



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

LUIZ EDUARDO GROSSI

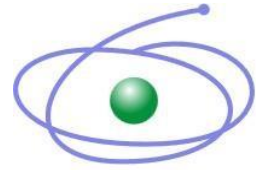
**CULICÍDEOS (DIPTERA) SINANTRÓPICOS EM TRÊS
FRAGMENTOS FLORESTAIS NO NORTE DO PARANÁ,
BRASIL**



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



CAPES

LUIZ EDUARDO GROSSI

**CULICÍDEOS (DIPTERA) SINANTRÓPICOS EM TRÊS
FRAGMENTOS FLORESTAIS NO NORTE DO PARANÁ,
BRASIL**

Londrina
2018

LUIZ EDUARDO GROSSI

**CULICÍDEOS (DIPTERA) SINANTRÓPICOS EM TRÊS
FRAGMENTOS FLORESTAIS NO NORTE DO PARANÁ,
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Biodiversidade e Conservação de Habitats Fragmentados).

Orientador: Prof. Dr. João Antônio Cyrino Zequi.

Londrina
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Grossi, Luiz Eduardo.

Culicídeos (Diptera) sinantrópicos em três fragmentos florestais no norte do Paraná, Brasil / Luiz Eduardo Grossi. - Londrina, 2018.
66 f. : il.

Orientador: João Antônio Cyrino Zequi.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2018. Inclui bibliografia.

1. Dinâmica populacional de mosquitos - Tese. 2. Armadilhas natural e artificial - Tese. 3. Espécies de mosquitos sinantrópicas e vetoras - Tese. I. Zequi, João Antônio Cyrino. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.



CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 27 dias do mês de março do ano de 2018, na sala 10 do Centro De Ciências Biológicas, desta Universidade, às 14:00 horas, reuniu-se a Banca Examinadora homologada pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, composta por Dr. João Antonio Cyrino Zequi, Dr. Helio Conte e Dr. Mario Luis Orsi. A reunião teve por objetivo julgar o trabalho do estudante LUIZ EDUARDO GROSSI sob o título: ""DIPTERA (CULICIDAE) SINANTROPICO EM TRÊS FRAGMENTOS FLORESTAIS NO NORTE DO PARANÁ, BRASIL"". Os trabalhos foram abertos pelo professor Dr. João Antonio Cyrino Zequi. A seguir, foi dada a palavra ao estudante para apresentação do trabalho. Cada examinador arguiu o Mestrando, com tempos iguais de arguição e resposta. Terminadas as arguições, procedeu-se ao julgamento do trabalho, concluindo a Banca Examinadora por sua APROVAÇÃO. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros da Banca Examinadora.

O estudante deverá reformular seu trabalho no prazo de 30 dias: (X) SIM () Não

Se houver alteração no título do trabalho, informar o novo título abaixo:

Obs.: Este documento não deve conter rasuras ou corretivo e deve ser preenchido de forma legível.

Londrina, 27 de Março de 2018.

PRESIDENTE

Dr. JOÃO ANTONIO CYRINO ZEQUI

UEL

TITULARES

Dr. HELIO CONTE

UEM

Dr. MARIO LUIS ORSI

UEL

(Handwritten signatures of João Antonio Cyrino Zequi, Helio Conte, and Mario Luis Orsi)

“Dedico a todos aqueles cuja sede de conhecimento e a capacidade de compartilhá-lo são mais importantes que a sustentação de um ego”

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. João Antônio Cyrino Zequi por ter aceitado me orientar mesmo não me conhecendo, me recebendo de portas abertas e me ajudando em todos os momentos necessários. Agradeço por todas as lições e ensinamentos e por estar sempre disposto a contribuir para a minha melhora pessoal e profissional. Acima de tudo, agradeço pela confiança que foi posta em mim e pela amizade construída.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas e aos professores pelo auxílio.

Ao Prof. Dr. Fernando Camargo Jerep pelas contribuições.

Ao Prof. Dr. José Lopes que gentilmente conversou e me indicou para ser orientando do professor João Zequi. Essa intervenção foi de extrema importância.

Ao Profa. Dra. Silvia Helena Sofia por aceitar participar da banca de qualificação e pelas contribuições.

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Alvarenga Júlio por aceitar participar da banca de qualificação e pelas contribuições.

Ao Prof. Dr. Mário Luís Orsi por aceitar participar da banca de defesa da dissertação.

Ao Prof. Dr. Hélio Conte por aceitar participar da banca de defesa da dissertação.

Ao Prof. Mário Antônio Navarro da Silva e seus orientandos por me receberem em seu laboratório na UFPR e me ajudarem na confirmação dos exemplares.

Ao técnico do Laboratório de Entomologia Geral e Médica da UEL, José Goanais por todo auxílio durante o período de coletas. Uma pessoa fora do comum, sempre brincalhão e com uma palavra amiga para nos colocar para frente, nos animar e mostrar que somos capazes. Sem ele este estudo não teria saído do papel.

À Priscila, Jéssica, Carol, Thais, Rachel, Camila, Anne e Bea por sempre me apoiarem, por todas as palavras de incentivo e momentos de alegria.

Aos meus colegas de laboratório, Bianca, Jéssica, Lilian, Alex e Andréia que me ajudaram em algumas coletas e que contribuíram com um pouco de seu conhecimento para a realização deste trabalho.

À CAPES pelo auxílio financeiro, sem o qual não seria possível o desenvolvimento dessa dissertação.

Agradeço infinitamente a minha mãe Neusa, que apesar de todas as coisas boas e ruins em nossa caminhada nunca desistiu de mim e sempre me amparou em todos os momentos. Hoje percebo o quanto esse amor influenciou no que sou e aonde consegui chegar.

Às minhas irmãs Karina e Marinez, meus cunhados Divaldo e Valdair e meu sobrinho Jhonatan que sempre me apoiaram no decorrer desse tempo.

Às minhas primas Érica, Edilaine, Vânia e Silvana e aos meus padrinhos Cleusa e Cláudio pelos incentivos e por toda ajuda nos momentos que eu precisava

À Deus, que me guia e me ampara em todos os momentos de minha vida e que me deu forças e a capacidade de realizar esse trabalho. Sem Ele, nada seria feito e com Ele tudo foi possível.

À todos que de alguma maneira contribuíram para que este trabalho ficasse pronto.

Meus mais sinceros agradecimentos.

GROSSI, Luiz Eduardo. **Culicídeos (Diptera) sinantrópicos em três fragmentos florestais no norte do Paraná, Brasil.** 2018. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

RESUMO

Culicídeos sinantrópicos foram amostrados em três fragmentos florestais (Mata Daher, Jardim Botânico e Parque Estadual Mata dos Godoy) no município de Londrina, PR, com auxílio de armadilhas naturais e artificiais. Dois transectos foram feitos em cada fragmento, com três armadilhas em cada um deles. Foram coletados 15.048 indivíduos divididos em oito espécies, com *Culex eduardoi* e *Limatus durhamii* sendo as espécies mais abundantes. Os fragmentos periurbanos apresentaram maior riqueza. Os pneus foram o criadouro preferido com 90,55% de colonização, além de mais ricos e abundantes com 88% das larvas. As estações de maior e menor amostragem foram o verão e o inverno respectivamente, com 7295 e 696 exemplares. A Mata Daher e o Jardim Botânico apresentaram alta similaridade pelos índices de Morisita e Bray-Curtis e a Mata dos Godoy revelou maior dominância de espécies. Os mosquitos apresentaram graus de sinantropismo variados, de acordo com suas escolhas de habitats. *Culex saltanensis*, *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* se mostraram os mais sinantrópicos. A dinâmica populacional desse grupo revelou populações maiores nas estações mais quentes e chuvosas com correlações positivas entre temperatura ($r = 0,53$) e precipitação ($r = 0,40$) com a abundância de culicídeos. A Análise de Componentes Principais (PCA) indicou que os pneus foram mais influenciados pela temperatura e umidade relativa do ar e os bambus pelo Total de Sólidos Dissolvidos (TDS) em relação a escolha de criadouro pelos mosquitos. Os estimadores revelaram que apesar de haver outras espécies nos fragmentos, esse número continua sendo baixo. Estudos como este fornecem informações sobre a dinâmica do grupo e contribuem para a criação de novas estratégias em vigilância e controle de mosquitos.

Palavras-chave: Dinâmica populacional. Armadilhas natural e artificial. Espécies sinantrópicas e vetoras. Variáveis abióticas.

GROSSI, Luiz Eduardo. **Synanthropic Culicidae (Diptera) in three forest fragments in northern Paraná, Brazil**. 2018. 66 p. Dissertation (Master's Degree in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

ABSTRACT

Synanthropic culicids were sampled in three forest fragments (Daher Forest, Botanical Garden and Godoy's Forest State Park) in the city of Londrina, PR, with the assistance of natural and artificial traps. Two transects were made in each fragment, with tree traps in each of them. A total of 15,048 individuals were collected in eight species, with *Culex eduardoi* and *Limatus durhamii* being the most abundant species. The periurban fragments presented greater richness. Tires were the preferred breeder with 90.55% colonization, and richer and abundant with 88% of the larvae. The largest and smallest sampling seasons were summer and winter, respectively, with 7295 and 696 specimens. Daher Forest and the Botanical Garden presented high similarity by the Morisita and Bray-Curtis indices and the Godoy's Forest revealed greater species dominance. Mosquitoes showed varying degrees of synanthropism, according to their habitat choices. *Culex saltanensis*, *Ae. albopictus* and *Ae. aegypti* were the most synanthropic. Seasonal fluctuation of this group revealed larger populations in warmer and rainier seasons with positive correlations between temperature ($r = 0.53$) and precipitation ($r = 0.40$) with abundance of culicidae. Principal Component Analysis (PCA) indicated that tires were more influenced by temperature and relative humidity and bamboo by Total Dissolved Solids (TDS) compared to breeding choice by mosquitoes. The estimators revealed that although there are other species in the fragments, this number remains low. Studies such as this provide information about the dynamics of the group and contribute to the creation of new strategies in mosquito surveillance and control.

Keywords: Population dynamics. Natural and artificial traps. Synanthropic and vector species. Abiotic variables.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

FIGURA 1: Áreas amostradas no município de Londrina, Norte do Paraná, Sul do Brasil, entre julho de 2016 e maio de 2017	35
FIGURA 2: Porcentagem das espécies amostradas por estação nos três fragmentos entre julho de 2016 e maio de 2017	40
FIGURA 3: Abundância de culicídeos entre julho de 2016 e maio de 2017 relacionada com temperatura, umidade relativa do ar e precipitação do município de Londrina durante o período de coletas.....	42
FIGURA 4: Curvas de rarefação das espécies amostradas nos três fragmentos avaliados no período entre julho de 2016 e maio de 2017	43
TABELA 1: Abundâncias total, Índice de Nortueva e classificação (nativa ou exótica) das espécies coletadas nos fragmentos entre julho de 2016 e maio de 2017.....	63
TABELA 2: Índices de Diversidade, Dominância Equitabilidade dos três fragmentos florestais estudados.....	41
TABELA 3: Estimadores Chao I, Chao II, Jackknife I e Jackknife revelando o número de espécies estimadas para cada fragmento estudado	43

LISTA DE FIGURAS E TABELAS – APÊNDICE A

FIGURAS 1 - 4:	Espécies de culicídeos amostrados entre as áreas de estudo: 1 - <i>Culex eduardoi</i> vista lateral; 2 - <i>Culex eduardoi</i> vista dorsal; 3 - <i>Limatus durhamii</i> vista lateral; 4 - <i>Limatus durhamii</i> vista dorsal	47
FIGURAS 5 - 8:	Espécies de culicídeos amostrados entre as áreas de estudo: 5 - <i>Aedes aegypti</i> vista lateral; 6 - <i>Aedes aegypti</i> vista dorsal; 7 - <i>Aedes albopictus</i> vista lateral; 8 - <i>Aedes albopictus</i> vista dorsal	48
FIGURAS 9 - 12:	Espécies de culicídeos amostrados entre as áreas de estudo: 9 - <i>Aedes terrens</i> vista lateral; 10 - <i>Aedes terrens</i> vista dorsal; 11 - <i>Haemagogus leucocelaenus</i> vista lateral; 12 - <i>Haemagogus leucocelaenus</i> vista dorsal.....	49
FIGURAS 13 - 14:	Espécies de culicídeos amostrados entre as áreas de estudo: 13 - <i>Toxorhynchites theobaldi</i> vista lateral; 14 - <i>Toxorhynchites theobaldi</i> vista dorsal.....	50
FIGURAS 15 - 16:	Dendogramas de similaridade entre as áreas: 15 - Similaridade de Morisita; 16 - Similaridade de Bray-curts.....	51
FIGURA 17:	PCA resultante da ordenação dos criadouros em função das variáveis abióticas	52
TABELA 1:	Valores das variáveis abióticas e dos parâmetros físico-químicos da água	53

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	12
Mata Atlântica.....	12
Fragmentação	13
Mosquitos	15
Sinantropia	17
Espécies exóticas invasoras	17
Culicídeos vetores.....	19
OBJETIVOS	21
Objetivo geral	21
Objetivos específicos	21
HIPÓTESES	22
REFERÊNCIAS	23
CAPÍTULO 1: Culicídeos (Diptera) sinantrópicos em três fragmentos florestais no norte do Paraná, Brasil	29
RESUMO	30
ABSTRACT	31
1. Introdução	32
2. Material e métodos	33
2.1. <i>Áreas de estudo</i>	33
2.2. <i>Coleta de dados</i>	35
2.3. <i>Análises estatísticas</i>	37
3. Resultados	38
4. Discussão	43
5. Conclusão	49
Referências	
APÊNDICE	56
APÊNDICE A	57

INTRODUÇÃO GERAL

Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um bioma brasileiro que inicialmente possuía uma área de aproximadamente 1.317.460 km² e que se estendia por todo litoral brasileiro desde o Rio Grande do Sul até o Piauí, abrangendo 17 estados. Atualmente restam cerca de 22% da vegetação nativa original distribuída entre diversos remanescentes e com diferentes estágios de regeneração. Levando em conta somente remanescentes florestais bem conservados e acima de 100 hectares, restam somente 8,5%, e quando soma-se todos os fragmentos acima de três hectares esse número chega a 12,5% (MMA, 2017b; SOSMA, 2017a).

