Pluv 15 – pluviosidade acumulada nos 15 dias anteriores a coleta, Pluv 7 – pluviosidade acumulada nos 7 dias anteriores a coleta, Tmed – temperatura média na data de coleta, Tmax – temperatura máxima na data de coleta, Tmin – temperatura mínima na data de coleta. Fonte: A autora (2016).

O resultado da Análise de Correspondência Canônica para as espécies demonstrou que os dois eixos gerados explicaram 73,36% da variação na abundância de culicídeos ao longo do período amostral ($p = 0,03$). O eixo 1 explicou 53,35% da variação na abundância de culicídeos e o eixo 2 explicou 20,01%.

Tabela 5. Coeficientes canônicos para as variáveis abióticas de cada eixo resultantes da Análise de Correspondência Canônica entre a relação dessas variáveis e a abundância de culicídeos das espécies mais abundantes na Floresta Estadual do Palmito, Paraná, sul do Brasil.

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
Pluviosidade acumulada 30 dias	0,592	0,472

Pluviosidade acumulada 15 dias	0,468	0,276
Pluviosidade acumulada 7 dias	0,229	0,346
Temperatura média	0,049	0,636
Temperatura máxima	-0,092	0,513
Temperatura mínima	-0,030	0,745
Umidade relativa do ar	0,505	0,288
% Variância Explicada	53,35%	20,01%

Fonte: A autora (2016).

Na ordenação gerada, considerando o eixo 1 que apresentou uma maior explicação, verifica-se que os fatores abióticos com maior influência sobre a comunidade de culicídeos foram a pluviosidade acumulada de 30 dias anteriores à coleta, umidade do ar e pluviosidade acumulada de 15 dias anteriores à coleta.

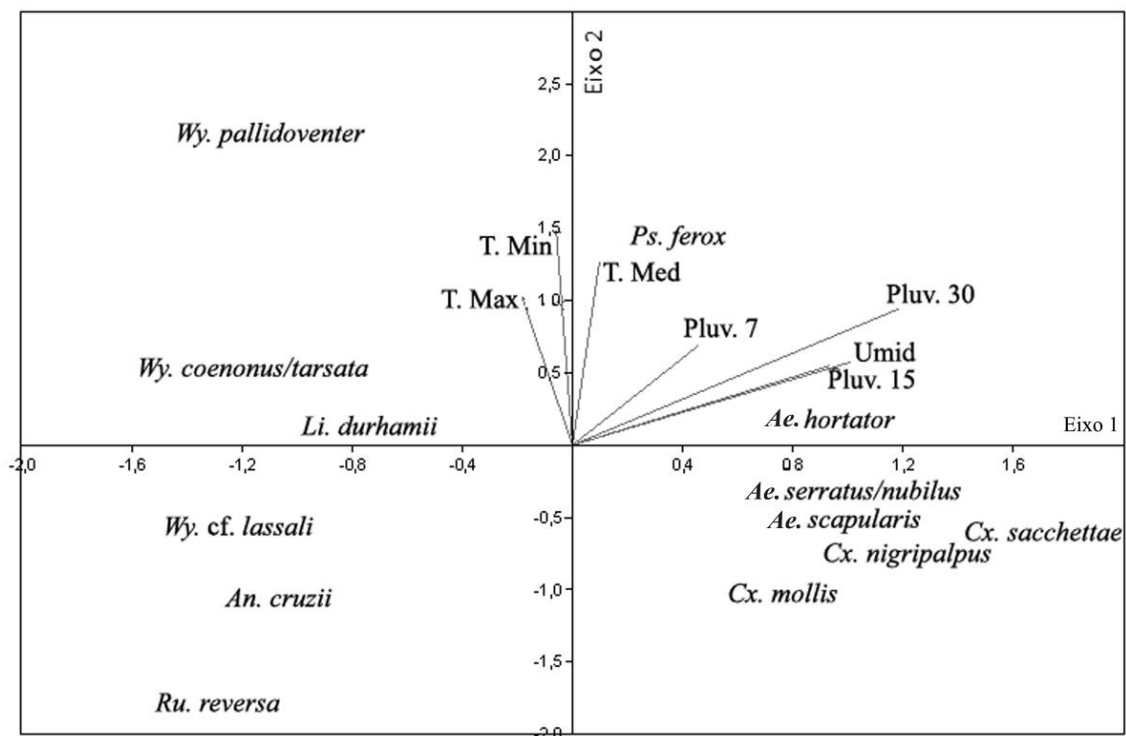


Figura 9. Ordenação gráfica da Análise de Correspondência Canônica da relação entre abundância das espécies de culicídeos e fatores abióticos na Floresta Estadual do Palmito, estado do Paraná, sul do Brasil. Umid – umidade do ar na data de coleta, Pluv 30 – pluviosidade acumulada nos 30 dias anteriores a coleta, Pluv 15 – pluviosidade acumulada nos 15 dias anteriores a coleta, Pluv 7 – pluviosidade acumulada nos 7 dias anteriores a coleta, Tmed – temperatura média na data de coleta, Tmax – temperatura máxima na data de coleta, Tmin – temperatura mínima na data de coleta. Fonte: A autora (2016).

Analisando a ordenação gerada pela correspondência canônica, e utilizando as espécies com maior abundância amostral para inferir sobre a influência dos fatores abióticos ao nível de espécie, verifica-se que *Aedes hortator* teve maior influência positiva por um aumento da umidade e pluviosidade. O mesmo padrão foi observado para *Ae. serratus/nubilus*, *Ochlerotatus scapularis*, *Culex sacchettae*, *Culex nigripalpus* e *Culex mollis*.

As espécies *An. cruzzi*, *Ru. reversa* e *Wy. cf. lassali* foram inversamente influenciadas pelo aumento de pluviosidade. *Wy. pallidoventer*, *Wyeomyia coenonus/tarsata* e *Limatus durhamii*, tiveram influência positiva em relação ao aumento de temperaturas, mas também não foram influenciados por um aumento de pluviosidade. Já *Ps. ferox* foi a espécie que esteve mais associada com aumento de temperaturas, bem como de pluviosidade.

4.1.3 Ácaros parasitando Culicidae

Dos 4.146 espécimes de Culicidae coletados, 25 foram parasitados por ácaros, 19 fêmeas e seis machos (Tabela 6). O táxon com maior índice de parasitismo foi *Ae. serratus/nubilus*, que correspondeu a 28% do total de culicídeos parasitados, seguido por *Culex vomerifer* (16%), *Culex pedroi* e *Culex sacchettae*, ambos representando 12% cada. Foram encontrados 40 ácaros aderidos aos culicídeos, sendo que houve uma variação de um até nove ácaros aderidos por indivíduo. Os ácaros foram representados por três gêneros: *Arrenurus* (47,5%), *Durenia* (47,5%) e *Microtrombidium* (5%).

Ao final do período de amostragens, a prevalência de infestação geral por ácaros foi de 0,6%. *Ae. serratus/nubilus* e *Ae. hortator* foram parasitados apenas por

Arrenurus. *Cx. vomerifer* foi parasitado apenas por um imaturo de *Arrenurus* e três de *Durenia*. *Cx. pedroi* foi também parasitado por *Arrenurus* e *Durenia*, e o mesmo aconteceu com *Cx. sacchettae*. Foram coletadas dois espécimens de *Uranotaenia mathesoni*, ambos estavam parasitados.

Culex pedroi foi a espécie com a maior quantidade de ácaros aderida (n = 11), um exemplar estava parasitado por nove ácaros, seis do gênero *Durenia* e três do gênero *Arrenurus*. *Cx. vomerifer* foi parasitado por oito ácaros, dois espécimes foram encontrados com três imaturos de *Durenia* cada um, e outros dois exemplares estavam com um ácaro em cada. Exemplares de *Ae. serratus/nubilus* também foram encontrados com oito ácaros aderidos, entretanto, apenas um estava com dois ácaros aderidos, os demais estavam com apenas um ácaro aderido.

Foi observado que os ácaros se aderiram mais ao abdômen dos culicídeos (64%), e com menor frequência no tórax (36%). *Arrenurus* apenas parasitou o abdômen dos Culicidae coletados (n = 19), nenhum foi encontrado no tórax. O mesmo foi observado para *Microtrombidium*. Por outro lado, *Durenia* parasitou com maior frequência o tórax dos culicídeos (n = 15), porém, também parasitou o abdômen (n = 4). Espécimes de *Ae. serratus/nubilus* apenas foram parasitados por ácaros no abdômen (n = 8), sendo o mesmo observado para *Ae. hortator* (n = 2). *Cx. pedroi* teve três *Arrenurus* aderidos ao abdômen, sete *Durenia* aderidos no tórax e um no abdômen. Padrão similar foi observado para *Cx. vomerifer*, que teve um *Arrenurus* aderido ao abdômen, seis *Durenia* no tórax e um no abdômen (Tabela 7).

Tabela 6. Culicídeos parasitados por ácaros coletados com auxílio de aspirador de Nasci no período de junho de 2014 a maio de 2015 na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, Paraná.

Espécie de Culicidae	Total de culicídeos	Culicídeos parasitados	Abundância de ácaros		
			<i>Microtrombidium</i>	<i>Arrenurus</i>	<i>Durenia</i>
<i>Aedes serratus/nubilus</i>	443	7♀	0	7	0
<i>Aedes hortator</i>	89	1♀	0	1	0
<i>Culex pedroi</i>	4	3♀	0	1	2
<i>Culex sacchettae</i>	81	2♀ 1♂	0	1	2
<i>Culex vomerifer</i>	4	4♂	0	1	3
<i>Culex zeteki</i>	2	1♀	0	1	0
<i>Culex imitator</i>	8	1♀	1	0	0
<i>Culex (Microculex) spp.</i>	31	1♀	1	0	0
<i>Uranotaenia mathesoni</i>	2	2♀	0	2	0
<i>Uranotaenia spp.</i>	62	1♀ 1♂	0	1	1

Fonte: A autora (2016).

Tabela 7. Local de adesão de cada ácaro em culicídeos coletados com auxílio de aspirador de Nasci no período de junho de 2014 a maio de 2015 na Floresta Estadual do Palmito, Paraná.

Espécie de Culicidae	<i>Microtrombidium</i>		<i>Arrenurus</i>		<i>Durenia</i>		Total
	Abdômen	Tórax	Abdômen	Tórax	Abdômen	Tórax	
<i>Ae. serratus/nubilus</i>	0	0	8	0	0	0	8
<i>Ae. hortator</i>	0	0	2	0	0	0	2
<i>Cx. imitator</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Cx. pedroi</i>	0	0	3	0	1	7	11
<i>Cx. sacchettae</i>	0	0	1	0	1	2	4
<i>Cx. vomerifer</i>	0	0	1	0	1	6	8
<i>Cx. zeteki</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Cx. (Mcx.) sp.</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Ur. mathesoni</i>	0	0	2	0	0	0	2
<i>Ur. (Ura.) sp.</i>	0	0	1	0	1	0	2
Total	2	0	19	0	4	15	40

Fonte: A autora (2016).

4.2 MORFOMETRIA GEOMÉTRICA

4.2.1 *Anopheles cruzii*

A Análise de Componentes Principais demonstrou que a forma da asa de *Anopheles cruzii* tem a mesma direção de variação durante os dois períodos (2005 e 2014/2015), com grande sobreposição dos indivíduos ao longo de todo o primeiro componente principal (Figura 10). A variação encontrada no PC1 e no PC2 não é

produzida por variações no tamanho (tamanho do centroide) dos indivíduos (PC1, slope = 0,47, $p = 0,44$; PC2, slope = -0,71, $p = 0,40$). No entanto, testando a alometria com as variáveis de forma (coordenadas de procrustes) e o tamanho do centroide, indica-se que ao redor de 3,4% da variação da forma é explicada por variações no tamanho ($p = 0,075$).