É considerada um “hotspot” devido a sua alta riqueza de espécies, elevados níveis de endemismo tanto da fauna quanto da flora e por apresentar alto grau de ameaça. É reconhecida como uma das áreas mais importantes do planeta para conservação da biodiversidade (Myers et al., 2000). Apesar da perda considerável de área e da fragmentação, estimativas apontam cerca de 20.000 espécies vegetais para o bioma, sendo que 8.000 são endêmicas e muitas estão ameaçadas de extinção. Com relação aos animais, inventários mostram que a Mata Atlântica abriga mais de 2000 espécies de vertebrados, sendo que mais de 500 são endêmicas (MMA, 2017b).

Esse bioma é composto por um conjunto de formações florísticas que sofrem variação de acordo com o relevo, clima, altitude, latitude, proximidade da costa e tipos de solo (Barbosa & Thomas, 2002) e recebem as denominações: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Decidual e Floresta Ombrófila Aberta, além de restingas, manguezais e campos de altitude que se classificam como ecossistemas associados (MMA, 2017b).

Florestas assim contribuem para a manutenção dos organismos vivos, do clima, proteção e fertilidade dos solos, proteção dos recursos hídricos e preservação do patrimônio natural e cultural. Além disso, contribuem para a economia através da pesca, extrativismo, cultura e lazer. Cerca de 70% da população brasileira vive no domínio Mata Atlântica, sendo mais de 145 milhões de habitantes em 3429 municípios (SOSMA, 2017a).

O Estado do Paraná possui uma extensão de 199.729 km², sendo que originalmente o domínio Mata Atlântica cobria 169.197 ou 84,7% desse território (Prochnow & Campanili, 2006). Somando os remanescentes florestais restantes no estado, atualmente sobram apenas 11,6% de mata nativa (SOSMA, 2017b). Dentre as formações florestais, três delas são encontradas no Paraná: Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual (Prochnow & Campanili, 2006).

A expansão da atividade agrícola no Norte do Paraná a partir de 1920 contribuiu para o processo de devastação das florestas (Durigan, et al., 2000) que se tornou mais acentuado com a ocupação do norte do Paraná, sendo a mesma muito desastrosa, pois reduziu drasticamente a cobertura vegetal. O processo de urbanização deixou resquícios de mata nativa e acarretou em uma queda da qualidade do ambiente urbano (Zanini, 1998).

A alteração do ambiente natural pelo desmatamento e ocupação causados pela Companhia de Terras Norte do Paraná (CTNP) foram muito rápidos, sendo que muito da constituição e características das florestas tropicais desapareceram em 30 anos (Soares & Medri, 2002). Dos fragmentos remanescentes, a maioria são isolados e pequenos, com poucos deles possuindo áreas representativas (Durigan et al., 2000).

Apesar da contínua exploração, a cobertura de áreas protegidas como Unidades de Conservação e Terras indígenas na Mata Atlântica avançou no decorrer dos últimos anos, contudo a maioria dos remanescentes de vegetação nativa ainda não recebe proteção adequada (MMA, 2017b).

Fragmentação

A fragmentação florestal é um processo que subdivide de forma não natural áreas amplas em fragmentos menores e espacialmente isolados (KORMAN, 2003), sendo esses separados por estradas, campos e/ou por diversas atividades humanas (Primack & Rodrigues, 2001).

É um evento amplamente distribuído que pode ocasionar diversos efeitos na biota, como mudanças na riqueza, abundância e composição das espécies e conseqüentemente altera inúmeros padrões ecológicos modificando a dinâmica florestal e a estrutura trófica da comunidade local (Fahrig, 2003). A estrutura e a

dinâmica são afetadas principalmente pelo histórico de perturbação, tamanho e a forma do fragmento, o tipo de vizinhança e o grau de isolamento do mesmo (Viana & Pinheiro, 1998).

Para que ocorra a fragmentação florestal, duas formas distintas estão envolvidas, porém os processos estão inter-relacionados. Em primeiro, o habitat original tem sua área reduzida e em segundo, o que sobrou do habitat é cortado em fragmentos de tamanhos e graus de isolamento diferentes. Paisagens florestais que tiveram grande redução de seu habitat original geralmente apresentam fragmentos restantes de pequenos tamanhos e isolados de outros ambientes florestais, já aquelas com pouca redução mostram situação contrária. A queda da diversidade em fragmentos florestais geralmente está mais associada com a perda de habitat do que com a fragmentação do mesmo (Fahrig, 2003).

Os efeitos da fragmentação florestal afetam diferentes espécies em várias formas. Uma área fragmentada pode favorecer uma espécie, porém pode não trazer benefícios para outra. Sendo assim, algumas espécies diminuem ou desaparecem do fragmento, outras continuam estáveis e ainda outras podem aumentar, em alguns casos até consideravelmente (Laurance, 2008).

Geralmente as espécies mais vulneráveis precisam de áreas extensas para sobreviver, são afetadas pelos efeitos de borda de forma negativa ou não tem plasticidade genética para adaptação à matriz, diferente daquelas espécies resistentes aos efeitos da fragmentação, que comumente possuem características opostas as primeiras, ou seja, possuem essa capacidade de alterar sua fisiologia para adaptar-se mais facilmente (Laurance & Vasconcelos, 2009).

Insetos também perdem espécies diante da fragmentação dos habitats, incluindo representantes da família Culicidae que não encontram mais as condições ideais para se manter e se reproduzir no local alterado, migrando assim para outros lugares ou sendo extintos localmente (Forattini & Massad, 1998; Chaves et al., 2011; Guedes, 2012).

Todavia, essa família tem uma enorme capacidade de se ajustar ao ambiente antrópico, e por esse motivo algumas espécies respondem melhor às pressões ambientais do que outras e acabam se tornando abundantes em uma área que passa a apresentar baixa riqueza (Ruiz et al., 2007; Chaves et al., 2011; Guedes, 2012).

Fragmentos em áreas urbanas os quais estão sujeitos à acentuada ação antrópica possuem criadouros naturais (occos em árvores, entrenós de bambus, buracos em rochas) e criadouros artificiais (pneus, garrafas, vasos e embalagens). Ambos ficam disponíveis e são utilizados para oviposição das fêmeas de acordo com os hábitos e preferências de cada espécie. Áreas assim, sem monitoramento adequado dos culicídeos, podem conter além de espécies silvestres, algumas espécies oportunistas, sinantrópicas e até mesmo vetoras de patógenos que prejudicam a qualidade de vida humana e animal e podem trazer problemas de saúde pública (Zequi et al., 2005).

Transformações ambientais antrópicas influenciam toda ou parte das populações de animais que possuem um potencial para se adaptar a essas modificações, e com isso, aproximam esses organismos das populações humanas (Lopes & Lozovei, 1996; Lopes et al., 2002). É de importância elevada entender a dinâmica populacional dos culicídeos e fazer manutenção em áreas urbanas e periurbanas que sofreram antropização, pois fragmentos de Mata Atlântica propiciam o desenvolvimento de mosquitos, podendo ocorrer novos registros nesses locais após ação humana (Guedes, 2010).

Mosquitos

Os culicídeos são popularmente chamados de mosquitos, muriçocas, sovelas, carapanãs, bicudas entre outros nomes comuns. Pertencem a classe Insecta, ordem Diptera, subordem Nematocera, família Culicidae Meigen, 1818 (Harbach, 2008). A família Culicidae é dividida em 41 gêneros com aproximadamente 3.620 espécies descritas (WRBU, 2018) com cerca de 30% dessa fauna restrita à região Neotropical (Harbach 2007; Rueda, 2008; Guedes, 2014).

São insetos holometabólicos apresentando os estágios de ovo, larva com quatro instares, pupa e adulto. As formas imaturas e a forma adulta vivem em dois meios distintos, ambiente aquático e terrestre, respectivamente. A duração do ciclo de vida de ovo até adulto varia entre 7 e 20 dias dependendo das condições ambientais, alimentares e também conforme a biologia da espécie. As larvas podem ser necrófagas, predadoras ou filtradoras e os adultos se alimentam exclusivamente de exudatos vegetais, néctar e sucos de frutas. As fêmeas da maioria das espécies praticam hematofagia, e, portanto, ganham importância médica e econômica por

veicularem patógenos que podem causar doenças em humanos e outros animais (Consoli & Oliveira, 1994; Harbach, 2008; Almeida, 2011). A fase de pupa dura entre dois e três dias e durante esse período a mesma não se alimenta. Mosquitos adultos têm intervalos de vida aproximados de 45 dias (Neves et al., 2011).

Representantes adultos da família Culicidae têm o corpo dividido em cabeça, tórax e abdome. Na cabeça se encontram os olhos, antenas e palpos que são órgãos sensoriais e aparelho do tipo sugador labial hexaqueta. No tórax estão as pernas e as asas, responsáveis pela locomoção e no abdome estão localizados a maioria dos órgãos internos dos aparelhos reprodutor, digestivo e excretor (Consoli & Oliveira, 1994). Possuem pernas longas e finas, comprimento entre 3-6 mm em média, probóscide longa e flexível, palpos compostos por cinco segmentos e corpo coberto por escamas em maior ou menor proporção. O flagelo antenal possui 13 artículos, com as antenas sendo pilosas nas fêmeas e plumosas nos machos, o que determina o dimorfismo sexual (Almeida, 2011).

As larvas tem aspecto vermiforme com corpo nitidamente dividido em cabeça, tórax e abdome. São exclusivamente aquáticas com colorações variando desde esbranquiçadas até enegrecidas (Consoli & Oliveira, 1994). Não apresentam pernas, mas possuem cabeça distinta, aparelho mastigador-raspador, peças bucais com cerdas fortes e tórax bulboso. O abdome com oito segmentos contém um par de aberturas espiraculares na subfamília Anophelinae e um sifão respiratório na subfamília Culicinae (Harbach, 2008; Almeida, 2011).

Toxorhynchites Theobald, 1901 é o único gênero dentro da tribo Toxorhynchitini (Culicinae) e cujas fêmeas adultas não se alimentam de sangue. As larvas são grandes podendo medir até 2 cm, são predadoras, possuem várias cerdas no abdome e a cabeça apresenta cápsula dura e esclerotizada. Os adultos possuem coloração metálica, podem medir até 12 mm de envergadura, possuem probóscide curvada para baixo em ângulo de aproximadamente 90° e se alimentam de néctar e outras fontes de carboidratos (Jones & Schreiber, 1994).

Estudos recentes registram para o Brasil uma fauna de culicídeos contendo 23 gêneros e 516 espécies, divididas em silvestres e não nativas (WRBU, 2018). A Floresta Atlântica, um dos biomas mais ricos do mundo contém os 23 gêneros e aproximadamente 90 espécies (Forattini, 2002; Harbach, 2007; Guedes 2012; Guedes & Navarro-Silva, 2014). Para o estado do Paraná registra-se 18 gêneros e 205 espécies (GUEDES, 2012; Guedes & Navarro-Silva, 2014).

Sinantropia

Muitas modificações ambientais ocorreram ao longo da história causadas pela exploração e pela urbanização. Esses processos contribuíram para a aparição de muitos animais indesejáveis aos humanos ocasionando a sinantropia (Zuben, 2006). Esse termo é usado para definir a adaptação de determinados organismos aos ambientes antrópicos (Forattini et al., 2000).

Animais sinantrópicos conseguem sobreviver próximos ao ser humano. Sua capacidade genética para adaptação aos ambientes modificados e sua eficiência reprodutiva somados à disponibilidade de alimentos e abrigos encontrados nessas áreas contribuem para a ocorrência desses processos (Zorzenon, 2002).

Mosquitos de diversas espécies têm uma ampla distribuição geográfica, entretanto, para que suas populações consigam sobreviver, elas precisam apresentar algumas características que as possibilitem de conviver com condições específicas do ambiente (Forattini, 2002).

Muitas espécies de culicídeos são euriécias, ou seja, possuem grande valência ecológica e conseguem sobreviver em ambientes alterados pelo homem assim como em outros ambientes (Lopes, 1997; Zequi et al., 2005). Mosquitos sinantrópicos se encontram em altas populações, colonizando ecótopos artificiais preferencialmente, mas também os naturais (Gomes & Forattini, 1990). Larvas de culicídeos sinantrópicos possuem uma tendência a ocupar tipos específicos de criadouros, contudo, a maioria mostra preferência por aqueles artificiais (Da Silva, 2002).

A capacidade que as larvas possuem de sobreviver e se desenvolver em criadouros artificiais em conjunto com as mudanças de hábitos de mosquitos adultos demonstram que eles possuem adaptações que direcionam essas espécies de culicídeos à domiciliação (Lopes, 1997).

Espécies exóticas invasoras

A fragmentação florestal causa diversas modificações nos habitats, que acaba por criar condições necessárias (facilitação) para que ocorram invasões biológicas por espécies exóticas. Conforme a fragmentação aumenta, mais áreas ficam disponíveis para que essas espécies possam se estabelecer, já que elas são muito

bem sucedidas em ambientes alterados (MMA, 2017b). Poucas espécies exóticas acabam se tornando invasoras, entretanto, elas causam grandes impactos econômicos e ambientais (Williamsons & Filtter, 2006).

“Espécie exótica” é uma espécie que se encontra fora dos limites de sua distribuição natural, já “Espécie exótica invasora” é aquela que está fora de sua área de distribuição ameaçando ecossistemas, habitats ou outras espécies. Isso ocorre porque elas têm vantagens competitivas, são favorecidas pela ausência de inimigos naturais e conseguem invadir e se proliferar em ambientes naturais ou antrópicos (MMA, 2017a).

Espécies exóticas invasoras podem ser introduzidas de forma intencional e/ou acidental (Meyerson & Mooney, 2007). Com a crescente globalização e a expansão do transporte, comércio, viagens e turismo entre os países, cada vez mais espécies da fauna e da flora estão sendo introduzidas em novos ambientes do globo. Além disso, o potencial invasor pode ser intensificado por mudanças climáticas e pela colonização e ocupação de novos ambientes pelo homem (MMA, 2017a).

No Brasil, essa introdução, vinculada às atividades antrópicas começou junto à colonização das Américas pelos povos europeus. A partir desse momento, diversas espécies conseguiram sobreviver e se incorporar à cultura nacional e às comunidades biológicas nativas (Meyerson & Mooney, 2007).

A invasão por mosquitos é influenciada por alterações globais, climáticas, demográficas e sociais, assim como alterações genéticas nos patógenos e a resistência dos culicídeos aos inseticidas. Geralmente as vias comerciais são as mais comuns para introdução desses insetos (Marí & Peydró, 2009).

Há pouca informação sobre o processo invasivo de culicídeos devido à falta de registro histórico ou de estudos recentes com esse foco. Interações entre espécies e efeitos do clima influenciam as invasões dos mosquitos, atuando como barreira à invasão e agente de seleção natural nos recém-chegados. Espécies exóticas de insetos, muitas vezes têm superioridade interespecífica e acabam se tornando invasivas. Além disso, ovos resistentes à dessecação e a capacidade de se desenvolverem tanto em pequenos ambientes artificiais como em naturais contribuem para o processo de invasão (Juliano & Lounibos, 2005).

Como exemplo mais atual pode-se mencionar o mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), (Meyerson & Mooney, 2007). *Aedes albopictus* é um mosquito

invasor e também é muito estudado e com grande disponibilidade de dados (Juliano & Lounibos, 2005).

Culicídeos vetores

Apesar dos culicídeos desempenharem várias e importantes funções nos ecossistemas, eles podem ser vetores de agentes patogênicos que podem causar danos à saúde (Mole, 2013). Vírus, bactérias, protozoários e filarias podem infectar o homem e outros animais ao serem picados pela fêmea (Fang, 2010).

Fatores climáticos influenciam a ecologia, o desenvolvimento, o comportamento e a sobrevivência dos culicídeos, alterando dessa forma a dinâmica de transmissão de patógenos, pois acabam interferindo na sobrevivência e na transmissão dos agentes patogênicos desses mosquitos (Reiter, 2001).

A capacidade vetorial varia entre as espécies e é considerada a competência que uma determinada espécie possui para transmitir um patógeno num local específico durante um intervalo de tempo. Fatores como o tamanho da população de mosquitos vetores, comportamento alimentar, atividade sazonal, longevidade e número de posturas podem influenciar nessa capacidade, assim como fatores ambientais, ecológicos, comportamentais e moleculares (Alves et al., 2010), sendo complexo seu pleno entendimento.

A humanidade já sofreu várias epidemias com agentes patogênicos transmitidos por mosquitos, como por exemplo, a malária, dengue e febre amarela (Marques, 2014) e está passando por novas como zika e chikungunya que são doenças emergentes (Puccioni-Sohler et al., 2017). No Brasil, os principais mosquitos vetores encontrados são algumas espécies dos gêneros *Anopheles* Meigen, 1818, *Haemagogus* Linnaeus, 1758 e *Sabethes* Robineau-Desvoidy, 1827, *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Consoli & Oliveira, 1994).

Muitas espécies de mosquitos da Mata Atlântica ou espécies exóticas invasoras encontradas em locais que sofreram ação antrópica são possíveis vetores de agentes etiológicos para o homem e outros animais, tendo como exemplos de espécies nativas *Haemagogus leucocelaenus* e *Cx. quinquefasciatus* e de invasoras *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (Zequi et al., 2005).

Quando houver risco de exposição aos mosquitos vetores deve-se implementar medidas de vigilância e controle dos mesmos. É importante monitorar a dinâmica desses culicídeos em locais onde já se estabeleceram para que seja possível avaliar quais são as melhores medidas a serem tomadas tentando combater e prevenir sua expansão (Marques, 2014). Nesse contexto, buscou-se avaliar a ocorrência de mosquitos sinantrópicos em fragmentos florestais e sua dinâmica populacional, verificando a diferença entre as áreas, preferência quanto ao tipo de criadouro e a influência de variáveis ambientais na diversidade desses organismos.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Conhecer a diversidade e a dinâmica populacional de culicídeos sinantrópicos abrigados em fragmentos florestais, apontando potenciais vetores de agentes etiológicos.

Objetivos específicos

- Conhecer a diversidade de culicídeos em 3 fragmentos de Mata Atlântica no norte do Paraná, Brasil;
- Comparar os três fragmentos florestais quanto à composição de culicídeos amostrados;
- Averiguar a influência das variáveis ambientais: temperatura, umidade relativa do ar e precipitação na dinâmica anual das populações de mosquitos amostrados;
- Comparar armadilhas artificiais e naturais quanto à preferência para oviposição;
- Distinguir espécies de culicídeos potenciais vetores de agentes etiológicos ao homem.

HIPÓTESES

- Fragmentos mais íntegros apresentam menor diversidade de culicídeos sinantrópicos comparados aos fragmentos mais perturbados;
- Mosquitos sinantrópicos mostram preferência por armadilhas artificiais em relação às armadilhas naturais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. P. G. 2011. Os mosquitos (Diptera, Culicidae) e a sua importância médica em Portugal. **Acta Medica Portuguesa** 24(6).

ALVES, M. J.; OSÓRIO, H.; ZÉ-ZÉ, L.; AMARO, F. Relatório REVIVE 2008/2009: **Programa Nacional de Vigilância de Vectors Culicídeos**. 2010.

BARBOSA, M. R. V.; THOMAS, W. W. Biodiversidade, conservação e uso sustentável da Mata Atlântica no Nordeste. In: ARAÚJO, E. L.; MOURA, A. N.; SAMPAIO, V. S.; GESTINANI, L. M. S.; CARNEIRO, J. M. T. (Org.). **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife: SBB/UFRPE, 2002. p. 19-22.

CHAVES, L. F.; HAMER, G. L.; WALKER, E. D.; BROWN, W. M.; RUIZ, M. O.; KITRON, U. D. 2011. Climatic variability and heterogeneity impact urban mosquito diversity and vector abundance and infection. **Ecosphere** 2(6): 1-21.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. 1994. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Editora Fiocruz. 128 p.

DA SILVA, A. M. 2002. Imaturos de mosquitos (Diptera, Culicidae) de áreas urbana e rural no norte do estado do Paraná, Brasil. **Iheringia Serie Zoologia** 92: 31-36.

DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SAITO, M.; BAITELLO, J. B. 2000. Estrutura e diversidade de componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica de Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 23(2): 369-381.

FAHRIG, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 487-515.

FANG, J. A world without mosquitoes. 2010. **Nature News** 466(7305): 432-434.

FORATTINI, O. P. 2002. **Culicidologia Médica**. Vol. 2. Edusp. 864 p.

FORATTINI, O. P.; MASSAD, E. 1998. Culicidae vectors and anthropic changes in a southern Brazil natural ecosystem. **Ecosystem Health** 4(1): 9-19.

FORATTINI, O. P.; KAKITANI, I.; DOS SANTOS, R. L. C.; KOBAYASHI, K. M.; UENO, H. M.; FERNÁNDEZ, Z. 2000. Potencial sinantrópico de mosquitos *Kerteszia* e *Culex* (Diptera: Culicidae) no sudeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública** 34(6): 565-569.

GOMES, A. C.; FORATTINI, O. P. 1990. Abrigos de mosquitos *Culex* (*Culex*) em zona rural (Diptera: Culicidae). **Revista de Saúde Pública** 24(5): 394-397.

GUEDES, M. L. P. 2010. **Fauna de Culicidae (Diptera) em remanescente do bioma de Mata Atlântica, Antonina/PR**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

GUEDES, M. L. P. 2012. Culicidae (Diptera) no Brasil: relações entre diversidade, distribuição e enfermidades. **Oecologia Australis** 16(2): 283-296.

GUEDES, M. L. P. 2014. **Análise de fatores regulatórios na variação interpopulacional e na composição das comunidades de culicidae (Diptera)**. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

GUEDES, M. L. P.; NAVARRO-SILVA, M. A. 2014. Mosquito community composition in dynamic landscapes from the Atlantic Forest biome (Diptera, Culicidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 58(1): 88-94.

HARBACH, R. E. The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. **Zootaxa** 1668(1): 591-538.

HARBACH, R. E. **Mosquito Taxonomic Inventory: Culicidae Meigen, 1818**. 2008. Disponível em: <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/simpletaxonomy/term/6045>. Acesso em: 19 jun. 2016.

JONES C. J.; SCHREIBER E. T. 1994. The carnivores, Toxorhynchites. **Wing Beats** 5(4): 4.

JULIANO, S. A.; LOUNIBOS, L. P. 2005. Ecology of invasive mosquitoes: effects on resident species and on human health. **Ecology Letters** 8(5): 558-574.

KORMAN, V. 2003. **Proposta de integração das glebas do Parque Estadual de Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, SP)**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LAURANCE, W. F. 2008. Theory meets reality: how habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. **Biological Conservation** 141(7): 1731-1744.

LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. 2009. Conseqüências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis** 13(3): 434-451.

LOPES, J. 1997. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em criadouros naturais e artificiais de área rural do Norte do Estado do Paraná, Brasil. V. Coleta de larvas em recipientes artificiais instalados em mata ciliar. **Revista de Saúde Pública** 31(4): 370-377.

LOPES, J.; LOZOVEI, A. L. 1996. Ecologia de mosquitos (Diptera, Culicidae) em criadouros naturais e artificiais de área rural do norte do Parana, Brasil. II. Coletas com isca humana. **Revista Brasileira de Zoologia** 13(3): 585-96.

LOPES, J.; ZEQUI, J. A. C.; NUNES, V.; OLIVEIRA, O. D.; NETO, O. B. P. O.; RODRIGUES, W. 2002. Immature Culicidae (Diptera) collected from the Igapó lake

located in the urban area of Londrina, Paraná, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 45(4): 465-471.

MARÍ, R. B.; PEYDRÓ, R. J. 2009. La creciente amenaza de las invasiones biológicas de mosquitos sobre la salud pública española. **Enfermedades Emergentes** 11(1): 30-35.

MARQUES, M. A. S. 2014. **Mosquitos invasores na Europa e importância da sua vigilância em Portugal**. Dissertação (Mestrado em Qualidade Gestão do Ambiente) Universidade de Évora, Portugal.