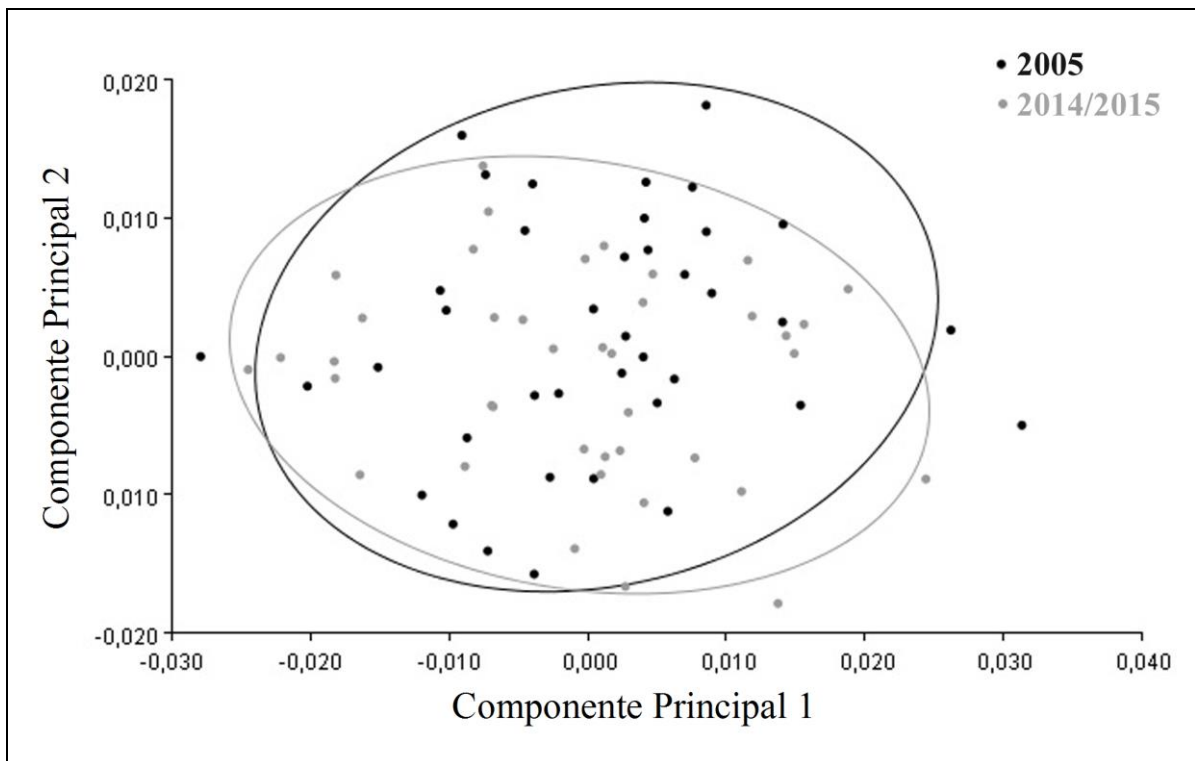


Figura 10. Análise de componentes principais indicando a sobreposição dos indivíduos de *An. cruzii* coletados em 2005 e entre 2014 e 2015 na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, Paraná. Fonte: A autora (2016).

A associação entre as matrizes de covariância dos dois períodos (2005 e 2014/2015) indica uma semelhança ao redor de 0,8 ($p < 0,01$). A distância de forma da asa (distância de procrustes) entre os indivíduos amostrados nos dois períodos de tempo não é diferente (CVA, distância de Procrustes = 0,0056; $p = 0,27$) embora a distância estatística (distância de Mahalanobis) seja (CVA, distância de Mahalanobis = 3,56, $p < 0,001$). A análise da confiabilidade dessas classificações (análise de validação cruzada) demonstra uma grande sobreposição dos indivíduos

de ambos os períodos (Figura 11) com uma classificação correta dos indivíduos, baseado nos escores da função discriminante, do período de 2005 ao redor de 64% e dos indivíduos do período de 2014/2015 de 43% (tabela 8).

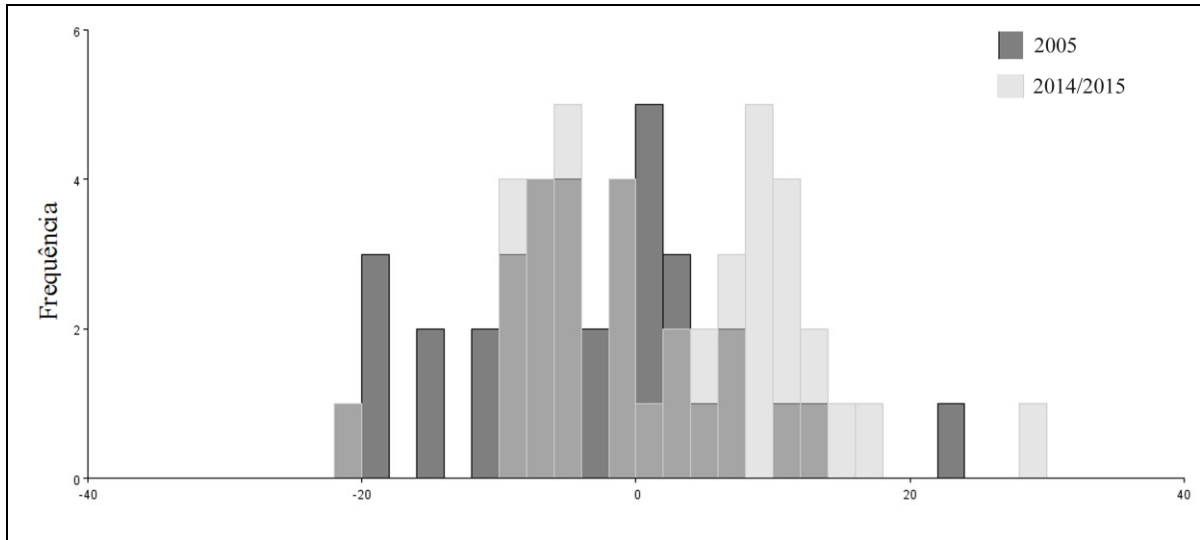


Figura 11. Imagem do teste de validação cruzada, gerado pela análise discriminante, indicando a sobreposição dos indivíduos de *An. cruzii* coletados em 2005 e entre 2014 e 2015 na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, Paraná. Fonte: A autora (2016).

Tabela 8. Classificação para validação cruzada gerada pela Análise de Função Discriminante para *An. cruzii* coletados na Floresta Estadual do Palmito, estado do Paraná, sul do Brasil, em 2005 e entre 2014 e 2015.

Grupo	2005	2014/2015	Total
2005	64%	36%	39
2014/2015	43%	57%	40

Fonte: A autora (2016).

O tamanho dos indivíduos (tamanho do centroide) não variou em função do período de coleta ($F_{1,77} = 3.0634$, $p = 0.08$, $R^2 = 0.03$). Da mesma maneira, não houve variação na forma dos indivíduos de *An. cruzii* amostrados nos dois períodos (MANOVA, $F_{1,77}=1.19$, $Z = 1.06$, $p = 0,27$).

4.2.2 *Psorophora ferox*

A Análise de Componentes Principais demonstrou que a forma da asa de *Psorophora ferox* tem a mesma direção de variação durante os dois períodos (2005 e 2014/2015), com grande sobreposição dos indivíduos ao longo dos dois primeiros componentes (PC1 e PC2, Figura 12). No geral, 14,8% da variação encontrada no PC1 é explicada por variações no tamanho dos indivíduos (slope = 2,84, $p < 0.01$). Já nas variações ao longo do PC2 não existe efeito do tamanho (slope = -1,79, $p = 0,13$). Essa relação alométrica persiste na regressão entre tamanho (tamanho do centroide) e variáveis de forma (coordenadas de procrustes) sendo que ao redor de 6,8% da variação na forma é explicada por variações no tamanho ($p < 0.001$).

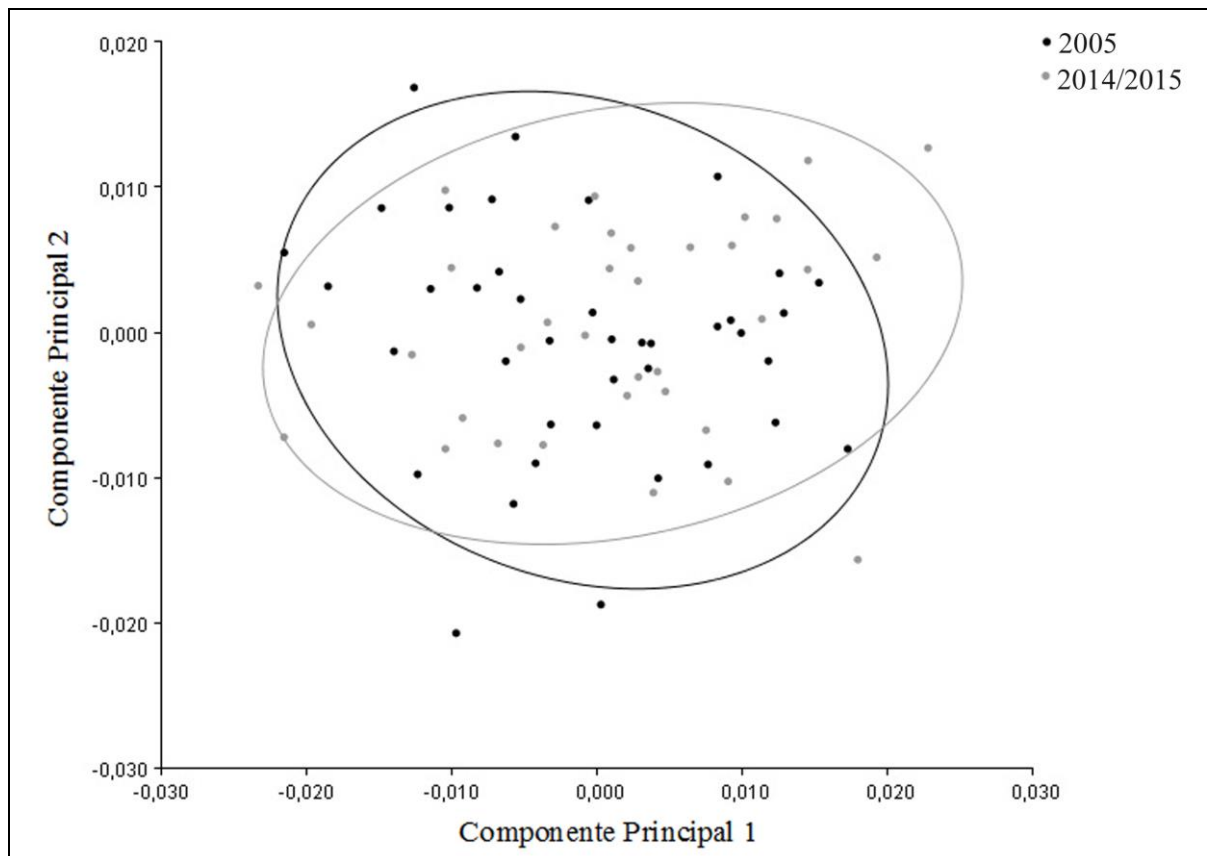


Figura 12. Análise de componentes principais indicando a sobreposição dos indivíduos de *Ps. ferox* coletados em 2005 e entre 2014 e 2015 na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, Paraná. Fonte: A autora (2016).

A associação entre as matrizes de covariância dos dois períodos (2005 e 2014/2015) indica uma semelhança ao redor de 0,8 ($p < 0.0001$). A distância de

forma da asa (distância de procrustes) entre os indivíduos amostrados nos dois períodos de tempo não é diferente (CVA, distância de Procrustes = 0,0037; $p = 0,80$) embora a distância estatística (distância de Mahalanobis) seja (CVA, distância de Mahalanobis = 2,58, $p < 0,0001$). A análise da confiabilidade dessas classificações (análise de validação cruzada) demonstra uma grande sobreposição dos indivíduos de ambos os períodos (Figura 13) com uma classificação correta dos indivíduos, baseado nos escores da função discriminante, do período de 2005 ao redor de 65% e dos indivíduos do período de 2015 de 53% (tabela 9).

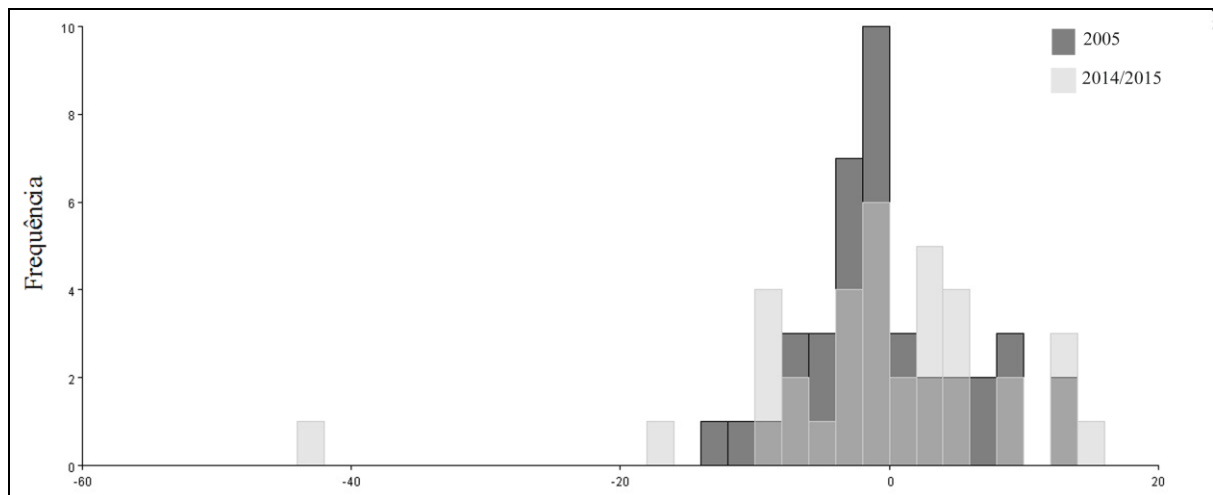


Figura 13. Imagem do teste de validação cruzada, gerado pela análise discriminante, indicando a sobreposição dos indivíduos de *Ps. ferox* coletados em 2005 e entre 2014 e 2015 na Floresta Estadual do Palmito, Paranaguá, Paraná. Fonte: A autora (2016).

Tabela 9. Classificação para validação cruzada gerada pela Análise de Função Discriminante para *Ps. ferox* coletados na Floresta Estadual do Palmito, estado do Paraná, sul do Brasil, entre 2005, 2014 e 2015.

Grupo	2005	2014/2015	Total
2005	65%	35%	40
2014/2015	53%	47%	36

Fonte: A autora (2016).

O tamanho dos indivíduos (tamanho do centroide) de *Psorophora ferox* não variou em função do período de coleta ($F_{1,74} = 2.01$, $p = 0.16$, $R^2 = 0.02$). Da mesma

maneira, não houve variação na forma dos indivíduos de *Ps. ferox* amostrados nos dois períodos (MANOVA, $F_{1,74} = 0.61$, $Z = 0.57$, $p = 0,80$).

Assim como para *An. cruzii*, para *Ps. ferox* foi observada variabilidade no formato e tamanho das asas nos anos de coleta, ou seja, em 2005 e entre 2014 e 2015 as asas de ambas as espécies sofreram grande variação, o que não foi observado entre esse período de 10 anos.

5 DISCUSSÃO

5.1 ESTRUTURA DA COMUNIDADE

5.1.1 Composição da fauna

Estudos de levantamentos e ecologia de Culicidae contribuem para a obtenção de conhecimento sobre espécies que talvez ainda não tenham sido registradas em determinados locais, além de aumentarem a quantidade de informações sobre fatores que podem influenciar na abundância de exemplares que possuam interesse em saúde pública e favorecer a obtenção de dados sobre alterações em ecossistemas e mudança climática. Dessa forma, conhecer melhor essas espécies é importante, pois pode-se desenvolver melhores técnicas para combatê-las, ainda mais em locais como a cidade portuária de Paranaguá, que até janeiro de 2016 registrou 561 casos autóctones de dengue, com óbito de duas pessoas (PARANÁ, 2016).

Foi possível observar uma alta riqueza de espécies: foram identificadas 42. Foi feito o registro de uma nova espécie para o estado do Paraná, *Culex abonnenci*. No Brasil, esta espécie só havia sido registrada por Laporta e Sallum (2014), no

estado de São Paulo, também em área de Mata Atlântica. Padrão similar de riqueza de espécies foi encontrado em estudo de Silva (2006), realizado na mesma localidade, onde foram coletadas 39 espécies com armadilha de Shannon. Entre as mais abundantes estavam *An. cruzii* e *Ae. serratus/nubilus*, assim como o registrado neste estudo.

Por outro lado, em estudo de Bona e Navarro-Silva (2008), também realizado na Floresta Estadual do Palmito com coletas quinzenais de dezembro de 2006 a março de 2007, foram identificados 3,479 culicídeos distribuídos em 25 espécies. Da mesma forma, *An. cruzii* estava entre as espécies mais abundantes do estudo, assim como *Culex sacchettae*. Pode-se verificar então que apesar de ter havido um número maior de exemplares, houve menor riqueza de espécies. Talvez isso se deva ao fato de terem feito coletas apenas no período do verão, não sendo possível, dessa forma, coletar espécies em outras estações.

Guedes e Navarro-Silva (2014), em trabalho realizado em Antonina, Paraná, próxima da área amostral do presente trabalho e também em área de Mata Atlântica, encontraram também alta abundância de *An. cruzii*. As coletas dos espécimes foram realizadas nos crepúsculos matutino e vespertino e à noite. Portanto, era esperada uma alta abundância de *An. cruzii*, visto que trata-se de uma espécie que possui hábito de realizar repasto sanguíneo principalmente durante o entardecer, até cerca das 22 horas (FORATTINI, 2002). Entretanto, em trabalho de Forattini *et al.* (1986) esta espécie foi coletada em todos os horários do dia, com menos abundância em alguns horários como das 14:00h às 17:00h.

Em no município de Piraquara, estado do Paraná, Anjos e Navarro-Silva (2008) também coletaram culicídeos com aspirador de Nasci e detectaram 48 espécies ao final do estudo. A riqueza de espécies foi maior que o registrado neste

estudo, ainda mais se comparada com o total de exemplares coletados, que foram apenas 636. Essa alta riqueza de espécies em Piraquara pode ser explicada devido às coletas terem sido realizadas nos crepúsculos matutino e vespertino. Esses são períodos de transição, onde espécies de hábitos diurnos estão encerrando (crepúsculo vespertino) ou iniciando (crepúsculo matutino) suas atividades. Portanto, pode haver maior presença de espécies nesse curto espaço de tempo. Em trabalho de Santos *et al.* (2014), realizado em Santa Catarina, em área de preservação de Mata Atlântica, no período matutino, foram identificadas 13 espécies de Culicidae. Enquanto que Orlandin *et al.* (no prelo), em estudo realizado no mesmo local, porém no crepúsculo vespertino, detectaram 23 espécies.

A grande abundância de espécies pertencentes à *Wyeomyia* pode ser explicada devido às características florísticas e fitofisionômicas do local. Exemplares imaturos desse gênero são comuns em recipientes naturais, como bromélias, internódios de bambus e cascas de frutos (MARQUES; FORATTINI, 2008). O interior da Floresta Estadual do Palmito caracteriza-se pela abundante presença de bromeliáceas.

Muitas outras espécies de Culicidae podem se desenvolver em bromélias, como é o caso de espécies de *Culex*, bem como de *Anopheles* (MARQUES *et al.*, 2012). Essa alta quantidade de espécies relacionadas às bromélias que foram coletadas no presente estudo pode estar relacionada ao fato de terem sido coletadas no interior de mata, onde provavelmente as bromélias estão menos sujeitas à evaporação e a ventos fortes, permanecendo com água nas imbricações foliares com tempo suficiente para o desenvolvimento desses indivíduos (MARQUES; FORATTINI, 2008).

Algumas das espécies com maior abundância também foram as mais frequentes, enquanto outras com menor frequência também apresentaram uma elevada abundância. Ou espécies pouco abundantes tiveram uma alta frequência. Estes dados podem refletir a ecologia reprodutiva de cada espécie, com algumas que se reproduzem em diferentes condições mantendo uma elevada abundância e frequência. Enquanto outras que se reproduzem de forma “explosiva” poderiam apresentar uma baixa frequência e elevada abundância, como é o caso de *Anopheles pseudopunctipennis*, que tende a ter sua abundância reduzida na estação chuvosa. Os imaturos dessa espécie se desenvolvem em poças de água limpa, à margem de cursos que têm tendência à diminuição do volume líquido (FORATTINI, 2002). Algumas espécies possuem ovos que permanecem viáveis por longos períodos na ausência de chuvas, com ovos eclodindo em condições favoráveis, enquanto outras podem se reproduzir de forma constante desde que haja criadouros disponíveis (VERBEK *et al.*, 2008).

O fato de *An. cruzii* estar entre as espécies mais abundantes, mas com baixa frequência, provavelmente está relacionado aos seus hábitos. Santos-Neto e Lozovei (2008) em área de Floresta Ombrófila Densa em Morretes (Paraná), registraram ausência de exemplares ao nível do solo durante alguns meses do ano (quatro meses) e ausência nas copas de árvores em menor frequência (um mês), apesar de considerarem estes resultados de certa forma correlacionados. Padrão similar desta espécie foi observado neste estudo.

Com relação à abundância das espécies de acordo com o período amostral, foi observado que *An. cruzii* teve sua maior abundância nas coletas que corresponderam à primavera, padrão similar foi observado por Guedes e Navarro-

Silva (2014) para esta espécie. Em trabalho de Guimarães *et al.* (2001), *An. cruzii* também foi mais abundante na primavera, bem como no verão.

Guimarães *et al.* (2001) observaram que *Ps. ferox* teve maior abundância entre os meses de janeiro a abril. Similarmente, no presente trabalho esta espécie apresentou maior atividade entre os meses de janeiro e março. Guimarães *et al.* (2000) também constataram que *Ps. ferox* esteve mais abundante principalmente nos meses do primeiro semestre do ano.

Aedes serratus/nubilus apresentou maior atividade nos meses de abril e maio de 2015. O mesmo foi observado por Silva (2006), no entanto, ao invés de maio, o mês mais abundante foi abril, seguido por maio. Guimarães *et al.* (2000), diferentemente, encontraram as maiores abundâncias para *Ae. serratus/nubilus* nos meses de janeiro, junho e novembro.

Foi possível observar que, em aspectos relacionados à riqueza de espécies de Culicidae os resultados obtidos no presente estudo mostraram-se semelhantes com outros trabalhos já realizados na localidade, onde muitas espécies em comum foram coletadas. Apesar disso, *Culex abonnenci* foi coletado pela primeira vez na localidade, bem como no estado do Paraná, fato que demonstra que a fauna em sua totalidade ainda está a ser descoberta.

5.1.2 Relação entre dados bióticos e abióticos

As oscilações na abundância de culicídeos aparentam ser fortemente influenciadas por fatores abióticos, devido aos ciclos de vida destes insetos que dependem de locais com água para sua reprodução e desenvolvimento larval. Estes fatores podem explicar a influência da pluviosidade sobre suas populações e

também umidade relativa do ar. A influência destes fatores também foi observada na comunidade de culicídeos em outros locais do sul do Brasil, como no oeste de Santa Catarina, por Santos *et al.* (2014). Porém estes autores encontraram maior influência da umidade relativa do ar sobre a comunidade de culicídeos do que a pluviosidade em si.

Em trabalho realizado por Guimarães *et al.* (2000), no Parque Estadual da Serra do Mar (São Paulo), área de Mata Atlântica, foi coletada uma maior abundância de exemplares durante os períodos de maior temperatura, umidade e pluviosidade.

A influência de pluviosidade já foi documentada sobre o aumento de populações de *Aedes aegypti* e casos de dengue após grandes quantidades de chuvas e aumento populacional deste vetor (BARRERA *et al.*, 2011). A pluviosidade também foi associada com aumento de incidência de dengue em trabalhos de modelagem, da mesma forma, em trabalhos com vírus de encefalite foi encontrada correlação entre aumento populacional de culicídeos com aumento de temperatura e pluviosidade, resultando em maior incidência de casos epidemiológicos (MORIN *et al.*, 2015; TIAN *et al.*, 2015).

Períodos com maior temperatura e maior pluviosidade também estão associados com maior incidência de vírus do Nilo Ocidental, devido aos efeitos destes fatores sobre as populações de seus culicídeos vetores (RUIZ *et al.*, 2010). Assim, estas informações corroboram o registrado no presente trabalho, em que o gênero *Aedes* esteve positivamente relacionado com aumento de pluviosidade e umidade do ar. Desse modo, tais períodos podem ser de intensificação de transmissão de agentes etiológicos por espécies deste gênero.

Em relação à influência de fatores abióticos sobre as espécies mais abundantes, ressalta-se que *An. cruzii*, foi inversamente influenciado pelo aumento de pluviosidade e temperatura. Este dado corrobora Santos-Neto e Lozovei (2008), que em área de Mata Atlântica não encontraram correlação entre a abundância de *An. cruzii* com pluviosidade e temperatura. Dessa forma, provavelmente não ocorrem explosões populacionais nesta espécie, mas sim apresentam um aumento lento e gradual.

No entanto, em área de Mata Atlântica de São Paulo, no Parque Nacional da Serra da Bocaina, *An. cruzii* esteve mais relacionado com aumento de temperatura, fato que não foi observado na Floresta Estadual do Palmito, mas naquele estado também não houve relação desta espécie com aumento de pluviosidade (GUIMARÃES *et al.*, 2001).

Os resultados observados na Análise de Correspondência Canônica para *Anopheles cruzii* corroboram sua biologia, pois trata-se de uma espécie que tem como criadouros bromeliáceas. Portanto, a não relação com o aumento de chuvas e de temperatura é compreensível, pois se aumentar o regime de chuvas, é possível que a água do fitotelmato extravase, fazendo com que os imaturos saiam das bromélias. E se a temperatura aumenta, a água pode evaporar com maior facilidade, diminuindo assim sua quantidade e fazendo com que não haja micro-habitat para desenvolvimento dos imaturos.