MEYERSON, L. A.; MOONEY, H. A. 2007. "Invasive alien species in an era of globalization". **Frontiers in Ecology Environment** 5(4): 199-208.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), 2017a. **Espécies exóticas invasoras**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/especies-exoticas-invasoras>. Acesso em: 03 dez. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), 2017b. **Mata Atlântica**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>. Acesso em: 02 dez. 2017.

MOLE, B. M. 2013. Bedeviled by Dengue. **Scientist** 27(3): 38-44.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B., KENT, J. 2000. Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. **Nature** 403(6772): 853- 858.

NEVES, D. P.; MELO, A. L.; LINARDI, P. M.; VITOR, R. W. A. 2011. **Parasitologia humana**. 12 ed. Atheneu. 546 p.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. 2001. **Biologia da conservação**. 1 ed. Planta. 328 p.

PROCHNOW, M.; CAMPANILI, M. Mata Atlântica – uma rede pela floresta. **Rede de Ongs da Mata Atlântica**. Brasília, 2006.

PUCCIONI-SOHLER, M.; ROVERONI, N.; ROSADAS, C.; FERRY, F.; PERALTA, J. M.; TANURI, A. 2017. Dengue infection in the nervous system: lessons learned for Zika and Chikungunya. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria** 75(2): 123-126.

REITER, P. 2001. Climate change and mosquito-borne disease. **Environmental Health Perspectives** 109(1): 141.

RUEDA, L. M. 2008. Global diversity of mosquitoes (Insecta: Diptera: Culicidae) in freshwater. **Hydrobiologia** 595(1): 477-487.

RUIZ, M. O.; WALKER, E. D.; FOSTER, E.; HARAMIS, L.; KITRON, U. D. 2007. Association of West Nile virus illness and urban landscapes in Chicago and Detroit. **International Journal of Health Geographics** 6(1): 1.

SOARES, F. S.; MEDRI, M. E. 2002. Alguns aspectos da colonização da bacia do rio Tibagi. *MEDRI, ME et al. A bacia do rio Tibagi. Londrina: ME MEDRI.*

SOS MATA ATLÂNTICA (SOSMA), 2017a. **A Mata Atlântica**. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>. Acesso em: 02 dez. 2017.

SOS MATA ATLÂNTICA (SOSMA), 2017b. **Atlas da Mata Atlântica**. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/>. Acesso em: 02 dez. 2017.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF** 12(32): 25-42.

WILLIAMSONS, M. H; FILTTER, A. 2006. The characters of successful invaders. **Biological Conservation** 78(1-2): 163-170.

WRBU – **The Walter Reed Biosystematics Unit. Mosquito Classification Comparison, 2013 – New.** 2018. Disponível em: <http://www.wrbu.org>. Acesso em: 18 jan. 2018.

ZANINI, R. 1998. **Espacialização do verde urbano em Londrina/PR.** 1998. Monografia de Bacharelado em Geografia. Universidade Estadual de Londrina. Londrina.

ZEQUI, J. A. C.; LOPES, J.; MEDRI, I. M. 2005. Imaturos de Culicidae (Diptera) encontrados em recipientes instalados em mata residual no município de Londrina, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 22(3): 656-661.

ZORZENON, F. J. 2002. Noções sobre as principais pragas urbanas. **Biológico, São Paulo** 64(2): 231-234.

ZUBEN, A. P. B. Z. 2006. **Manual de controle integrado de pragas.** 68 p.

CAPÍTULO 1

Culicídeos (Diptera) sinantrópicos em três fragmentos florestais no norte do Paraná, Brasil

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Laboratório de Entomologia Geral e Médica, CEP 86057-970, Londrina, Paraná, Brasil

RESUMO

Culicídeos sinantrópicos foram amostrados em três fragmentos florestais (Mata Daher, Jardim Botânico e Parque Estadual Mata dos Godoy) no município de Londrina, PR, com auxílio de armadilhas naturais e artificiais. Foram coletados 15.048 indivíduos em oito espécies. Os fragmentos periurbanos apresentaram maior riqueza. Os pneus se mostraram preferíveis como criadouro. As estações de maior e menor amostragem foram o verão e o inverno. A Mata Daher e o Jardim Botânico mostraram uma alta similaridade e a Mata dos Godoy apresentou maior dominância. Os mosquitos apresentaram graus de sinantropismo variados. As correlações foram positivas entre temperatura (0,53) e precipitação (0,40) com a abundância de culicídeos. A (PCA) indicou que os pneus foram mais influenciados pela temperatura e umidade relativa do ar e os bambus pelo (TDS). Quatro das espécies coletadas apresentaram potencial para serem vetores de agentes etiológicos. Fatores abióticos influenciaram diretamente na biologia dos mosquitos o que refletiu em maior diversidade nos períodos mais quentes e chuvosos. Áreas urbanas e periurbanas apresentaram mais mosquitos sinantrópicos devido a sua preferência por locais modificados. Espécies vetoras nesses locais se tornam preocupantes, pois, podem modificar ciclos de doenças e por este motivo o monitoramento dessas áreas se torna extremamente importante.

Palavras-chave: Dinâmica populacional. Armadilhas naturais e artificiais. Espécies sinantrópicas e vetoras. Variáveis abióticas.

ABSTRACT

Synanthropic culicids were sampled in three forest fragments (Forest Daher, Botanical Garden and Godoy's Forest State Park) in the city of Londrina, PR, with the assistance of natural and artificial traps. A total of 15,048 individuals were collected in eight species. The periurban fragments presented greater richness. The tires were preferable as a breeder. The seasons of greatest and smallest sampling were summer and winter. The Daher Forest and the Botanical Garden showed a high similarity and the Godoy's Forest presented greater dominance. Mosquitoes showed varying degrees of synanthropism. Correlations were positive between temperature (0.53) and precipitation (0.40) with abundance of culicidae. A (PCA) indicated that the tires were more influenced by the temperature and relative humidity of the air and the bamboos by the (TDS). Four of the collected species presented potential to be vectors of etiological agents. Abiotic factors directly influenced the biology of mosquitoes, which reflected in greater diversity in the hotter and rainier periods. Urban and periurban areas presented more synanthropic mosquitoes due to their preference for modified sites. Vector species at these sites become worrying as they can modify disease cycles and for this reason monitoring these areas becomes extremely important.

Key-words: Population dynamics. Natural and artificial traps. Synanthropic and vector species. Abiotic variables.

1. Introdução

A urbanização e o crescimento populacional intensificado fez com que o ser humano modificasse o meio ambiente de forma acelerada gerado por necessidades básicas, como, moradias, trabalho, indústrias, comércio e vias de transporte. Essas necessidades unidas ao mal planejamento provocaram grandes impactos ambientais (De Souza & Hayashi, 2013). O processo de urbanização fez com que o meio ambiente fosse submetido a uma contínua devastação, colocando em risco diversos processos ecológicos e afetando muitos organismos. Muitos problemas ambientais urbanos apareceram em decorrência das atividades humanas nas cidades (Luccl, 1997).

A fragmentação florestal faz com que ocorra a perda de espécies em ambiente modificados (Myers et al., 2000; Fahrig, 2003), processo esse ocasionado devido a destruição de micro-habitats, mudando os padrões de dispersão e migração e alterando a distribuição, o comportamento e a sobrevivência das espécies (Laurance, 2008).

O bioma Mata Atlântica possui uma alta diversidade, apresentando muitas opções de nichos para que imaturos de culicídeos possam se desenvolver, assim como muitos vertebrados que podem ser usados como hospedeiros para a alimentação das fêmeas (Bona & Navarro-Silva, 2008). Algumas espécies de mosquitos possuem grande plasticidade genética e ecológica (Lopes, 1997; Zequi et al., 2005) tendo elevada capacidade de adaptação ao ambiente antrópico, respondendo melhor às pressões ambientais e se tornando abundantes em áreas que passam a apresentar baixa riqueza (Ruiz et al., 2007; Chaves et al., 2011; Guedes, 2012).

Os fragmentos urbanos que sofrem ação antrópica sem monitoramento adequado dos culicídeos, podem conter além de espécies silvestres, algumas espécies oportunistas, sinantrópicas e vetoras, pois nesses locais ocorrem tanto criadouros naturais quanto artificiais utilizados para oviposição das fêmeas de acordo com a preferência das espécies (Zequi et al., 2005). Nesse contexto, larvas de culicídeos sinantrópicos possuem uma tendência a ocupar tipos específicos de criadouros, contudo a maioria mostra preferência por aqueles artificiais (Da Silva, 2002).

Diversas características dos criadouros influenciam uma fêmea grávida durante a escolha do local para colocar seus ovos, como cor, consistência, tamanho, forma, entre outros (Lopes et al., 1995). Quando uma fêmea escolhe um recipiente artificial para depositar seus ovos pode ser somente um tipo de oportunismo, como também pode ser um caso de mudança em seus hábitos (Beier et al., 1983; Luz et al., 1987; Lopes, 1997). Em paisagens alteradas ocorrem mudanças na distribuição e oferta de criadouros favorecendo espécies sinantrópicas ao contrário de outras (Montagner, 2014).

Mudanças no comportamento de mosquitos vetores podem apresentar potencial epidemiológico (Forattini, 1998) tendo capacidade de fazer com que novas doenças surjam ou reapareçam (Marques, 2014). A mudança na dinâmica das populações causada pela antropização muitas vezes beneficia essas espécies vetoras, prejudicando as populações humanas morando ao redor ou que desenvolvem algum tipo de atividade nas proximidades, e ainda contribuem com ciclos epidemiológicos de reaparecimento de algumas doenças e aumento de outras (Hutchings et al., 2005; Guedes & Navarro-Silva, 2014).

Estudos com culicídeos vêm sendo realizados na Mata Atlântica do Paraná, contudo a maior parte deles se concentra nas porções litorâneas e região sul do estado. Sendo assim, esse trabalho teve o objetivo de estudar a ocorrência de espécies de culicídeos sinantrópicos em um fragmento urbano e um periurbano, ambos com ação antrópica e em um fragmento preservado e afastado do município, buscando avaliar a diversidade dessas espécies nas diferentes áreas, verificar a preferência quanto aos criadouros artificiais e naturais para oviposição, avaliar o grau de sinantropia, observar a flutuação estacional e distinguir espécies vetoras de agentes etiológicos para fins de monitoramento e controle.

2. Material e métodos

2.1. Áreas de estudo

As amostragens foram realizadas em três fragmentos florestais localizados no município de Londrina, norte do Paraná, Brasil: Mata Daher (MD), Jardim Botânico (JB) e Parque Estadual Mata dos Godoy (MG) (Figura 1). A Mata Daher é uma reserva florestal que ocupa uma área de 3,3 hectares, localizada na área urbana de

Londrina (23° 18' 55" S e 51° 12' 16" W). É contígua à rodovia Celso Garcia Cid, PR 445, km 380, e apesar de ser uma mata alterada, ainda apresenta espécies vegetais nativas de grande porte. O estrato inferior é composto por vegetação secundária com abundância de cipós e de monocotiledôneas do gênero *Merostachys* Spreng, 1824.

O Jardim Botânico de Londrina é uma área periurbana (23° 21' 44" S e 51° 10' 22" W), foi criado em 8 março de 2006 pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, instituído pelo Decreto nº 6.184/2006. Atualmente conta com mais de 100 hectares entre mata nativa, espécies exóticas, nascentes e rios.

O Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) ou Mata dos Godoy (MG) que abriga diversas espécies da fauna e flora ameaçadas de extinção é uma das últimas reservas de mata nativa do norte do Paraná (23° 26' 53" S e 51° 15' 21" W). Possui uma área de 790 hectares coberta por Floresta Estacional Semidecidual e fica localizado à uma distância de 15 km ao sul do município de Londrina. Aproximadamente metade do Parque é área plana (600 m a.n.m¹), sendo o restante inclinado 470 m atingindo a porção mais baixa no limite sul, onde fica o Ribeirão dos Apertados.

¹ Acima do nível do mar.