Também em área de Mata Atlântica, porém no Rio de Janeiro, *Wyeomyia leucostigma* e *Limatus durhamii*, da mesma forma apresentaram maior abundância em períodos de pluviosidade reduzida (LOURENÇO-DE-OLIVEIRA *et al.*, 1985). *Wy. Leucostigma* já foi encontrado em axilas de plantas (LOURENÇO-DE-OLIVEIRA *et al.*, 1986), assim, a chuva em abundância faria com que os imaturos não pudessem

se desenvolver apropriadamente nesses micro-habitat. *Li. durhamii* pode se desenvolver tanto em criadouros artificiais quanto naturais, como é o caso de bambu (LOPES, 1997; SILVA, 2004). Dessa forma, trata-se de uma espécie que também não se beneficiaria com grandes quantidades de chuva, fato que corrobora os resultados obtidos na Análise de Correspondência Canônica.

Espécies como *Aedes serratus*, *Ae. serratus/nubilus* e *Ae. scapularis* foram positivamente influenciadas pelo aumento da pluviosidade e umidade relativa do ar. As duas primeiras também já foram registradas como possuindo uma relação positiva com aumento da umidade relativa do ar e pluviosidade em estudo realizado em Santa Catarina (SANTOS *et al.*, 2014) e *Ae. scapularis* também apresentou relação com estes fatores no Rio de Janeiro (LOURENÇO-DE-OLIVEIRA *et al.*, 1985).

Os exemplares do subgênero *Ochlerotatus*, como é o caso de *Ae. scapularis* e *Ae. serratus* possuem dependência de regime de chuvas, pois os imaturos se desenvolvem em poças temporárias no solo (FORATTINI, 2002; CASANOVA; PRADO, 2002). Dessa forma, é necessário haver uma quantidade de chuva considerável para que ocorra o desenvolvimento de espécies como essa. *Ae. scapularis*, no entanto, pode também se desenvolver em criadouros artificiais, como relatado por Forattini *et al.* (1997) e Silva e Menezes (1996).

No estado de São Paulo, em área de Mata Atlântica, *Ps. ferox* também esteve associado com aumento de temperaturas, enquanto em Santa Catarina, em área de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual, esteve mais associado com aumento da umidade relativa do ar (GUIMARÃES *et al.*, 2001; SANTOS *et al.*, 2014). Os criadouros dessa espécie de culicídeo são caracterizados por apresentarem caráter temporário no solo, resultado do acúmulo de água das

chuvas. No entanto, o aumento de temperatura não prejudica o desenvolvimento dos imaturos devido à evaporação da água, pois seu desenvolvimento é curto, de modo que em poucos dias atingem a fase de pupa (FORATTINI, 2002).

O gênero *Wyeomyia* e diversas de suas espécies tiveram uma relação positiva com o aumento de temperatura. O mesmo foi observado em estudo realizado na Serra do Mar em São Paulo (GUIMARÃES *et al.*, 2000). As espécies de *Culex* formaram um agrupamento na ordenação, com espécies mais ou menos influenciadas positivamente pela umidade relativa do ar e pluviosidade, que também se refletiu na análise ao nível de gênero, mas não intensamente.

Não foi encontrada correlação entre abundância de *Culex* e temperatura. Fato similar foi encontrado em estudo realizado com *Culex eduardoi* por Ribeiro *et al.* (2002), em Curitiba, Paraná. Porém, nesse mesmo estudo, foi registrado maior número de larvas em período de pluviosidade elevada, como primavera; o mesmo não foi observado no verão. Da mesma forma, observou-se neste estudo que o gênero *Culex* esteve associado com a pluviosidade, mas não de forma intensa. Laporta *et al.* (2006), em área urbana do município de São Paulo, não registraram correlação de abundância de *Culex quinquefasciatus* com temperatura. Além disso, registraram apenas uma baixa influência da pluviosidade, desta forma, também corroborando os dados obtidos para este gênero.

Em geral, os fatores abióticos exerceram influência na comunidade de Culicidae da Floresta Estadual do Palmito, fato que demonstra que estes insetos possuem estrita relação com o meio abiótico.

5.1.3 Culicídeos transmissores de agentes etiológicos

Algumas das espécies aqui coletadas têm ligação com veiculação de agentes etiológicos causadores de doenças. A transmissão autóctone de malária na região extra-amazônica ocorre principalmente em regiões da Serra do Mar, onde *An. cruzii* é considerado vetor primário de *Plasmodium* (DEANE *et al.*, 1970; BRANQUINHO *et al.*, 1997; DUARTE *et al.*, 2013). Este anofelíneo já foi reportado infectado naturalmente com alguns plasmódios, como é o caso de *Plasmodium vivax* e *P. malariae* (KIRCHGATTER *et al.*, 2014).

Anopheles cruzii encontra-se restrito às áreas da Serra do Mar, que ainda apresentam áreas preservadas de Floresta Atlântica, de fato, essa área possui características climáticas específicas que permitem o desenvolvimento de bromeliáceas, onde os imaturos desta espécie se desenvolvem. A malária era um grande problema no passado, principalmente nas áreas de floresta que ia do litoral de São Paulo à Santa Catarina (MARRELLI *et al.*, 2007). Atualmente ocorreu o declínio das transmissões de malária nesta região, entretanto, a área abrangente da doença se estendeu mais ao norte, tendo se tornado problema para as autoridades de saúde no Espírito Santo (REZENDE *et al.*, 2005).

Com relação aos vetores de arboviroses, destacam-se *Ae. scapularis*, *Ae. serratus* e *Ps. ferox*. *Aedes scapularis* é comum em áreas de matas secundárias, plantações e outros locais modificados pelo ser humano e é comum em criadouros permanentes ou transitórios formados no solo (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002). Esta espécie tem sido encontrada infectada com alguns arbovírus, como o da encefalite equina venezuelana (FORATTINI, 1965; ARNELL, 1976) e o vírus Rocio (MITCHELL *et al.*, 1986; CARDOSO *et al.*, 2010b).

Aedes serratus, assim como *Ae. scapularis*, se desenvolve em criadouros no solo que possuem caráter temporário, porém pode se desenvolver em criadouros de

caráter permanente, muitas vezes localizados próximos a habitações, realizando hematofagia especialmente em grandes mamíferos (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002). *Aedes serratus* já foi encontrado infectado com alguns vírus como o vírus da Encefalite Saint Louis (VASCONCELOS *et al.*, 1991) e o vírus Trocara (ROSA *et al.*, 2001). Foi também encontrado naturalmente infectado com o vírus da febre amarela no Rio Grande do Sul, o que significa que este inseto pode ser vetor secundário deste patógeno (CARDOSO *et al.*, 2010a).

Psorophora ferox pode ser encontrado em criadouros temporários que surgem devido ao acúmulo da chuva, sendo que as fêmeas são agressivas ao realizarem hematofagia, e possuem preferência por mamíferos (FORATTINI, 2002). Esta espécie já foi encontrada infectada com vários agentes patogênicos, entre eles, pode-se citar o vírus Rocio, Ilhéus, vírus do oeste do Nilo, além de ser capaz de carrear ovos de *Dermatobia*, disseminando miíases (MITCHELL *et al.*, 1986; FORATTINI, 2002; CDC, 2015).

O gênero *Culex*, além de possuir espécies que veiculam o agente etiológico causador da Filariose, podem também transmitir alguns vírus. *Culex nigripalpus*, detectado na área da planície litorânea, desenvolve-se em geral em ambientes com água poluída (FORATTINI, 2002), e segundo a literatura, pode ser vetor principalmente da Encefalite Saint Louis (RICHARDS *et al.*, 2012).

Exemplares do subgênero *Melanoconion* apresentam grande capacidade vetora, principalmente os relacionados à seção *Spissipes*. Menciona-se *Culex spissipes* encontrado com infecção natural da Encefalite Saint Louis na região amazônica (VASCONCELOS *et al.*, 1991). Infecções naturais com vírus da família Bunyaviridae foram relatadas também em *Cx. spissipes*, bem como *Cx. sacchettae*, ambos coletados no presente trabalho (FORATTINI, 2002).

A Floresta Estadual do Palmito é constantemente visitada, seja pela comunidade local ou por alunos de escolas e universidades. Dessa forma, é necessário manter uma vigilância nesta área, uma vez que várias espécies que já foram reportadas infectadas com agentes etiológicos causadores de doenças foram coletadas.

5.1.4 Ácaros parasitando Culicidae

Há poucos estudos com ácaros parasitando culicídeos no Brasil. Pode-se citar o trabalho de Flechtmann (1974), onde um exemplar de *Culex fatigans* (sinonímia: *Culex quinquefasciatus*) foi encontrado parasitado por 15 ácaros do gênero *Arrenurus*. Não foram encontrados outros estudos relacionados, portanto, o presente estudo trata-se provavelmente do primeiro a realizar uma investigação sistematizada sobre culicídeos parasitados por ácaros no Brasil. A prevalência geral de culicídeos parasitados foi de 0,60%. Kirkhoff *et al.* (2013) coletaram 929.873 culicídeos na Pennsylvania, nos Estados Unidos, entre eles, 0,20% estavam parasitados por ácaros (n = 1836). Padrão similar foi observado na Austrália, onde de 19.280 culicídeos coletados, 0,27% estavam parasitados (WILLIAMS; PROCTOR, 2002). Por outro lado, há estudos onde a prevalência é mais alta, como em Ontário, Canadá (6,69%) (SMITH; MCIVER, 1984b) e em outro estudo, também em Ontario, Smith & McIver (1984a) encontraram uma prevalência ainda maior: 87,5%.

Esta variação na prevalência do parasitismo em diferentes países pode estar relacionada à composição das espécies na área estudada, bem como a presença de água para utilização em criadouros de culicídeos (MILNE *et al.*, 2008). Alguns

fatores abióticos podem influenciar bastante na distribuição e abundância de culicídeos. Pluviosidade, por exemplo, pode alterar a abundância e o tipo de criadouros para os culicídeos (SHAMAN; DAY, 2007). Assim, de acordo com as variáveis climáticas de uma dada região, algumas espécies de Culicidae podem apresentar variação em relação ao seu desenvolvimento.

Foram coletados 25 culicídeos parasitados, destes, 19 foram compostos por fêmeas e apenas seis foram machos, estes, foram parasitados somente por *Arrenurus*. Ácaros aquáticos aparentemente se aderem mais em fêmeas pois quando estas tornam-se indivíduos adultos, podem retornar para a água para ovipositar. Em muitos dípteros, apenas a fêmea retorna para a água para ovipositar, então, se os ácaros se aderirem a machos, seu ciclo de vida pode não se completar (MULLEN, 1974; SMITH; MCIVER, 1984a; LANCIANI, 1988; ROLFF, 2001).

Os ácaros foram encontrados principalmente no abdômen dos culicídeos. Snell & Heath (2006) também encontraram ácaros aderidos com maior frequência no abdômen, e em menor quantidade no tórax, bem como nas pernas. Milne *et al.* (2008) observaram geralmente ácaros aquáticos aderidos ao abdômen dos culicídeos. O mesmo foi encontrado no presente trabalho, onde *Arrenurus*, gênero de ácaros aquáticos, foi encontrado apenas parasitando o abdômen. A escolha do abdômen dos culicídeos por *Arrenurus* pode estar relacionado ao fato de que as fêmeas precisam voltar ao criadouro para ovipositar. Portanto, o abdômen seria o modo mais fácil de aderir ao inseto, devido a estar mais intimamente próximo à água. Mitchell (1959), em um estudo com *Arrenurus*, demonstrou que o local em que cada espécie de ácaro se aderiu estava diretamente relacionado ao modo com os exemplares de Odonata ovipositavam. Enfatiza-se o total de culicídeos parasitados

foi baixo, logo, talvez não seja possível inferir sobre preferências por hospedeiros e locais de adesão no corpo destes.

Arrenurus foi o gênero de ácaro que parasitou a maior diversidade de culicídeos. Isto provavelmente ocorreu devido à biologia deste gênero, que vive em diferentes tipos de ambientes de água doce, o que permite que encontre diferentes espécies de hospedeiros (MLYNAREK *et al.* 2015). Este gênero de ácaro é o mais reportado parasitando culicídeos, cuja atividade vem sendo documentada em muitos países, reforçando, então, sua flexibilidade em relação aos hospedeiros (TSAI *et al.*, 1969; REISEN; MULLEN, 1978; WILLIAMS; PROCTOR, 2002; MORALES; MIRANDA, 2008, WERBLOW *et al.*, 2015).