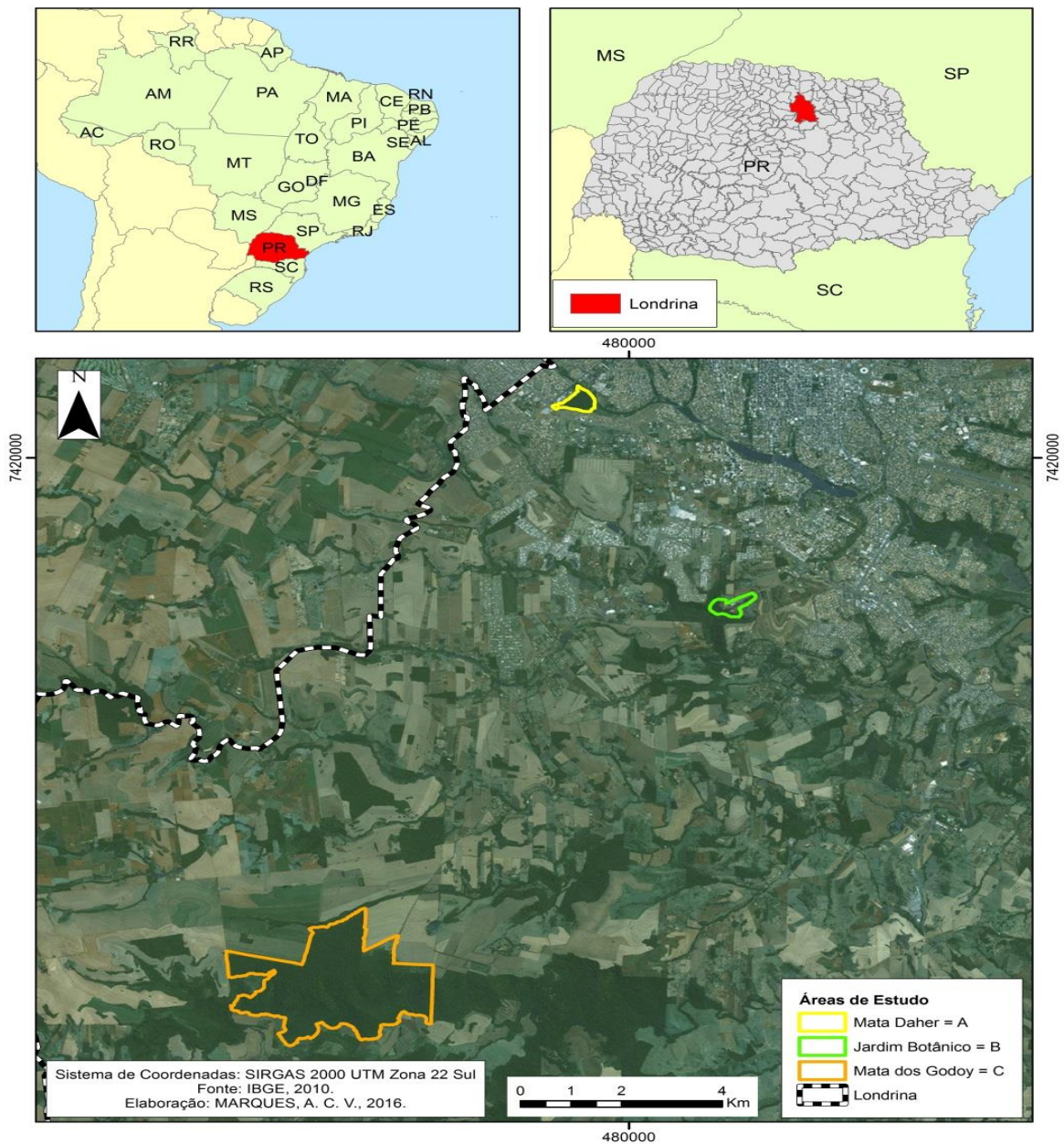


FIGURA 1: Áreas amostradas no município de Londrina, Norte do Paraná, Sul do Brasil, entre julho de 2016 e maio de 2017.

2.2. Coleta de dados

Foram realizados dois transectos de 70 m em cada fragmento, paralelos, com uma distância entre si de 30 m e contendo três armadilhas cada, sendo um deles com armadilhas naturais e o outro com armadilhas artificiais. Para armadilhas artificiais foram usados pneus de automóvel – aro 13 preparados, cortados e colocados nos locais determinados, assim como para as armadilhas naturais, nas quais foram usados internódios de bambus (*Bambusa* sp.) com 25 cm de altura e

12,5 cm de diâmetro chamadas internódios-armadilhas. Em cada transecto as armadilhas foram posicionadas a partir de 10 m da borda do fragmento com espaçamento de 30 m entre elas, ficando a 10 m, 40 m e 70 m de distância da borda, todas ao nível do solo. Depois de posicionadas, as armadilhas receberam água destilada (pneu: 1,5 litro e bambu: 1 litro).

A reposição do volume total de água nos pneus e bambus foi feita semanalmente durante os períodos de coleta. Parâmetros físico-químicos da água (pH, temperatura, condutividade, salinidade, oxigênio dissolvido e saturado e TDS) dos criadouros foram averiguados com auxílio de Multiparâmetro Hanna, modelo HI 9828. A temperatura e a umidade relativa do ar foram monitoradas continuamente com auxílio de termohigrômetro instalado nos fragmentos durante todo o período de amostragem em cada estação, ficando o mesmo posicionado entre os transectos. Dados de precipitação foram fornecidos pelo IAPAR de Londrina (23° 22' S e 51° 10' W, Paraná, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375, próximo ao Jardim Botânico).

As amostragens foram feitas trimestralmente entre julho de 2016 e maio de 2017 abrangendo as quatro estações do ano. Em cada trimestre foram realizadas cinco coletas semanais consecutivas por fragmento, incluindo as coletas de dados abióticos. Para captura dos imaturos, a água dos criadouros era coada com auxílio de peneira (malha 1 mm; 12 cm de diâmetro) e os mesmos eram acondicionadas em frascos plásticos com tampas ventiladas (7,5 cm de diâmetro e 400 mL de volume). Para finalizar, o volume de água do criadouro era reestabelecido e as larvas e pupas levadas para o Laboratório de Entomologia Médica da Universidade Estadual de Londrina para criação e posterior triagem.

Imaturos com baixa abundância e com real dificuldade de identificação pela morfologia larval foram criados até atingir o estágio adulto, obtendo assim a exúvia do quarto instar para comparações na identificação. O restante das larvas foi criado até o quarto instar e em seguida montadas em lâminas semi-permanentes com líquido de Hoyer's. Para identificação dos exemplares foram utilizadas as chaves dicotômicas de Consoli & Oliveira (1994), Forattini (2002) e WRBU (2018) com auxílio de microscópio óptico estéreo Olympus CH30LF100. As espécies identificadas foram confirmadas com exemplares da Coleção Entomológica Padre Jesus Santiago Moure da Universidade Federal do Paraná, sob coordenação do prof. Dr. Mário Navarro da Silva.

2.3. Análises estatísticas

Para calcular o grau de sinantropia dos culicídeos, foi utilizado o índice de Nuortueva (1963) com modificação. O índice tem a seguinte fórmula: $IS = 2^a + b - 2c/2$, sendo: a = porcentagem de uma espécie x amostrada na zona urbana em relação a mesma espécie amostrada na zona rural e na mata; b = porcentagem da espécie x na zona rural; c = porcentagem da espécie x na mata. Nesse estudo, as áreas foram alteradas, sendo: a = fragmento no interior do município (Daheer); b = fragmento localizado na área periurbana (Jardim Botânico); c = fragmento com mata (Godoy). Esse índice tem valores que variam de + 100 a - 100, com valores positivos revelando grau de sinantropia elevado e valores negativos mostrando situação contrária.

Para mensurar a diversidade utilizou-se os Índices de Shannon-Wiener (H') e de Margalef (Dmg), para dominância de espécies foram utilizados os Índices de Simpson (C) e Berger-Parker (d), e para verificar a equitabilidade foram escolhidos os índices de Shannon-Wiener (eH') ($e = H' / \log S$) e de Pielou (J), feitos no Programa DiVes – Diversidade de Espécies 3.0 (Rodrigues, 2014). A similaridade entre os fragmentos foi calculada e expressa pelos Índice de Morisita e Bray-Curtis feitos no Software Past 3.0 (Hammer, 1999). Para testar diferenças na riqueza e na abundância dos mosquitos entre os fragmentos e entre os tipos de criadouros foram usados Teste T, ANOVA e Kruskal-Wallis com testes post-hoc de Fisher para os primeiro e de Dunn para o último no Software Statistica (Statistica 7.0, 2005).

Com relação à amostragem, foram montadas curvas de rarefação de espécies para os fragmentos e a riqueza de espécies foi estimada com ajuda dos Índices extrapoladores (estimadores) não paramétricos Jackknife (I e II) e Chao (I e II). Os dados usados para montagem das curvas e cálculo de estimadores foram obtidos por processo de aleatorização no programa Estimate-S 9.1.0, (Colwell, 2013). Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação foram relacionados à abundância dos insetos utilizando correlação linear com o Software Statistica (Statsoft 7.0). Para verificar quais variáveis abióticas mais influenciaram nos dois tipos de criadouros foi utilizado Análise de Componentes Principais (PCA) no Software Past 3.0 (Hammer, 1999).

3. Resultados

Durante um ano coletou-se 15.048 exemplares de culicídeos, distribuídos em cinco gêneros e oito espécies. O Jardim Botânico apresentou a maior riqueza com oito espécies, seguido pela Mata Daher com sete espécies e por último a Mata dos Godoy com cinco espécies. As espécies mais abundantes foram *Cx. eduardoi* e *Li. durhamii* e as menos abundantes foram *Cx. saltanensis* e *Ae. aegypti*, Tabela 1.

Culex eduardoi foi a espécie mais abundante no Jardim Botânico e na Mata dos Godoy e *Li. durhamii* na Mata Daher. *Aedes terreus* teve somente um indivíduo coletado na Mata Daher e *Cx. saltanensis* somente um no Jardim Botânico. *Culex saltanensis*, *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* não foram amostrados na Mata dos Godoy. A Tabela 1 lista, quantifica e mostra o grau de sinantropia das espécies coletadas nos três fragmentos.

TABELA 1: Abundância total, Índice de Nortueva e classificação (nativa ou exótica) das espécies coletadas nos fragmentos entre julho de 2016 e maio de 2017

ESPÉCIES	MD	JB	MG	AT	I.N	CI
<i>Culex saltanensis</i> Dyar, 1928	16	1	0	17	+ 97	N
<i>Culex eduardoi</i> Casal e Garcia, 1968	1256	1514	6466	9236	- 48,2	N
<i>Limatus durhamii</i> Theobald, 1901	1540	1245	2047	4832	+ 5	N
<i>Aedes aegypti</i> (Linnaeus, 1762)	3	4	0	7	+ 71,5	E
<i>Aedes albopictus</i> (Skuse, 1894)	130	24	0	154	+ 92,2	E
<i>Aedes terreus</i> (Walker, 1856)	1	82	256	339	- 63,1	N
<i>Haemagogus leucocelaenus</i> (Dyar e Shannon, 1924)	0	18	105	123	- 78,1	N
<i>Toxorhynchites theobaldi</i> (Dyar e Knab, 1906)	126	58	156	340	- 0,4	N
	3072	2946	9030	15048		

*MD: Mata Daher; JB: Jardim Botânico; MG: Mata dos Godoy; AT: Abundância total ou absoluta; I.N: Índice de Nortueva (1963); CL: Classificação quanto a ser nativa (N) ou exótica (E).

Levando em conta três armadilhas de cada tipo em cada área multiplicado pelo número de coletas, houve um total de 180 pneus e 180 bambus, ou seja, 60 amostras de pneu e 60 amostras de bambu para cada área. Os pneus se caracterizaram como o criadouro preferido pelos mosquitos com um índice de colonização de 90,55% e uma parcela de 88% das larvas amostradas em comparação com os bambus que tiveram um índice de colonização de apenas 38,89% e uma parcela de 12% das larvas encontradas. Além disso, pneus também mostraram uma maior produtividade quando levado em conta a densidade populacional e a diversidade de espécies, já que sete espécies tiveram a maioria ou a totalidade de seus representantes encontrados em pneus e somente uma espécie teve o mesmo número de representantes em ambos os criadouros.

O índice de Nortueva (1963) revelou diferentes graus de sinantropia para os culicídeos amostrados. Algumas espécies obtiveram valores elevados se mostrando mais sinantrópicas do que aquelas que apresentaram baixos valores (Tabela 1). Esses valores estão relacionados aos hábitos de cada espécie que se encontra ou não com maior prevalência em habitats artificiais.

Culex saltanensis demonstrou preferência por pneu, sendo encontrado somente nesse tipo de armadilha. Os indivíduos amostrados apareceram somente no outono e no inverno, mostrando que temperaturas mais baixas influenciam a reprodução da espécie.

Culex. eduardoi e *Li. durhamii* foram encontrados em ambos os criadouros, mas revelaram preferência pelo pneu. Ambos tiveram representantes durante todo o ano, porém com maiores abundâncias no verão.

Aedes aegypti foi encontrado nos dois criadouros, preferindo os pneus para oviposição. Os poucos representantes dessa espécie foram amostrados somente no outono. Já *Aedes albopictus* teve números de indivíduos iguais no pneu e no bambu, não revelando preferência pelo criadouro, contudo, apesar de ser amostrado em todas as estações, teve maior abundância na primavera e no verão. *Aedes terreus* também revelou preferência por pneu, apesar de ser amostrado nos dois criadouros e seu pico de abundância foi no verão, mas sem representantes coletados no inverno.

Haemagogus leucocelaenus apresentou preferência pelo pneu com uma parcela pequena de indivíduos a mais que no bambu. Mostrou grande abundância

no verão com poucos indivíduos no outono. *Toxorhynchites theobaldi* também preferiu pneu para oviposição e sua maior abundância foi no verão, mas com indivíduos o período todo.

Foram verificadas algumas relações entre larvas de diferentes espécies nos criadouros. Na maioria das armadilhas *Tx. theobaldi* estava presente com *Li. durhamii* e/ou *Cx. eduardoi*, mas também foi encontrado coabitando junto com as outras espécies. Larvas de *Ae. aegypti* sempre foram encontradas compartilhando criadouros com *Ae. albopictus*; *Ae. terreus* coabitando com *Hg. leucocelaenus*. Contudo, *Ae. albopictus* e *Ae. terreus* não coabitavam frequentemente o mesmo criadouro.

Das oito espécies amostradas, apenas quatro foram coletadas no inverno somando um total de 696 indivíduos. Na primavera foram coletadas cinco espécies e 2755 indivíduos, no verão seis espécies e 7295 indivíduos e no outono foram coletadas as oito espécies somando 4302 indivíduos, Figura 2.

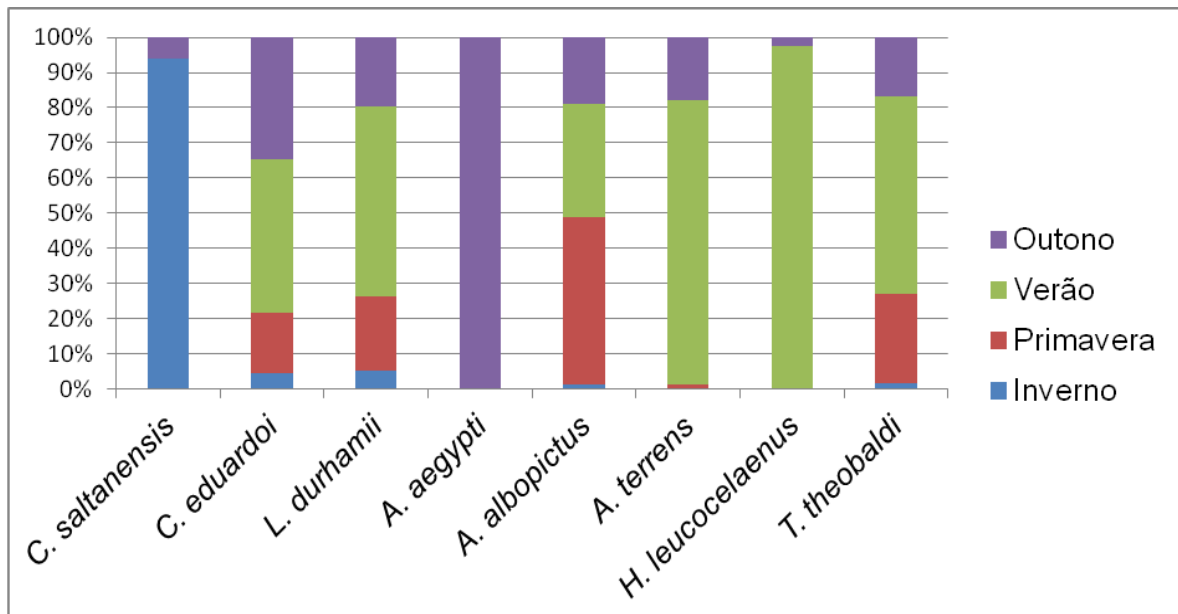


FIGURA 2: Porcentagem das espécies amostradas por estação nos três fragmentos entre julho de 2016 e maio de 2017.

A Mata Daher e o Jardim Botânico se mostraram semelhantes quanto à diversidade, já que os índices de Shannon e de Margalef apontaram para o primeiro e o segundo fragmento respectivamente. O índice de Morisita mostrou uma similaridade entre (0,976 e 0,992) para esses dois fragmentos, e o índice de Bray-Curtis entre (0,84 e 0,9).

A maior dominância foi encontrada na Mata dos Godoy devido à baixa riqueza do fragmento e a alta abundância de duas espécies presentes. O Jardim botânico foi a área com melhor equitabilidade devido à sua maior riqueza e a uma distribuição mais homogênea das espécies (Tabela 2).

A Mata dos Godoy apresenta menor número de espécies de mosquitos sinantrópicos o que explica a similaridade muito baixa com os outros fragmentos. Conforme Morisita a similaridade (acima de 0,8) e conforme Bray-Curtis (abaixo de 0,5).

Com relação à abundância, houve diferença significativa somente entre o Jardim Botânico e a Mata dos Godoy ($p= 0,015$). Tipos de criadouros no total também foram significativamente diferentes com ($p= 0,000001$), assim como tipos de criadouros por área, com ($p= 0,000012$) na Daher, ($p= 0,00026$) no Jardim Botânico e ($p = 0,000008$) no Godoy. Quando comparados bambus entre as três áreas, houve diferenças significativas entre Daher e Godoy ($p= 0,0103$) e entre Jardim Botânico e Godoy ($p= 0,006$). Pneus não mostraram diferenças significativas entre as áreas. Quanto à riqueza de espécies, não houve diferenças significativas em nenhum dos casos comparados.

TABELA 2: Índices de Diversidade, Dominância Equitabilidade dos três fragmentos florestais estudados

Áreas/ índices	Diversidade		Dominância		Equitabilidade	
	Shannon	Margalef	Simpson	B. Parker	Shannon	Pielou
Daher	0,4401*	1,7205	0,4218	0,5013	0,2218	0,5208
J. Botânico	0,4192	2,0177*	0,4438	0,5139	0,1901*	0,4641*
Godoy	0,3468	1,0112	0,5653*	0,7161*	0,2829	0,4962

*: revela quais valores foram mais representativos.

As amostragens durante todas as estações climáticas possibilitaram conhecer um maior número de espécies, pois as mesmas têm preferências por determinados períodos, influenciadas por características ambientais e a biologia de cada espécie. Com relação a abundância de mosquitos, a estatística mostrou uma correlação moderada de 0,53 com a temperatura e uma correlação de 0,40 com a precipitação.

Umidade relativa do ar não apresentou correlação significativa. A Figura 3 mostra a abundância de culicídeos relacionada com os fatores abióticos.

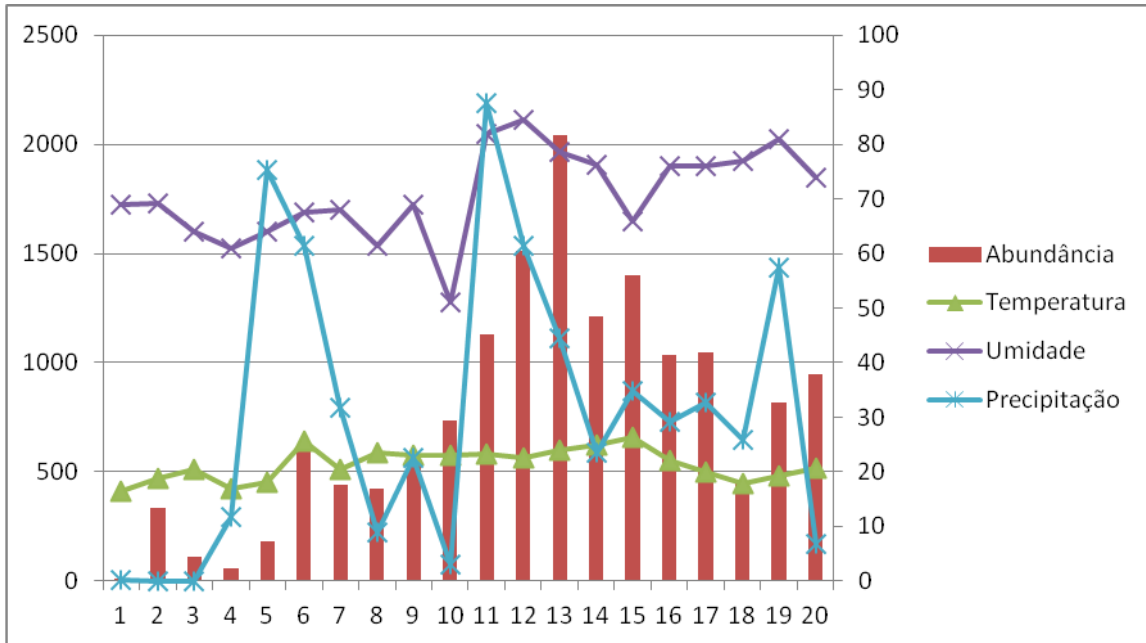


FIGURA 3: Abundância de culicídeos entre julho de 2016 e maio de 2017 relacionada com temperatura, umidade relativa do ar e precipitação do município de Londrina durante o período de coletas.

A PCA (Apêndice – Figura 17) realizada revelou que os pneus se encontram próximos uns dos outros assim como os bambus entre si, sendo possível que a área não esteja interferindo na escolha do criadouro. O criadouro pneu foi mais influenciado pelas variáveis: Umidade relativa do ar e Precipitação. Já o criadouro bambu não teve uma aproximação tão explícita das variáveis abióticas, sendo apenas um pouco mais próxima da variável TDS (Total de Sólidos Dissolvidos), que de todas as variáveis é a que mais se aproxima. As variáveis usadas foram Umidade relativa do ar e precipitação (externas ao criadouro) e (pH, salinidade, temperatura da água, condutividade, TDS, Oxigênio dissolvido e % de oxigênio). Esse resultado mostra que fatores externos influenciam mais que os próprios fatores internos do criadouro.

A baixa riqueza obtida pelos estimadores Chao I, Chao II, Jackknife I e Jackknife II mostram que apesar de estimarem algumas espécies a mais para os fragmentos, esse número não foi alto (Tabela 3). A Figura 4 mostra as curvas de rarefação de espécies para os três fragmentos sendo possível observar a suficiência amostral.

TABELA 3: Estimadores Chao I, Chao II, Jackknife I e Jackknife revelando o número de espécies estimadas para cada fragmento estudado

	Chao 1	Chao 2	Jackknife 1	Jackknife 2
Daher	7	7,48	8,9	9,93
J. Botânico	8	8,95	9,9	11,7
Godoy	5	5	5,39	9,95

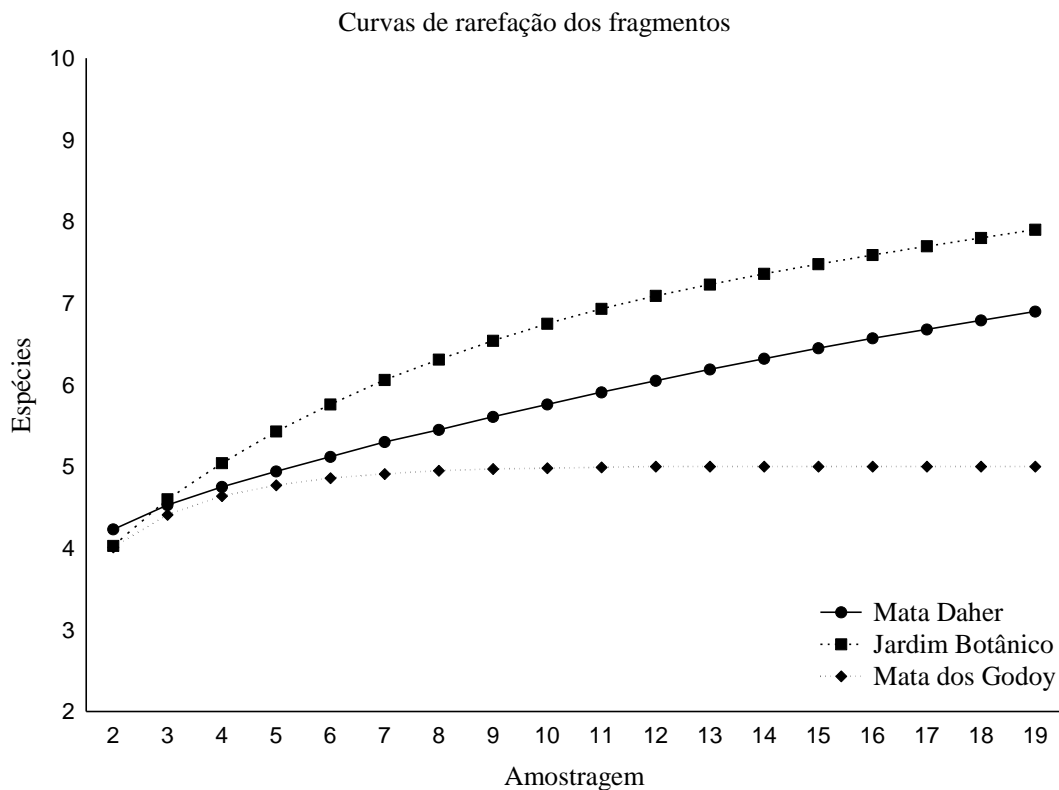


FIGURA 4: Curvas de rarefação das espécies amostradas nos três fragmentos avaliados no período entre julho de 2016 e maio de 2017

4. Discussão

Durante o período de coletas abordando as quatro estações, a riqueza e a abundância de mosquitos foram menores no inverno, quando as temperaturas estavam mais baixas e havia pouca precipitação, e maiores no verão, com temperaturas mais elevadas e mais chuva. Espécies de culicídeos têm suas populações diminuídas nos períodos mais frios e aumentadas nos períodos mais quentes e chuvosos, isso porque a temperatura influencia diretamente em seu desenvolvimento (Zequi et al., 2005). As correlações mostraram que abundâncias

maiores de mosquitos estão geralmente associadas com temperaturas mais elevadas e altas taxas de precipitação que ocorrem na primavera e principalmente no verão, sendo que na mata Atlântica as populações são maiores no verão (Rona et al., 2009). Contudo, durante o período amostrado o clima se mostrou atípico, com precipitação baixa na primavera e alta no outono, o que acabou refletindo em uma maior abundância nessa última também.