Todas as espécies de culicídeos coletadas para este estudo foram parasitadas por *Arrenurus*, com exceção de espécies do subgênero *Microculex*. Este pode ser um indicativo de que este gênero não se desenvolva tão bem em bromélias, que é o criadouro comum onde exemplares de *Microculex* são encontrados (LORENÇO-DE-OLIVEIRA *et al.*, 1986). Confirma-se esta informação através de outras espécies coletadas, que não foram encontradas parasitadas e se desenvolvem em bromélias, como é o caso de *Anopheles cruzii* e *Wyeomyia* (*Phoniomoyia*) (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002).

Com relação às outras espécies parasitadas por *Arrenurus*, *Ae. serratus* tem seus estágios imaturos se desenvolvendo em poças temporárias no solo, que são formadas por precipitação. O mesmo é verdade para outras espécies de *Culex* coletadas, pertencentes ao subgênero *Melanoconion*. *Aedes hortator* pode se desenvolver em buracos em rochas, bem como em poças temporárias no solo (FORATTINI, 1965; FORATTINI, 2002; HUTCHINGS *et al.*, 2002). Estágios imaturos de espécies de *Uranotaenia* se desenvolvem em charcos entre a vegetação aquática

(GALINDO *et al.*, 1954). Portanto, o gênero *Arrenurus* foi encontrado parasitando apenas culicídeos que possuem algum estágio de seu ciclo de vida no solo, demonstrando um padrão de distribuição, como foi observado também por Williams e Proctor (2002) no sul da Austrália.

Microtrombidium foi coletado apenas em dois culicídeos: *Culex imitator* e uma espécie não identificada de *Culex (Microculex)*. O estágio imaturo destes culicídeos podem se desenvolver em criadouros naturais, como buracos em troncos de árvores e bromélias, principalmente aquelas localizadas em rochas e no solo (KUMM 1933; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA *et al.*, 1986). Ao contrário da maioria de ácaros que parasitam culicídeos, exemplares de *Microtrombidium* vivem no solo. Este gênero tem sido reportado parasitando Culicidae (e.g. MICHENER, 1946) e é compreensível que culicídeos que se desenvolvem em bromélias localizadas no solo possam ser parasitados por esse gênero de ácaro.

Com relação ao gênero *Durenia*, pouca quantidade de informação é conhecida, há um estudo sobre sua relação como parasitos de culicídeos (MULLEN, 1975). Quase a metade dos ácaros encontrados parasitando culicídeos pertenceram à *Durenia*, o que pode indicar que estes ácaros podem ser facilmente encontrados parasitando Culicidae, pelo menos no Brasil. No entanto, uma maior quantidade de informação sobre a relação *Durenia*-Culicidae é necessária, principalmente porque faz-se, neste estudo, o primeiro registro deste gênero de ácaro para o Brasil.

É importante salientar que ácaros provavelmente exercem um controle natural de culicídeos, bem como em vários outros grupos de insetos. Além de reduzir a expectativa de vida e produção de ovos, ácaros são conhecidos por retardar o amadurecimento sexual e reduzir a capacidade de voo. Em todos os casos, o impacto do parasitismo depende da quantidade de parasitos aderidos aos insetos, e

pode também afetar toda a população de uma determinada espécie (SMITH *et al.*, 2001). García *et al.* (1994) observaram o parasitismo de ácaros em populações naturais de Culicidae e concluíram que a prevalência e o número de ácaros em cada hospedeiro foi reduzida.

Enfatiza-se que foram feitos alguns primeiros registros de espécies de Culicidae sendo parasitadas por ácaros: *hortator*, *Culex imitator*, *Culex pedroi*, *Culex sacchettae*, *Culex zeteki* e *Uranotaenia mathesoni*. Adicionalmente, faz-se o primeiro registro do gênero *Durenia* para o Brasil. É evidente que a área estudada precisa ser melhor explorada, observando-se ainda que o conhecimento sobre culicídeos parasitados por ácaros no Brasil é escasso.

5.2 Morfometria Geométrica

Para documentar, este é o primeiro trabalho onde pesquisa-se a possível variação temporal em um período tão longo em Culicidae no Brasil. As populações de *Anopheles cruzii* e *Psorophora ferox* não apresentaram variação na forma e tamanho das asas em um intervalo de dez anos, de 2005 até 2015. Os resultados observados para *An. cruzii* não corroboram o estudo de Lorenz *et al.* (2014) realizado em área de Mata Atlântica em São Paulo, onde houve variação temporal na forma e tamanho das asas de *An. cruzii* em um período com diferença de cinco anos.

Uma hipótese para talvez explicar o porquê de não ter sido encontrada variação no tamanho e formato das asas de *An. cruzii*, bem como de *Ps. ferox*, é que estas espécies podem estar passando por processos de seleção estabilizadora,

onde, segundo Hosken & Stockley (2004), estaria ocorrendo um efeito de alometria negativa, ou seja, valores intermediários são favorecidos independentemente do tamanho do corpo do animal. Por outro lado, as seleções disruptiva e direcional fariam com que aumentassem as variações nas características em questão, pois leva-se em consideração os valores extremos, o que pode ter ocorrido no trabalho de Lorenz et al. (2014).

Complementarmente, talvez o fato de não ter havido diferença na forma e tamanho das asas das duas espécies em questão explica-se também devido a que as coletas foram realizadas apenas em dois anos: em 2005 e entre 2014 e 2015. Alguns artigos já publicados relatam variação temporal em espécies de Culicidae coletadas ao longo de um determinado período, onde todos os anos foram amostrados. Um exemplo é o trabalho de Vidal et al. (2012), onde foram amostrados *Aedes albopictus* coletados entre os anos de 2007 e 2010, ou seja, foram quatro anos de amostragem. Foi verificado que, em determinados períodos, como de 2007 para 2008, houve maior variação nas asas e que para machos, por exemplo, o tamanho da asa diminuiu ao longo dos quatro anos. Como os exemplares foram coletados sempre na mesma estação de cada ano, os autores sugerem que, ao invés de temperatura e umidade, outros fatores estariam atuando no tamanho da asa, como densidade dos espécimes e disponibilidade de alimento.

Por outro lado, no presente trabalho apesar de não ter sido verificada variação temporal na forma e tamanho das asas, pôde ser observada uma alta variabilidade das asas nos anos de coleta, o que indica que, em hipótese, haja variação sazonal dos organismos. Como há oscilações sazonais mais intensas do que ao longo de 10 anos, ora com temperaturas mais elevadas (verão) e ora mais baixas (inverno), assim como maior ou menor pluviosidade, essas diferenças

poderiam ter selecionado uma estratégia de elevada variabilidade morfológica. Pois indivíduos com diferentes características se beneficiariam em diferentes momentos. De fato, em estudo morfométrico prévio com uma espécie de *Aedes* no mesmo local de estudo desse trabalho, foi constatado que houve variação sazonal significativa de tamanho e forma das asas para o táxon em questão (E.B. dos Santos, obs. pess.). Devido a esse resultado, levanta-se esta hipótese aqui.

Esta hipótese remete à plasticidade fenotípica, ou seja, a habilidade que um determinado genótipo tem de exibir fenótipos diferentes de acordo com as condições do ambiente em que se encontra (Pigliucci, 2005). Essas adaptações que os organismos sofrem em condições temporárias, para melhor sobreviver no meio em questão, poderiam ser selecionadas e talvez serem fixadas na população, caso sejam benéficas a esta. Essa variação fenotípica em resposta a diferentes ambientes também é conhecida como norma de reação (Whitman & Agrawal, 2009).

Apesar de ter ocorrido um pequeno aumento nas temperaturas e pluviosidade entre os dois períodos amostrais, restaria ainda testar a influência destas variações sobre a morfometria dos culicídeos. Em estudo realizado por Cavicchi *et al.* (1991) criando, em condições de laboratório, populações de *Drosophila melanogaster* em temperaturas 7°C e 10°C mais elevadas às quais elas estavam aclimatadas durante oito anos, os autores verificaram que ocorreram modificações na forma e tamanho das asas. Assim é possível que no ambiente natural aqui estudado, o aumento de temperatura média de pouco mais de 1°C em 10 anos, não tenha sido suficiente para gerar uma pressão seletiva intensa a ponto de gerar uma divergência ou especialização nas populações de *Ps. ferox*. No entanto, há a possibilidade de que variações sazonais mantenham a variabilidade de formas de asas que se fizeram

presentes em ambos os anos, já que a temperatura média entre verão e inverno apresentou uma variação entre 7°C e 8°C em ambos os anos.

Schachter-Broide *et al.* (2009), em estudo com *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) na Argentina, verificaram que certas características da morfometria da espécie variavam de forma diferente. O tamanho da asa variou mais sazonalmente e menos pelo tempo transcorrido ao longo das coletas, assim sendo mais influenciado por questões ambientais ocorrentes ao longo do desenvolvimento do indivíduo. As diferenças na forma das asas estavam mais relacionadas com o tempo transcorrido entre as coletas, possivelmente indicando maior diferença de pressões seletivas ocorrentes ao longo desta, estando assim mais conexas a fatores genéticos.

O fato de em ambos os anos as populações das duas espécies terem apresentado uma elevada variabilidade que não mudou de forma intensa ao longo de 10 anos, pode condizer com o afirmado por Siepielski *et al.* (2009) e Bell (2010). Apesar de a seleção natural exercer pressão sobre as espécies, esta costuma ser bastante variável, flutuando temporalmente em sua intensidade. Desta forma, há a possibilidade de que seriam necessários mais anos para serem registradas diferenças significativas nas populações de *An. cruzii* e *Ps. ferox* na área amostral, considerando que os fatores abióticos exercem forte influência sobre a formação das asas de insetos e que na área amostral tais fatores variaram pouco ao longo do período.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do estudo foi possível observar uma alta riqueza de espécies (n = 42). Esse valor corresponde a cerca de 50% do total de espécies de Culicidae já

registradas no bioma Mata Atlântica. Dessa forma, é possível que o ambiente estudado esteja ofertando características ótimas para o desenvolvimento dessas espécies, como disponibilidade de hospedeiros. Adicionalmente, foi registrada uma nova espécie para o estado do Paraná, *Culex abonnenci*, documentada apenas no estado de São Paulo.

Pôde ser observado que os os eixos gerados na Análise de Correspondência Canônica explicaram 73,36% da variação na abundância dos indivíduos identificados até nível específico (os mais abundantes). Fato que demonstra um elevado percentual de explicação para a relação entre os dados abióticos e bióticos amostrados. Vale ressaltar que a Análise de Correspondência Canônica é uma análise exploratória, portanto, esse é um percentual aproximado do que pode estar influenciando na atividade dos culicídeos da Floresta Estadual do Palmito. Mesmo assim, foi constatado que a pluviosidade e temperatura mínima, principalmente, exerceram influência em várias espécies coletadas.

Com relação aos ácaros encontrados parasitando os culicídeos, ressalta-se que, apesar de não ter sido possível a identificação dos ácaros até nível específico, foi possível fazer novos registros, como o primeiro registro do gênero *Durenia* para o Brasil e, de acordo com informações do pesquisador que identificou os ácaros, dentre eles há algumas espécies novas para a ciência que estão em processo de descrição (COSTA, *com. pess.*).

Com relação à morfometria geométrica, constatou-se que não houve variação no tamanho e forma das asas de *An. cruzii* e *Ps. ferox* em uma período de diferença de dez anos. No entanto, houve grande variação dentro dos anos de coleta (2005, 2014 e 2015), demonstrando que talvez haja variação sazonal. Porém, trata-se de uma hipótese, são necessários estudos mais aprofundados, onde utilizem-se asas

de culicídeos de cada estação, em anos diferentes, para verificar se realmente essa alta variabilidade nos anos amostrados é devida às variações sazonais.

7 REFERÊNCIAS

AFIFY, A.S.; HASSAN, M.; HELAL, A.A.; ATAALLA, M.; AMR, A. Environmental survey on seasonal activity of adults mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Al-Madinah Al Munawarah Region, Saudi Arabia. **Global Journal of Environmental Sciences and Toxicology**, v. 1, p. 80-88, 2014.

ALMEIDA, S.S.P.; LOUZADA, J.N.C. Estrutura de comunidade de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em fitofisionomias do cerrado e sua importância para a conservação. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 32-43, 2009.

ANJOS, A.F.; NAVARRO-SILVA, M.A. Culicidae (Insecta: Diptera) em área de Floresta Atlântica no estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 30, p. 23-27, 2008.

ARNELL, J.H. Mosquito studies (Diptera, Culicidae). XXXIII. A revision of the Scapularis Group of *Aedes* (*Ochlerotatus*). **Contributions of the American Entomological Institute**, v. 12, p. 1-144, 1976.

AYALA, D.; CARO-RIAÑO, H.; DUJARDIN, J.; RAHOLA, N.; SIMARD, F.; FONTENILLE, D. Chromosomal and environmental determinants of morphometric variation in natural populations of the malaria vector *Anopheles funestus* in Cameroon. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 11, p. 940-947, 2011.