Em habitats fragmentados ocorre perda da riqueza de espécies, com extinção ou migração de espécies silvestres (Dos Anjos & Navarro-Silva, 2008). Contudo, algumas espécies de culicídeos conseguem se adaptar as novas pressões seletivas nesse ambiente alterado (Forattini & Massad, 1998; Chaves et al., 2011). A maior riqueza nas áreas urbana e periurbana desse estudo revelou que as espécies amostradas têm preferência por locais que estejam alterados. Nesses ambientes ocorre o descarte de lixo, pneus e outros recipientes que podem virar criadouros artificiais, sendo que essas áreas acabam se tornando refúgio para essas espécies de mosquitos com caráter sinantrópico (Zequi et al., 2005). Áreas mais preservadas tendem a apresentar maior riqueza de espécies de culicídeos silvestres, contudo, nesse caso por se tratar de culicídeos sinantrópicos a situação se inverte e por esse e outros fatores o Godoy mostrou a menor riqueza.

Culex eduardoi e *Li. durhamii* foram as espécies dominantes, colonizando os dois tipos de criadouros, durante todas as estações em todos os fragmentos. Essa abundância também foi verificada em outros estudos (LOPES et al., 1995; Lopes, 1997; Zequi et al., 2005; Montagner et al., 2017). Ambas as espécies foram encontradas nos três fragmentos, isso porque elas possuem características euriécias e apresentam plasticidade genética que as tornam aptas para sobreviver em ambientes antropizados e colonizar criadouros naturais e artificiais (Lopes, 1997). *Limatus durhamii* tem a capacidade de colonizar diferentes ambientes e criadouros devido a sua alta valência ecológica e seu desenvolvimento pode ocorrer em criadouros naturais e artificiais (Silva et al., 2004) sendo no geral a primeira espécie não nativa a se instalar (Lopes et al., 1987). *Culex eduardoi* também tem ampla valência ecológica e por esse motivo é encontrado em ambientes naturais e ambientes antropizados, colonizando criadouros naturais e criadouros artificiais, tendo preferência por pneus (Lopes, 1997). Contudo, apesar de preferirem pneu para oviposição, essas espécies habitaram as diferentes áreas estudadas e por esse motivo seus graus de sinantropia se mostraram relativamente baixos. Esses

resultados podem estar associados ao fato de *Li. durhammi* estar fortemente associado a matas nativas (Montagner et al., 2017) e de *Cx. eduardoi* optar por criadouros em condições de sombreamento encontrados e matas mais fechadas (Lopes et al., 2012).

A flutuação populacional verificada para essas duas espécies aponta que ambas se reproduziram mais ativamente no verão com populações representativas no inverno. Elas se encontram presentes durante o ano todo, porém com as densidades populacionais mais altas no verão quando as temperaturas se encontram elevadas (Lopes, 1997; Zequi et al., 2005).

Culex saltanensis e *Ae. aegypti* tiveram poucos representantes pelo fato serem espécies mais próximas as populações humanas. *Culex saltanensis* é comumente encontrado em lagoas de tratamento com grande quantidade de matéria orgânica (Zequi et al., 2005) e *Aedes aegypti* é altamente adaptado ao ambiente urbano (Johnson et al., 2002) com comportamento altamente sinantrópico e antropofílico (Natal, 2002).

A ocorrência de *Cx. saltanensis* com representação quase totalmente no inverno mostrou a preferência por temperaturas mais baixas e pouca chuva, divergindo de *Cx. eduardoi*. Ela se mostrou adaptada às temperaturas mais amenas, que se tornam temperaturas mais adequadas ao seu desenvolvimento e proporcionam menores perdas de fertilidade e menores taxas de mortalidade em mosquitos adultos (Grossman & Lourenço-de-Oliveira, 1996). A totalidade dos indivíduos habitando pneus e em sua maioria sendo encontrados na Mata Daher também revela a alta adaptabilidade dessa espécie aos ambientes modificados estando de acordo com o índice sinantrópico. Apesar disso, essa espécie também pode ser encontrada colonizando criadouros naturais (Zequi & Lopes, 2007; Zequi & Lopes, 2012).

Aedes aegypti foi encontrado na Mata Daher e no Jardim Botânico habitando preferencialmente pneus, mas também em bambus. Sua colonização maior em pneus e sua baixa frequência se revelam de acordo com seu hábito urbano (Zequi et al., 2005) sendo a espécie mais associada ao ser humano e com alta dependência de recipientes manufaturados para a oviposição (Natal, 2002). A presença de *Ae. aegypti* no Jardim Botânico, apesar de ser uma área periurbana, revela algumas situações: a presença de lixo e outros recipientes descartados ali foram usados para reprodução dessa espécie que consegue manter a sua população baixa nesses

fragmentos de mata; a espécie expandiu seu habitat na procura por sangue humano e locais de postura; e/ou seu comportamento oportunista faz com que procure locais para reprodução e abrigo se adaptando tardiamente aos ambientes nativos (Montagner et al., 2017).

Aedes aegypti somente foi amostrado no outono. Ela não se encontra disponível durante todo o ano e seu pico de abundância ocorre nos meses mais chuvosos e quentes (Roque, 2007). Teve poucos representantes amostrados, contudo sempre estava associado com *Ae. albopictus*. São espécies apesar de terem diferentes nichos, se distribuem nos mesmos habitats (Leandro, 2012) e se desenvolvem nos mesmos tipos de recipientes artificiais (Honório & Lourenço-de-Oliveira, 2001). A diminuição de *Ae. aegypti* esta relacionada com aumento de *Ae. albopictus* (Almeida et al., 2006) pois em locais onde elas co-ocorrem, *Ae. albopictus* se mostra um concorrente superior (LEISNHAM et al., 2014).

Aedes albopictus foi encontrado na Mata Daher e no Jardim Botânico. Sua valência ecológica faz com que tenha uma ampla ocupação, colonizando ambientes silvestres e antrópicos e criadouros naturais e artificiais (Forattini, 2002; Zequi et al., 2005; Medeiros et al., 2009; Lima-Camara, 2010). Contudo apesar da plasticidade, não foram encontrados representantes na Mata dos Godoy, isso porque essa espécie possui grande adaptação em locais de transição entre ambiente urbano e o silvestre (Montagner et al., 2017) e fazendo jus ao seu alto grau de sinantropia

Larvas de *Ae. albopictus* se desenvolvem tanto em microhabitats naturais como entrenós de bambus e ocos de árvores quanto em uma ampla gama de recipientes artificiais (Lopes et al., 2002) o que refletiu na mesma porcentagem de indivíduos em ambos os tipos de criadouros para esse estudo. Foi encontrado em todas as estações, com maiores abundâncias na primavera e no verão. As populações conseguem permanecer em temperaturas mais baixas (Lima-Camara, 2010), mas decaem conforme a pluviosidade diminui (Leandro, 2012).

Aedes terreus é uma espécie de hábitos mais silvestres, todavia pode ser encontrado em ambientes antropizados (Zequi et al., 2005). Foi coletado nas três áreas, porém com a maioria dos indivíduos na Mata dos Godoy e com preferência de oviposição em pneus. Era conhecido por se reproduzir somente em criadouros naturais como buracos de árvores (Neves & Faria, 1977), mas passou a ser coletado em criadouros artificiais a partir de 1988 (Zequi et al., 2005). Essa espécie não foi encontrada coabitando com *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* que estavam presentes

apenas no Jardim Botânico e na Daher onde *Aedes terreus* teve menos exemplares, revelando diferenças na escolha dos ambientes colonizados. Contudo ela é encontrada frequentemente coabitando com a maioria das espécies que utilizam pneus como criadouros em seu habitat (Lopes, 1997). A maior abundância ocorreu no verão, com esta espécie preferindo alta temperatura e precipitação. Médias populacionais altas nos meses quentes e chuvosos também foram observados por (Zequi et al., 2005).

Haemagogus leucocelaenus teve preferência por pneus, admitindo que essa espécie possua valência ecológica para colonizar esse tipo de criadouro (Lopes, 1997; Zequi et al., 2005). Larvas de *Hg. leucocelaenus* tiveram seu pico de abundância no verão não sendo encontradas nas estações com temperaturas mais baixas e com pouca precipitação. Pico de abundância ocorre em períodos mais quentes (ZEQUI et al., 2005). Apesar de ser encontrado em ambientes antrópicos, *Hg. leucocelaenus* é melhor adaptado aos ambientes não urbanos (Montagner et al., 2017). A frequente coabitação dessa espécie com *Ae. terreus* ressalta os hábitos mais silvestres de ambas (Zequi et al., 2005).

Toxorhynchites theobaldi teve seu pico de abundância no verão, com menos indivíduos no inverno. Foram encontradas coabitando com todas as outras espécies amostradas, fato importante, já que as larvas desse gênero são predadoras e se alimentam das outras larvas do criadouro (Albeny et al., 2010). Em 75% das armadilhas positivas para essa espécie o número de larvas foi baixo, variando de uma a três. Ou a postura isolada dos ovos ajudou a evitar o canibalismo, ou o próprio canibalismo fez com que esse número fosse baixo (Lopes, 1997). *Toxorhynchites theobaldi* foi encontrado em todas as áreas revelando sua capacidade adaptativa em ambientes antropizados (Montagner et al., 2017).

A maior coabitação foi no verão, ocorrendo em quatro pneus durante a amostragem, todas elas na Mata dos Godoy e sempre apresentando as mesmas espécies, sendo elas *Cx. eduardoi*, *Li. durhamii*, *Ae. terreus*, *Hg. leucocelaenus* e *Tx. theobaldi*. Devido a grande abundância nas estações mais quentes, a procura por locais de oviposição pelas fêmeas é maior, por esse motivo geralmente criadouros artificiais podem abrigar uma grande diversidade de espécies (Zequi et al., 2005).

A preferência dos mosquitos por criadouros artificiais foi significativa, revelando a plasticidade e/ou o sinantropismo das espécies na busca de locais para oviposição. Elas se beneficiam das alterações ambientais causadas pelo homem

(Gomes & Forattini, 1990) e aproveitam os recipientes com água armazenada para oviposição (Zequi et al., 2005). A baixa colonização dos bambus esta associada à própria biologia dos mosquitos que optaram pelo criadouro artificial, contudo a PCA nos possibilitou amostrar que a quantidade de matéria orgânica nesses criadouros foi importante e por isso sua colonização foi maior por *Cx. eduardoi* que tem prevalência em locais com muita matéria orgânica (Lopes et al., 2012).

Mosquitos chamam a atenção das autoridades por se tratar de um assunto de saúde pública ao longo de muitos anos (Rueda, 2008). A quantidade de espécies vetoras para esse estudo é algo importante e que deve ser levado em consideração, já que metade delas pode transmitir algum tipo de agente infeccioso. Alguns culicídeos da Mata Atlântica são vetores de patógenos, e com a alteração ambiental crescente essas espécies podem participar de ciclos epidemiológicos de ressurgimento de algumas doenças (Guedes & Navarro-Silva, 2014).

Aedes aegypti é uma espécie exótica que transmite os vírus da dengue, febre amarela, zika e chikungunya (Menezes, 2016). *Aedes albopictus* também é um espécie exótica sendo capaz de transmitir pelo menos 22 arbovirus na Ásia (Gratz, 2004). No Brasil ela esta apta para transmitir o vírus da zika e experimentos em laboratório apontam também para o vírus da dengue, febre amarela e chikungunya. Entretanto, fêmeas de *Ae. albopictus* nunca foram encontradas naturalmente infectadas com esses três últimos vírus no Brasil (Menezes, 2016).

Haemagogus leucocelaenus é o vetor do vírus da febre amarela silvestre (Zequi et al., 2005) e precisa receber atenção especial em áreas com a presença de primatas. *Culex saltanensis* é vetor de algumas espécies de plasmódios e de uma espécie de triatomíneo, todas parasitando aves (Zequi & Lopes, 2012). *Aedes terreus*, *Cx. eduardoi* e *Li. durhamii* nunca foram encontrados infectados com nenhum tipo de patógeno e *Tx. Theobaldi* não tem importância epidemiológica já que indivíduos adultos não realizam a hematofagia (Medeiros-Souza et al., 2013).