BABBITT, G.A. How accurate is the phenotype? An analysis of developmental noise in a cotton aphid clone. **BMC Developmental Biology**, v. 8, p. 1-9, 2008.

BARRERA, R.; AMADOR, M.; MACKAY, A.J. Population dynamics of *Aedes aegypti* and Dengueas influenced by weather and human behavior in San Juan, Puerto Rico. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 5, p. e1378, 2011.

BECKER, N.; DUŠAN, P.; ZGOMBA, M.; BOASE, C.; DAHL, C.; MADON, M.; KAISER, A. **Mosquitoes and their control**. New York: Springer, 609p, 2010.

BELL, G. Fluctuating selection: the perpetual renewal of adaptation in variable environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 365, p. 87-97, 2010.

BERLESE, A. Acari nuovi. **Manipulus Lus Redia**, v. 1,2, p. 235–252, 1903.

BOOKSTEIN, F. L. **Morphometric tools for landmark data: Geometry and Biology**. Cambridge: Cambridge University Press, 455 p, 1991.

BOEGER, M.R.T.; WINIEWISKI, C. Comparison of leaf morphology of tree species from three distinct sucesional stages of tropical rain forest (Atlantic Forest) in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 1, p. 61-72, 2003.

BONA, A.C.D.; NAVARRO-SILVA, M.A. Diversidade de Culicidae durante os períodos crepusculares em bioma de Floresta Atlântica e paridade de *Anopheles cruzii* (Diptera: Culicidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, p. 40-48, 2008.

BRANQUINHO, M.S.; MARRELLI, M.T.; CURADO, I.; NATAL, D.; BARATA, J.M.S.; TUBAKI, R.; CARRÉRI-BRUNO, G.C.; MENEZES, R.T.; KLOETZEL, J.K. Infecção de *Anopheles (Kerteszia) cruzii* por *Plasmodium vivax* e *Plasmodium vivax* variante VK247 nos municípios de São Vicente e Juquitiba, São Paulo. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 2, p. 189-193, 1997.

BURKETT-CADENA, N.D.; MCCLURE, C.J.W.; LIGON, R.A.; GRAHAM, S.P.; GUYER, C.; HILL, G.E.; DITCHKOFF, S.S.; EUBANKS, M.D.; HASSAN, H.K.;

UNNASCH, T.R. Host reproductive phenology drives seasonal patterns of host use in mosquitoes. **PloS One**, v. 6, p. 1-7, 2011.

BURKETT-CADENA, N.D.; MCCLURE, C.J.W.; ESTEP, L.K.; EUBANKS, M.D. Host or habitats: What drives the spatial distribution of mosquitoes? **Ecosphere**, v. 4, p. 1-16, 2013.

BURKETT-CADENA, N.D.; BINGHAM, A.M.; PORTERFIELD, C.; UNNASCH, T.R. Innate preference or opportunism: mosquitoes feeding on birds of prey at the Southeastern Raptor Center. **Journal of Vector Ecology**, v. 39, p. 21-31, 2014.

CARDOSO, J.C.; PAULA, M.B.; FERNANDES, A.; SANTOS, E.; ALMEIDA, M.A.B.; FONSECA, D.F.; SALLUM, M.A.M. Novos registros e potencial epidemiológico de algumas espécies de mosquitos (Diptera, Culicidae) no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 43, p. 552-556, 2010a.

CARDOSO, J.C.; ALMEIDA, M.A.B.; SANTOS, E.; FONSECA, D.F.; SALLUM, M.A.M.; NOLL, C.A.; MONTEIRO, H.A.O.; CRUZ, A.C.R.; CARVALHO, V.C.; PINTO, E.V.; CASTRO, F.C.; NUNES-NETO, J.P.; SEGURA, M.N.O.; VASCONCELOS, P.F.C. Yellow Fever vírus in *Haemagogus leucocelaenus* and *Aedes serratus* mosquitoes, southern Brazil, 2008. **Emerging Infectious Diseases**, v. 16, p. 1918-1924, 2010b.

CARDOSO, J.C.; PAULA, M.B.; FERNANDES, A.; SANTOS, E.; ALMEIDA, M.A.B.; FONSECA, D.F.; SALLUM, M.A.M. Ecological aspects of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in an Atlantic forest area on the north coast of Rio Grande do Sul State, Brasil. **Journal of Vector Ecology**, v. 36, p. 175-186, 2011.

CARRANO, E. **Composição e conservação da avifauna na Floresta Estadual do Palmito, município de Paranaguá, Paraná**. Curitiba, 138 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2006.

CARVALHO, G.C. **Investigação de fontes alimentares de culicídeos coletados em parques municipais de São Paulo pela técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR)**. São Paulo, 102 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CARVALHO, G.C., MALAFRONTI, R.S., IZUMISAWA, C.M., TEIXEIRA, R.S., NATAL, L.; MARRELLI, M.T. Blood meal sources of mosquitoes captured in municipal parks in São Paulo, Brazil. **Journal of Vector Ecology**, v. 39, p. 146-152, 2014.

CASANOVA, C.; PRADO, A.P. Key-factor analysis of immature stages of *Aedes scapularis* (Diptera: Culicidae) populations in southeastern Brazil. **Bulletin of Entomological Research**, v. 92, p. 271-277, 2002.

CATOR, L.J., ARTHUR B.J., HARRINGTON, L.C.; HOY, R.R. Harmonic convergence in the love songs of the dengue vector mosquito. **Science**, v. 323, p. 1077-1079, 2009.

CAVICCHI, S.; GIORGI, G.; NATALI, V.; GUERRA, D. Temperature-related divergence in experimental populations of *Drosophila melanogaster*. III. Fourier and centroid analysis of wing shape and relationship between shape variation and fitness. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 4, p. 141-159, 1991.

CDC (Centers for Disease Control and Prevention). **West Nile Virus**. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/westnile/index.html>>. Acesso em: 10/11/2015.

CLEMENTS, A.N. **The physiology of mosquitoes**. Oxford. Pergamon Press, 393p. 1963.

CONDON, C., COOPER, B.S., YEAMAN, S.; ANGILLETTO JR., M.J. Temporal variation favors the evolution of generalists in experimental populations of *Drosophila melanogaster*. **Evolution**, v. 68, p. 720-728, 2014.

CONSOLI, R.A.G.B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 225 p. 1994.

DEANE, L.M.; FERREIRA-NETO, J.A.; DEANE, S.P.; SILVEIRA, I.P. *Anopheles (Kerteszia) cruzii*, a natural vector of the monkey malaria parasites, *Plasmodium simium* and *Plasmodium brasilianum*. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 64, p. 647, 1970.

DI SABATINO, A.; GERECKE, R.; MARTIN, P. The biology and ecology of lotic water mites (Hydrachnidia). **Freshwater Biology**, v. 44, p. 47-62, 2000.

DORVILLÉ, L.F.M. Mosquitoes as bioindicators of forest degradation in Southeastern Brazil, a statistical evaluation of published data in the literature. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 31, p. 68-78, 1996.

DRYDEN, I.L.; MARDIA, K.V. **Statistical Shape Analysis**. New York: Wiley & Sons. 1998.

DUARTE, A.M.R.C.; PEREIRE, D.M.; PAULA, M.B.; FERNANDES, A.; URBINATTI, P.R.; RIBEIRO, A.F.; MELLO, M.H.S.H.; MATOS JR, M.O.; MUCCI, L.F.; FERNANDES, L.N.; NATAL, D.; MALAFRONTTE, R.S. Natural infection in anopheline species and its implications for autochthonous malaria in the Atlantic forest in Brazil. **Parasites & Vectors**, v. 6, p. 1-6, 2013.

DUGÈS, A. Recherches sur l'ordre des Acariens en général et la famille de Tombidiés en particulier. Premier Mémoire. **Annales des Sciences Natureles Zoologie**, v. 1, p. 5-46, 1834.

DUJARDIN, J.P. Morphometrics applied to medical entomology. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 8, p. 875-890, 2008.

EFFORD, I.E. The parasitic ecology of some watermites. **Journal of Animal Ecology**, v. 32, p. 141-156, 1963.

ELDRIGE, B.F. Patrick Manson and the discovery age of vector biology. **Journal of the Mosquito Control Association**, v. 8, p. 215-220, 1992.

ESTEVA, L.; RIVAS, G.; YANG, H.M. Assessing de effects of parasitism and predation by water mites on the mosquitoes. **Trends in Applied and Computational Mathematics**, v. 8, p. 63-72, 2007.

FLECHTMANN, C.H.W. Caso de um mosquito intensamente parasitado por larvas de ácaros aquáticos. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 31, p. 361-366, 1974.

FORATTINI, O.P. **Entomologia Médica**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, USP, v. 3, 506 p. 1965.

FORATTINI, O.P. **Culicidologia Médica**: Princípios gerais, morfologia e glossário taxonômico. São Paulo: EDUSP, v. 1, 548 p. 1996.

FORATTINI, O.P. **Culicidologia Médica**: Identificação, biologia, epidemiologia. São Paulo: EDUSP, v. 2, 860 p. 2002.

FORATTINI, O.P., ALVES, A.C., NATAL, D.; SANTOS, J.L.F. Observações sobre atividades de mosquitos Culicidae em mata primitiva da encosta do Vale no Ribeira, São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 20, p. 1-20, 1986.

FORATTINI, O.P.; GOMES, A.C.; NATAL, D.; KAKITANI, I.; MARUCCI, D. Preferências alimentares de mosquitos Culicidae no Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 21, p. 171-187, 1987.

FRANCUSKI, L.J.; MATIĆ, I.; LUDOŠKI, J.; MILANKOV, V. Temporal patterns of genetic and phenotypic variation in the epidemiologically important drone fly, *Eristalis tenax*. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 25, p. 135-147, 2011.

GALINDO, P.; BLANTON, F.S.; PEYTON, E.L. A revision of the *Uranotaenia* of Panama with notes on other American species of the genus. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 47, p. 107-177, 1954.

GARCÍA, J.J.; CAMPOS, R.E.; MACIÁ, A. Prospección de enemigos naturales de Culicidae (Diptera) de la selva marginal de Punta Lara (Prov. de Buenos Aires, Republica Argentina). **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias**, v. 19, p. 209-216, 1994.

GARDNER, J.L.; PETERS, A.; KEARNEY, M.R.; JOSEPH, L.; HEINSOHN, R. Declining body size: a third universal response to warming? **Trends in Ecology and Evolution**, v. 26, p. 285-291, 2011.

GERSON, U.; SMILEY, R.L.; OCHOA, R. **Mites (Acari) for Pest Control**. Oxford: Blackwell. 2003.

GOMES, A.C.; SILVA, N.N.; MARQUES, G.R.A.M.; BRITO, M. Host-feeding patterns of potential human disease vectors in the Paraíba Valley region, State of São Paulo, Brazil. **Journal of Vector Ecology**, v. 28, p. 74-78, 2003.

GONZÁLEZ, C.R.; SALLUM, M.A.M. Neotype designation and redescription of adult male and immature stages of *Anopheles (Nyssorhynchus) pictipennis* (Philippi) (Diptera: Culicidae). **Zootaxa**, v. 2295, p. 15-24, 2009.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M.S. **Evolution of the Insects**. New York: Cambridge University Press, 770 p. 2005.

GUEDES, M.L.P. Culicidae (Diptera) no Brasil: Relações entre diversidade, distribuição e enfermidades. **Oecologia Australis**, v. 16, p. 283-296, 2012.

GUEDES, M.L.P.; NAVARRO-SILVA, M.A. Mosquito community composition in dynamic landscapes from the Atlantic Forest Biome (Diptera, Culicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 58, p. 88-94, 2014.

GUIMARÃES, A.E.; MELLO, R.P.; LOPES, C.M.; GENTILE, C. Ecology of mosquitoes (Diptera, Culicidae) in areas of Serra do Mar State Park, State of São Paulo, Brazil. I- Monthly frequency and climatic factors. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 95, p. 1-16, 2000.

GUIMARÃES, A.E.; GENTILE, C.; LOPES, C.M.; SANT'ANNA, A. Ecologia de mosquitos em área do Parque Nacional da Serra da Bocaina. II – Frequência mensal e fatores climáticos. **Revista de Saúde Pública**, v. 35, p. 392-399, 2001.

HAITLINGER, R. *Leptus stolae* sp. n. (Acari, Prostigmata, Erythraeidae) from *Stolas nudicollis* (Boh.) (Coleoptera, Chrysomelidae, Cassidinae) from Brazil. **Bulletin Entomologique de Pologne**, v. 57, p. 357-359, 1987.

HAITLINGER, R. *Charletonia domawiti* n. sp., *Caeculisoma nestori* n. sp., and *Iguatonia barbillae* n. gen. and n. sp. from Brazil (Acari: Prostigmata: Erythraeidae). **Genus**, v. 15, p. 435-444, 2004.

HANDERSEN, S. Seasonal variation of wing spot allometry in *Calopteryx splendens* (Odonata Calopterygidae). **Ethology Ecology & Evolution**, 22, p. 365-373, 2010.

HARBACH, R.E. The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. **Zootaxa**, v. 1668, p. 591-638, 2007.

HARBACH, R.E.; KITCHING, I.J. Phylogeny and classification of the Culicidae (Diptera). **Systematic Entomology**, v. 23, p. 327-270, 1998.

HUGNAGEL, L.; TELEMAN, A.A.; ROUAULT, H.; COHEN, S.M.; SHRAIMAN, B.I. On the mechanism of wing size determination in fly development. **Proceeding of the National Academy of Sciences**, v. 104, p. 3835-3840, 2007.

HOSKEN, D.J.; STOCKLEY, P. Sexual selection and genital evolution. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 19, p. 87-93, 2004.

HUTCHINGS, R.S.G.; SALLUM, M.A.M.; FERREIRA, R.L.M. Culicidae (Diptera: Culicomorpha) da Amazônia Ocidental Brasileira: Querari. **Acta Amazonica**, v. 32, p. 109-122, 2002.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. Cartas climáticas do Paraná. 2010.

Disponível em: <

<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 19 abr. 2015.

JOSENS, M.L.; ESCALANTE, A.H.; FAVERO, M. Diversity, seasonality and structure of bird assemblages associated with three wetlands in the Southeastern Pampas, Argentina. **Ardeola**, v. 59, p. 93-109, 2012.

KINGSOLVER, J.G. Experimental analyses of wing size, flight and survival in the Western White butterfly. **Evolution**, v. 53, p. 1479-1490, 1999.

KIRCHGATTER, K.; TUBAKI, R.M.; MALAFRONTTE, R.S.; ALVES, I.C.; LIMA, G.F.M.C.; GUIMARÃES, L.O.; ZAMPAULO, R.A.; WUNDERLICH, G. *Anopheles (Kerteszia) cruzii* (Diptera: Culicidae) in peridomiciliary area during asymptomatic malaria transmission in the Atlantic forest: Molecular identification of blood-meal sources indicates humans as primary intermediate hosts. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 56, p. 403-409, 2014.

KIRKHOFF, C.J.; SIMMONS, T.W.; HUTCHINSON, M. Adults mosquitoes parasitized by larval water mites in Pennsylvania. **Journal of Parasitology**, v. 99, p. 31-39, 2013.

KLINGENBERG, C.P. MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. **Molecular Ecology Resources**, v. 11, p. 353-357, 2011.

KUMM, H.W. Mosquitos breeding in bromeliads, at Bahia, Brazil. **Bulletin of Entomological Research**, v. 24, p. 561-573, 1933.

LANCIANI, C.A. Sexual bias in host selection by parasitic mites of the mosquito *Anopheles crucians* (Diptera: Culicidae). **Journal of Parasitology**, v. 74, 768-773, 1988.

LANCIANI, C.A.; BOYT, A.D. The effect of a parasitic water mite, *Arrenurus pseudotenuicollis* (Acari: Hydrachnellae), on the survival and reproduction of the mosquito *Anopheles crucians* (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 14, p. 10-15, 1977.

LANE, J. 1953a. **Neotropical Culicidae**. v. I. São Paulo: EdUSP.

LANE, J. 1953b. **Neotropical Culicidae**. v. II. São Paulo: EdUSP.

LAPORTA, G.Z.; URBINATTI, P.R.; NATAL, D. Aspectos ecológicos da população de *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera, Culicidae) em abrigos situados no Parque Ecológico do Tietê, São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, p. 125-127, 2006.

LAPORTA, G.Z.; SALLUM, M.A.M. Coexistence mechanism at multiple scales in mosquito assemblages. **BMC Ecology**, v. 14, p. 1-10, 2014.

LOPES, J. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em criadouros naturais e artificiais de área rural no norte do estado do Paraná, Brasil. V. Coletas de larvas em recipientes artificiais instalados em mata ciliar. **Revista de Saúde Pública**, v. 31, p. 370-377, 1997.

LORENZ, C.; MARQUES, T.C.; SALLUM, M.A.M.; SUESDEK, L. Morphometrical diagnosis of the malaria vectors *Anopheles cruzii*, *An. homunculus* and *An. bellator*. **Parasite & Vectors**, v. 5, p. 1-7, 2012.

LORENZ, C.; MARQUES, T.C.; SALLUM, M.A.M.; SUESDEK, L. Altitudinal population structure and microevolution of the malaria vector *Anopheles cruzii* (Diptera: Culicidae). **Parasites & Vectors**, v. 7, p. 581, 2014.

LOUISE, C.; VIDAL, P.O.; SUESDEK, L. Microevolution of *Aedes aegypti*. **PloS One**, v. 10, p. e0137851, 2015.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; SILVA, T.F.; HEYDEN, R. Alguns aspectos da ecologia dos mosquitos (Diptera: Culicidae) de uma área de planície (Granjas Calábria), em Jacarepaguá, Rio de Janeiro. II. Frequência mensal e ciclo lunar. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 80, p. 123-133, 1985.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; HEYDEN, R.; SILVA, T.F. Alguns aspectos da ecologia dos mosquitos (Diptera, Culicidae) de uma área de planície (Granjas Calábria), em Jacarepaguá, Rio de Janeiro. V. Criadouros. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 81, p. 265-271, 1986.

MA, K.; HAO, S.; ZHADO, H.; KANG, L. Strip cropping wheat and alfafa to improve the biological control of the wheat aphid *Macrosiphum avenae* by the mite *Allothrombium ovatum*. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 119, p. 49-52, 2007.

MARQUARDT, W.C. **Biology of disease vectors**. London. Elsevier Academic Press, 811 p, 2004.

MARQUES, G.R.A.M.; Forattini, O.P. Culicídeos em bromélias: diversidade de fauna segundo influência antrópica, litoral de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v. 42, p. 979-985, 2008.

MARQUES, T.C.; BOURKE, B.P.; LAPORTA, G.Z.; SALLUM, M.A.M. Mosquito (Diptera: Culicidae) assemblages associated with *Nidularium* and *Vriesea* bromeliads in Serra do Mar, Atlantic Forest, Brazil. **Parasites & Vectors**, v. 5, p. 1-9, 2012.

MARRELLI, M.T.; MALAFRONTI, R.S.; SALLUM, M.A.M.; NATAL, D. *Kerteszia* subgenus of *Anopheles* associated with the Brazilian Atlantic rainforest: current knowledge and future challenges. **Malaria Journal**, v. 6, p. 1-8, 2007

MARTIN, P. Specificity of attachment sites of larval water mites (Hydrachnidia, Acari) on their insect hosts (Chironomidae, Diptera) – evidence from some streaming-living species. **Experimental and Applied Acarology**, v. 34, p. 95-112, 2004.

MILNE, M.A.; TOWNSEND-Jr, V.J.; SMELSER, P.; FELGENHAUER, B.E.; MOORE, M.K.; SMYTH, F.J. Larval aquatic and terrestrial mites infesting a temperate assemblage of mosquitoes. **Experimental and Applied Acarology**, v. 47, p. 19-33, 2008.

MITCHELL, R. Life histories and larval behavior of Arrenurid water-mites parasitizing Odonata. **Journal of the New York Entomological Society**, v. 67, p. 1-12, 1959.

MITCHELL, C.J.; FORATTINI, O.P.; MILLER, B.R. Vector competence experiments with Rocio virus and three mosquito species from the epidemic zone in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, v. 20, p. 171-177, 1986.

MLYNAREK, J.J.; KNEE, W.; SMITH, B.P.; FORBES, M.R. Regionally widespread parasitic water mites have relatively broad host-species ranges. **Canadian Journal of Zoology**, v. 93, p. 1-6, 2015.

MORALES, J.; MIRANDA, R. *Coquillettidia venezuelensis* Theobald (Diptera: Culicidae) parasitados por larvas de *Arrenurus* Dugés (Acari: Prostigmata: Arrenuridae) en el Caribe Central de Panamá. **Revista Nicaraguense de Entomologia**, v. 68, p. 1-7, 2008.

MORIN, C.W.; MONAGHAN, A.J.; HAYDEN, M.H.; BARRERA, R.; ERNST, K. Meteorologically driven situations of dengue epidemics in San Juan, PR. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 9, p. 1-24, 2015.

MUCCI, L.F.; CARDOSO-JUNIOR, R.P.; PAULA, M.B.; SCANDAR, S.A.S.; PACCHIONI, M.L.; FERNANDES, A.; CONSALES, C.A. Feeding habits of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in an area of sylvatic transmission of yellow fever in the state of São Paulo, Brazil. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 21, p. 1-10, 2015.

MULLEN, G.L. Acarine parasites of mosquitoes. II. Illustrated larval key to the families and genera of mites reportedly parasitic on mosquitoes. **Mosquito News**, v. 34, p. 183-195, 1974.

MULLEN, G. Acarine parasites of mosquitoes. I. A critical review of all known records of mosquitoes parasitized by mites. **Journal of Medical Entomology**, v. 12, p. 27-36, 1975.

MUÑOZ, J.; RUIZ, S.; SORIGUER, R.; ALCAIDE, M.; VIANA, D.S.; ROIZ, D.; VAZQUEZ, A.; FIGUEROLA, J. Feeding patterns of potential West Nile virus vectors in South-West Spain. **PloS One**, v. 7, p. 1-9, 2012.

ORLANDIN, E.; SANTOS, E.B.; PIOVESAN, M.; FAVRETTO, M.A.; SCHNEEBERGER, A.H.; OLIVEIRA, V.S.; MÜLLER, G.A.; WAGNER, G. Mosquitoes (Diptera: Culicidae) from crepuscular period in an Atlantic forest area in Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**. (no prelo).

PARANÁ (2016). Informe técnico 06 - Situação da dengue, chikungunya e zika vírus no Paraná. Disponível em:
http://www.dengue.pr.gov.br/arquivos/File/DengueInformeTcnico06_2015_2016atSE012016_ZIKA_CHIKUNGUNYA_novatabelaCHIKUN_ZIKA_2016_01_11.pdf. Acesso em: 18 jan. 2016.

PEREVOZKIN, V.P.; PRINTSEVA, A.A.; MASLENNIKOV, P.V.; BONDARCHUK, S.S. Genetic aspects of sexual behavior in malaria mosquitoes on the basis of specific acoustic signals at mating. **Russian Journal of Genetics**, v. 48, p. 587-591, 2012.

REINERT, J.F. List of abbreviations for currently valid genetic-level taxa in family Culicidae (Diptera). **European Mosquito Bulletin**, v. 27, p. 68-76, 2009.

Reis, S.F. Morfometria e estatística multivariada em biologia evolutiva. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 5, p. 571-580, 1988.

REISEIN, W.K.; MULLEN, G.R. Ecological observations on acarine associates (Acari) of Pakistan mosquitoes (Diptera: Culicidae). **Environmental Entomology**, v. 7, p. 769-776, 1978.

REZENDE, H.R.; CERUTTI-JUNIOR, C.; SANTOS, C.B. Aspectos atuais da distribuição geográfica de *Anopheles (Kerteszia) cruzii* Dyar & Knab, 1908 no estado do Espírito Santo, Brasil. **Entomología y Vectores**, v. 12, p. 123-126, 2005.

RIBEIRO, JM.C. Characterization of a vasodilator from the salivary glands of the yellow fever mosquito *Aedes aegypti*. **Journal of Experimental Biology**, v. 165, p. 61-71, 1992.

RIBEIRO, M.C.V.C.; TISSOT, A.C.; SILVA, M.A.N. Distribuição sazonal de *Culex (Culex) eduardoi* Casal & Garcia (Diptera, Culicidae) em criadouros antrópicos introduzidos em mata residual degradada, área urbana de Curitiba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p. 149-155, 2002.

RIBEIRO, J.M.C.; NUSSENZVEIG, R.H. The salivary catechol oxidase/peroxidase activities of the mosquito *Anopheles albimanus*. **The Journal of Experimental Biology** v. 179, p. 273-287, 1993.

RICHARDS, S.L.; ANDERSON, S.L.; LORD, C.C.; Tabachnick, W.J. Effects of virus dose and extrinsic incubation temperature on vector competence of *Culex nigripalpus* (Diptera: Culicidae) for St. Louis Encephalitis virus. **Journal of Medical Entomology**, v. 49, p. 1502-1506, 2013.

ROLFF, J. Evolutionary ecology of water mite-insect interactions: a critical appraisal. **Arch Hydrobiol**, v. 152, p. 353-368, 2001.

ROLFF, J.; VOGEL, C.; POETHKE, H.J. Co-evolution between ectoparasites and their insect hosts: a simulation study of a damselfly-water mite interaction. **Ecological Entomology**, v. 26, p. 638-645, 2001.

ROHLF, F.J. 2016. TPSDig 2.26. Disponível em: <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>. Acesso em: 16 maio 2016.

ROHLF, F.J. 2016. TPSUtil 1.68. Disponível em: <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>. Acesso em: 16 maio 2016.

ROSA, A.P.A.T.; TURELL, M.J.; WATTS, D.M.; POWERS, A.M.; VASCONCELOS, P.F.C.; JONES, J.W.; KLEIN, T.A.; DOHM, D.J.; SHOPE, R.E.; DEGALLIER, N.; POPOV, V.L.; RUSSEL, K.L.; WEAVER, S.C.; GUZMAN, H.; CALAMPA, C.; BRAULT, A.C.; LEMON, A.P.; TESH, R.B. Trocara virus: A newly recognized *Alphavirus* (Togaviridae) isolated from mosquitoes in the Amazon basin. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 64, p. 93-97, 2001.

ROZEBOOM, L.E.; KOMP, W.H.W. A review of the species of *Culex* of the subgenus *Melanoconion* (Diptera: Culicidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 43, p. 75-114, 1950.

RUEDA, L.M. Global diversity of mosquitoes in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, p. 477-487, 2008.

RUIZ, M.O.; CHAVES, L.F.; HAMER, G.L.; SUN, T.; BROWN, W.M.; WALKER, E.D.; HARAMIS, L.; GOLDBERG, T.L.; KITRON, U.D. Local impact of temperature and precipitation on West Nile virus infection in *Culex* species mosquitoes in northeast Illinois, USA. **Parasites & Vectors**, v. 3, p. 19, 2010.

SABOORI, A.; HAJIQANBAR, H.; IRANI-NEJAD, K.H. A new genus and species of mite (Acari: Trombidiidae) ectoparasitic on thrips in Iran. **International Journal of Acarology**, v. 29, p. 127-132, 2003.

SABOORI, A.; NEMATI, A.; MOSSAHEBI, G. A new genus and species of Trombellidae (Acari: Trombidioidea) from Iran. **International Journal of Acarology**, v. 31, p. 45-50, 2005.

SALLUM, M.A.M.; FORATTINI, P.O. Review of the Spissipes section of *Culex* (Melanoconion). **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 12, p. 517-600, 1996.

SANTOS, E.B.; FAVRETTO, M.A.; MÜLLER, G.A. Mosquitos (Diptera: Culicidae) do Parque Natural Municipal do Vale do Rio do Peixe, Joaçaba, Santa Catarina, Brasil, com novos registros para o estado. **Evidência**, v. 14, p. 21-34, 2014.

SANTOS-NETO, L.G.; LOZOVEI, A.L. Aspectos ecológicos de *Anopheles cruzii* e *Culex ribeirensis* (Diptera, Culicidae) da Mata Atlântica de Morretes, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 105-111, 2008.

SCHACHTER-BROIDE, J.; GÜRTLER, R.; KITRON, U.; DUJARDIN, J.P. Temporal variations of wing size and shape of *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) populations from northwestern Argentina using geometric morphometry. **Journal of Medical Entomology**, v. 46, p. 994-1000, 2009.

SCHEINER, S.M. Genetics and evolution of phenotypic plasticity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, p. 35-68, 1993.

SHAMAN, J.; DAY, J.F. Reproductive phase locking of mosquito populations in response to rainfall frequency. **PLoS One**, v. 2, p. e331, 2007.

SIEPIELSKI, A.M.; DIBATTISTA, J.D.; CARLSON, S.M. It's about time: the temporal dynamics of phenotypic selection in the wild. **Ecology Letters**, v. 12, p. 1261-1276, 2009.

SILVA, R.V. **Ecologia de Culicidae e idade fisiológica de *Aedes (Ochlerotatus) scapularis* (Rondani, 1848) em área de Floresta Atlântica da planície litorânea do estado do Paraná, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Entomologia. Universidade Federal do Paraná. 98p, 2006.

SILVA, A.M.; NUNES, V.; LOPES, J. Culicídeos associados a entrenós de bambu e bromélias, com ênfase em *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) na Mata Atlântica, Paraná, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 94: 63-66.

Silva, F.C. 2009. A importância hematofágica e parasitológica da saliva dos insetos hematófagos. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, p. 3-17, 2004.

SILVA, J.S.; PACHECO, J.B.; ALENCAR, J.; GUIMARÃES, A.E. Biodiversity and influence of climatic factors on mosquitoes (Diptera: Culicidae) around the Peixe Angical hydroelectric scheme in the state of Tocantins, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 105, p. 155-162, 2010.

SILVA, J.S.; ALENCAR, J.; COSTA, J.M.; SEIXAS-LOROSA, E.; GUIMARÃES, A.E. Feeding patterns of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in six Brazilian environmental preservation areas. **Journal of Vector Ecology**, v. 37, p. 343-350, 2012.

SIMÕES, C.G.; MARQUES, M.C.M. The role sprouts in the restoration of Atlantic Rainforest in Southern Brazil. **Restoration Ecology**, v. 15, p. 53-59, 2007.

SMITH, B.P.; MCIVER, S.B. The impact of *Arrenurus danbyensis* Mullen (Acari: Prostigmata: Arrenuridae) on a population of *Coquillettidia perturbans* (Walker) (Diptera: Culicidae). **Canadian Journal of Zoology**, v. 62, p. 1121-1134, 1984a.

SMITH, B.P.; MCIVER, S.B. The patterns of mosquito emergence (Diptera: Culicidae; *Aedes* spp.): their influence on host selection by parasitic mites (Acari: Arrenuridae; *Arrenurus* spp.). **Canadian Journal of Zoology**, v. 62, p. 1106-1113, 1984b.

SMITH, B.P. Host-parasite interaction and impact of larval water mites on insects. **Annual Review of Entomology**, v. 33, p. 487-507, 1988.

SMITH, I.M.; OLIVER, D.R. Review of parasitic associations of larval water mites (Acari: Parasitengona: Hydrachnida) with insect hosts. **Canadian Entomologist**, v. 118, p. 407-472, 1986.

SMITH, I.M.; COOK, D.R.; SMITH, B.P. Water mites (Hydrachnida) and other arachnids. In: Thorp JH, Covich AP (eds). **Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates**. Academic Press, San Diego, pp 551-659, 2001.

SNELL, A.E.; HEATH, A.C.G. Parasitism of mosquitoes (Diptera: Culicidae) by larvae of Arrenuridae and Microtrombidiidae (Acari: Parasitengona) in the Wellington region, New Zealand. **New Zealand Journal of Zoology**, v. 33, p. 9-15, 2006.

SPURRIER, M.F. Mite parasitism of mosquitoes in Central Wyoming. **The Great Basin Naturalist**, v. 58, p. 184-187, 1998.

STONE, A. Corrections in the taxonomy and nomenclature of mosquitoes (Diptera, Culicidae). **Proceeding of the Entomological Society of Washington**, v. 58, p. 333-344, 1956.

STONE, A.; KNIGHT, K. L.; STARCKE, H. **A Synoptic Catalog of the Mosquitoes of the World (Diptera, Culicidae)**. Washington, Entomological Society of America, v. 6, 364 p. 1959.

ŠUNDIĆ, M.; PAJOVIĆ, I. Seasonal abundance and host preference by *Allothrombium pulvinum* Ewing (1917) (Acari: Trombidiidae larvae on aphids (Homoptera: Aphididae) of Montenegro, with notes on rate of parasitism and new metric data. **Agriculture & Forestry**, v. 56, p. 85-94, 2012.

TIAN, H.Y.; BI, P.; CAZELLES, B.; ZHOU, S.; HUANG, S.Q.; YANG, J.; PEI, Y.; WU, X.X.; FU, S.H.; TONG, S.L.; WANG, H.Y.; XU, B. How environmental conditions impact mosquito ecology and Japanese encephalitis: an eco-epidemiological approach. **Environment International**, v. 79, p. 17-24, 2015.

THIEMANN, T.C.; WHEELER, S.S.; BARKER, C.M.; REISEN, W.K.. Mosquito host selection varies seasonally with host availability and mosquito density. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 5, p. e1452, 2011

THIEN, L.B. Mosquito pollination of *Habenaria obtusata* (Orchidaceae). **American Journal of Botany**, v. 56, p. 232-237, 1969.

TREAT, A.E.; FLECHTMANN, C.H.W. *Charletonia rocciai* sp. n. (Acari, Prostigmata, Erythraeidae), an ectoparasite of the amazon fly. **International Journal of Acarology**, v. 5, p.117-122, 1979.

TSAI, Y.H.; GRUNDMANN, A.W.; REES, D.M. Parasites of mosquitoes in Southwestern Wyoming and Northern Utah. **Mosquito News**, v. 29, p. 102-110, 1969.

VASCONCELOS, P.F.C.; ROSA, J. F.S.T.; ROSA, A.P.A.T.; DÉGALLIER, N.; PINHEIRO, F.P.; SÁ-FILHO, G.C. Epidemiologia das encefalites por arbovírus na Amazônia brasileira. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 33, p. 465-476, 1991.

VASCONCELOS, P.F.C.; COSTA, Z.G.; ROSA, E.S.T.; LUNA, E.; RODRIGUES, S.G.; BARROS, V.L.R.S.; DIAS, J.P.; MONTEIRO, H.A.O.; OLIVA, O.F.P.; VASCONCELOS, H.B.; OLIVEIRA, R.C.; SOUSA, M.R.S.; SILVA, J.B.; CRUZ, A.C.R.; MARTINS, E.C.; ROSA, J.F.S.T. Epidemic of jungle yellow fever in Brazil, 2000: Implications of climatic alterations in disease spread. **Journal of Medical Virology**, v. 65, p. 598-604, 2001.

VERBERK, W.C.E.P.; SIEPEL, H.; ESSELINK, H. Life-history strategies in freshwater macroinvertebrates. **Freshwater Biology**, v. 53, p. 1722-1738, 2008.

VIDAL, P.O.; CARVALHO, E.; SUESDEK, L. Temporal variation of wing geometry in *Aedes albopictus*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 107, p. 1030-1034, 2012.

ÜLGENTÜRK, S.; SZENTKIRÁLYI, F.; UYGUN, N.; FENT, M.; GAIMARI, S.D.; CIVELEK, H.; AYHAN, B. Predators of *Marchalina hellenica* (Hemiptera: Marchalinidae) on pine forests in Turkey. **Phytoparasitica**, v. 41, p. 529-537, 2013.

VERCAMMEN-GRANDJEAN, P.H. Un genre nouveau: Dureniade la sou-famille de Trombellinae (Trombidiidae: Acarina). **Revue de Zoologie et de Botanique Africaines**, v. 52, p. 252–260, 1955.

WERBLOW, A.; MARTIN, P.; DÖRGE, D.D.; KOCH, L.K.; MEHLHORN, H.; MELAUN, C.; KLIMPEL, S. Hyperparasitism of mosquitoes by water mite larvae. **Parasitology Research**, v. 114, p. 2757-2765, 2015.

WILLIAMS, C.R.; PROCTOR, H.C. Parasitism of mosquitoes (Diptera: Culicidae) by larval mites (Acari: Parasitengona) in Adelaide, South Australia. **Australian Journal of Entomology**, v. 41, p. 161-163, 2002.

WHITMAN, D.W.; AGRAWAL, A.A. What is phenotypic plasticity and why is it important? In: Withman, D.W.; Ananthakrishnan, T.N. (eds). **Phenotypic plasticity**

of insects: Mechanisms and Consequences. USA: Science Publishers, 899p. 2009.

WOOD, D.M.; BORKENT, A. Phylogeny and classification of Nematocera. In: McAlpine, J.F., Wood, D.M. (eds). **Manual of Nearctic Diptera.** Canada, Agriculture Canada, v. 3. 260 p. 1989.

WRBU (Walter Reed Biosystematics Unit). Mosquito classification – online catalog. 2016. Disponível em: < <http://www.mosquitocatalog.org/default.aspx?pgID=2>>. Acesso em: 16 jan. 2015.

ZHANG, Z. Biology and ecology of trombidiid mites (Acari: Trombidoidea). **Experimental & Applied Acarology**, v. 22, p. 139-155, 1998.

ZHANG, Z. & XIN, J. Biology of *Allothrombium pulvinum* (Acariformes: Trombidiidae), a potential biological control agent of aphids in China. **Experimental & Applied Acarology**, v. 6, p. 101-108, 1989.

ZHOU, G.; PENNINGTON, J.E.; WELLS, M.A. Utilization of pre-existing energy stores of female *Aedes aegypti* mosquitoes during the first gonotrophic cycle. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 34, p. 919-925, 2004.