Os dados indicaram a necessidade de monitoramento dessas áreas pela presença de espécies vetoras e de espécies silvestres em ambientes mais alterados. Essa capacidade adaptativa aos ambientes perturbados pode gerar mudanças nos quadros epidemiológicos dos agentes infecciosos (Guedes, 2012). O conhecimento a respeito desse grupo está longe de ser completo (Rueda, 2008) e mais informações sobre as mudanças na biologia, nos horários de atividade, comportamento de oviposição e susceptibilidade aos inseticidas contribui para a

criação de novas estratégias de controle e combate das espécies vetoras nessas áreas próximas das populações humanas (Guedes, 2012).

5. Conclusão

Fatores abióticos influenciaram diretamente na biologia dos mosquitos o que refletiu em maior abundância nos períodos mais quentes e chuvosos, sendo que temperatura, precipitação e umidade relativa do ar afetaram positivamente a diversidade desse grupo. A preferência por pneus não foi afetada pelas áreas sendo que a escolha desse criadouro se deu pelo hábito sinantrópico dos mosquitos amostrados.

A variação no grau de sinantropismo revelou que algumas espécies tem maior preferência por áreas perturbadas em relação às outras, o que se deve avaliar com frequência, pois como já observado, mosquitos antes tidos como silvestres modificaram seus hábitos e isso pode acontecer novamente.

A presença de várias espécies com potencial para veicularem agentes etiológicos encontradas nas áreas ressalta a importância da vigilância epidemiológica principalmente nos fragmentos urbanos e periurbanos. Estudos como esse fornecem informações importantes sobre as espécies e possibilita o desenvolvimento de novas e eficazes estratégias que visam o monitoramento eficiente de culicídeos em áreas antropizadas contribuindo com as políticas públicas de expansão urbana.

Referências

Albeny, D.S., Rosa, C.S., Ataíde, L.M.S., Vilela, E. F. 2010. Primeiro registro do gênero *Toxorhynchites* (Theobald) (Diptera, Culicidae) em Mata Atlântica, Viçosa, MG. *Revista Ceres* 57(2): 182-184.

Almeida, P.S.D., Ferreira, A.D., Pereira, V.L., Fernandes, M.G., Fernandes, W.D. 2006. Distribuição espacial de *Aedes albopictus* na região sul do Estado de Mato Grosso do Sul. *Revista de Saúde Pública* 40: 1094-1100.

Beier, J.C., Patricoski, C., Travis, M., Kranzfelder, J. 1983. Influence of water chemical and environmental parameters on larval mosquito dynamics intires. *Environmental Entomology* 12(2): 434-438.

Bona, A.C.D., Navarro-Silva, M.A. 2008. Diversidade de Culicidae durante os períodos crepusculares em bioma de Floresta Atlântica e paridade de *Anopheles cruzii* (Diptera&58; Culicidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 25(1): 40-48.

Chaves, L.F., Hamer, G.L., Walker, E.D., Brown, W.M., Ruiz, M.O., Kitron, U.D. 2011. Climatic variability and heterogeneity impact urban mosquito diversity and vector abundance and infection. *Ecosphere* 2(6): 1-21, 2011.

Consoli, R.A.G.B., Oliveira, R.L. 1994. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. 1 ed. Editora Fiocruz. 225 p.

Colwell, R.K. Estimate S: version 9.1.0. 2013. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>. Acesso em: 24 jun. 2016.

Da Silva, A.M. 2002. Imaturos de mosquitos (Diptera, Culicidae) de áreas urbana e rural no norte do estado do Paraná, Brasil. *Iheringia Serie Zoologia* 92: 31-36.

De Sousa, P.R., Hayashi, C. 2013. Parques e reservas florestais do município de Maringá/PR. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista* 9(3): 69-84.

Dos Anjos, A.F., Navarro-Silva, M.A. 2008. Culicidae (Insecta: Diptera) em área de Floresta Atlântica, no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 30(1): 23-27.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual review of ecology, evolution, and systematics* 487-515.

Forattini, O.P. 1998. Mosquitos Culicidae como vetores emergentes de infecções. *Revista de Saúde Pública* 32(6): 497-502.

Forattini, O.P. 2002. Culicidologia Médica. Vol. 2. Edusp. 864 p.

Forattini, O.P., Massad, E. 1998. Culicidae vectors and anthropic changes in a southern Brazil natural ecosystem. *Ecosystem Health* 4(1): 9-19.

Gomes, A.C., Forattini, O.P. 1990. Abrigos de mosquitos *Culex* (*Culex*) em zona rural (Diptera: Culicidae). *Revista de Saúde Pública* 24(5): 394-397.

Gratz, N.G. 2004. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. *Medical and veterinary entomology* 18(3): 215-227.

Grossman, G.A., Lourenço-de-Oliveira, R. 1996. Observações sobre a emergência, longevidade, alimentação sanguínea e oviposição de *Culex saltanensis* Dyar, em laboratório (Diptera, Culicidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 40: 357-365.

Guedes, M.L.P. 2012. Culicidae (Diptera) no Brasil: relações entre diversidade, distribuição e enfermidades. *Oecologia Australis* 16(2): 283-296.

Guedes, M.L.P., Navarro-Silva, M.A. 2014. Mosquito community composition in dynamic landscapes from the Atlantic Forest biome (Diptera, Culicidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 58(1) 88-94.

Hammer, Øyvind. 1999. PAST paleontological statistics version 3.0: reference manual. University of Oslo.

Honório, N.A., Lourenço-de-Oliveira, R. 2001. Frequência de larvas e pupas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em armadilhas, Brasil. *Revista de Saúde Pública* 35: 385-391.

Hutchings, R.S.G., Sallum, M.A.M., Ferreira, R.L.M., Hutchings, R.W. 2005. Mosquitoes of the Jaú Park and their potential importance in Brazilian Amazonia. *Medical and Veterinary Entomology* 19(4): 428-441.

Johnson, B.W., Chambers, T.V., Crabtree, M.B., Filippis, A.M., Vilarinhos, P.T., Resende, M.C., Miller, B.R. 2002. Vector competence of Brazilian *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* for a Brazilian yellow fever virus isolate. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 96(6): 611-613.

Laurance, W. F. 2008. Theory meets reality: how habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. *Biological Conservation* 141(7): 1731-1744.

Leandro, R.S. 2012. Competição e dispersão de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894)(Diptera: culicidae) em áreas de ocorrência no município de João Pessoa-PB. (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

Leishnam, P.T., Ladeau, S.L., Juliano, S.A. 2014. Spatial and temporal habitat segregation of mosquitoes in urban Florida. *PLoS One* 9(3): e91655.

Lima-Camara, T.N. 2010. Activity patterns of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) under natural and artificial conditions. *Oecologia Australis* 14(3): 37-744.

Lopes, J. 1997. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em criadouros naturais e artificiais de área rural do Norte do Estado do Paraná, Brasil. V. Coleta de larvas em recipientes artificiais instalados em mata ciliar. *Revista de Saúde Pública* 31(4): 370-377.

Lopes, J., Borsato, A.M., Pires, M.A. 1987. Entomofauna da Mata Godoy. I. Culicidae (Diptera) procriando-se em criadouros artificiais introduzidos na mata. *Semina* 8(2): 67-69.

Lopes, J., Medri, M.E., Bianchini, E., Shibatta, O.A., Pimenta, J.A. 2002. Mosquitos (Diptera: Culicidae) da região do baixo Tibagi e suas adaptações a ambientes

antropogênicos: causas e conseqüências. A bacia do rio Tibagi. Londrina: ME Medri. Cap, v. 19, p. 327-351.

Lopes, J., Santos, F.P., Martins, E.A.C., Pereira, P.A.C., Oliveira, J.E., Oliveira, O., Zequi, J.A.C. 2012. Fauna Culicidae (Diptera) em depressões de Rochas da margem de um Ribeirão no Norte do Paraná. *Revista Brasileira de Zoociências* 14(1,2,3): 27-33.

Lopes, J.; Silva, M.A.N., Oliveira, V.D.R.B., Borsato, A.M., Braga, M.C.P. 1995. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em criadouros naturais e artificiais de área rural do norte do Estado do Paraná, Brasil, III. Viabilização de recipientes como criadouro. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde* 16(2): 244-253.

Lucci, E. A. 1997. *Geografia, o homem no espaço global*. 1. ed. São Paulo: Editora Saraiva. 432 p.

Luz, E., Consolim, J., Barbosa, O.C., Torres, P.B. 1987. Larvas de *Anopheles* (Subgênero *Kerteszia*) Theobald 1905 encontradas em criadouros artificiais, no estado do Paraná, Brasil. *Revista de Saúde Pública* 21(5): 466-468.

Marques, M.A.S. 2014. Mosquitos invasores na Europa e importância da sua vigilância em Portugal. Dissertação (Mestrado em Qualidade Gestão do Ambiente) Universidade de Évora, Portugal.

Medeiros, A.S., Marcondes, C.B., Azevedo, P.R.D., Jerônimo, S.M., Silva, V.P.M.E., Ximenes, M.D.F.F.D.M. 2009. Seasonal variation of potential flavivirus vectors in an urban biological reserve in Northeastern Brazil. *Journal of medical entomology* 46(6): 1450-1457.

Medeiros-Sousa, A.R., Ceretti-Junior, W., Urbinatti, P.R., Natal, D., Carvalho, G.C.D., Paula, M.B.D., Gonçalves, E.F.B. 2013. Mosquito (Diptera: Culicidae) survey in parks of São Paulo City I. *Biota Neotropica* 13(1): 317-321.

Menezes, M. 2016. Mosquitos *Aedes aegypti* e *albopictus* são diferentes na competência para transmitir zika. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/pt-br/content/aedes-aegypti-e-aedes-albopictus-das-americas-mostram-diferencas-na-susceptibilidade-ao>. Acesso em: 03 jan. 2018.

Montagner, F.R.G. 2014. Ecologia de mosquitos (DIPTERA: CULICIDAE) em criadouros artificiais em oito áreas verdes do Município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Montagner, F.R.G., Silva, O.S., Jahnke, S.M. 2017. Mosquito species occurrence in association with landscape composition in green urban areas. *Brazilian Journal of Biology*, n. AHEAD 0-0.

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B., Kent, J. 2000. Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature* 403(6772): 853- 858.

Natal, D. 2002. Bioecologia do *Aedes aegypti*. *Biológico* 64(2): 205-207.

Neves, D.P., De Faria, A.C. 1977. Biologia do *Aedes* (*Finlaya*) *terrens* (*Walker*) em condições de campo e laboratório (Diptera, Culicidae). *Revista brasileira de biologia* 37(4): 803-806.

Nuorteva, P. 1963. Synanthropy of blowflies (Dipt., Calliphoridae) in Finland. *Annales Entomologici Fennici* 29: 1-49.

Rodrigues, W.C. 2014. DivEs - Diversidade de espécies. Versão 3.0. Software e Guia do Usuário.

Rona, L.D.P., Carvalho-Pinto, C.J., Gentile, C., Grissard, E.C., Peixoto, A.A. 2009. Assessing the molecular divergence between *Anopheles* (*Kerteszia*) *cruzii* populations from Brazil using the timeless gene: further evidence of a species complex. *Malaria Journal* 8(1): 1–10.

Roque, R.A. 2007. Avaliação de atraentes de oviposição, identificados em infusões de capim colônia (*Panicum maximum*) para fêmeas de *Aedes aegypti* (L. 1762)(Diptera: Culicidae) em condições de semicampo e campo. Tese (Doutorado em Parasitologia) – Departamento de Parasitologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Rueda, L.M. 2008. Global diversity of mosquitoes (Insecta: Diptera: Culicidae) in freshwater. *Hydrobiologia* 595(1): 477-487.

Ruiz, M.O., Walker, E.D., Foster, E., Haramis, L., Kitron, U.D. 2007. Association of West Nile virus illness and urban landscapes in Chicago and Detroit. *International Journal of Health Geographics* 6(1): 1.

Silva, A.M., Nunes, V., Lopes, J. 2004. 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.

Statistica. 2005. Statistica 7.0, EUA Software. Tucks, StatSof.

WRBU – The Walter Reed Biosystematics Unit. Mosquito Classification Comparison, 2013 – New. 2018. Disponível em: <http://www.wrbu.org>. Acesso em: 18 jan. 2018.

Zequi, J.A.C., Lopes, J. 2007. Biological control of *Culex* (*Culex*) *saltanensis* Dyar,(Diptera, Culicidae) through *Bacillus thuringiensis israelensis* in laboratory and field conditions. *Revista Brasileira de Zoologia* 24(1): 164-168.

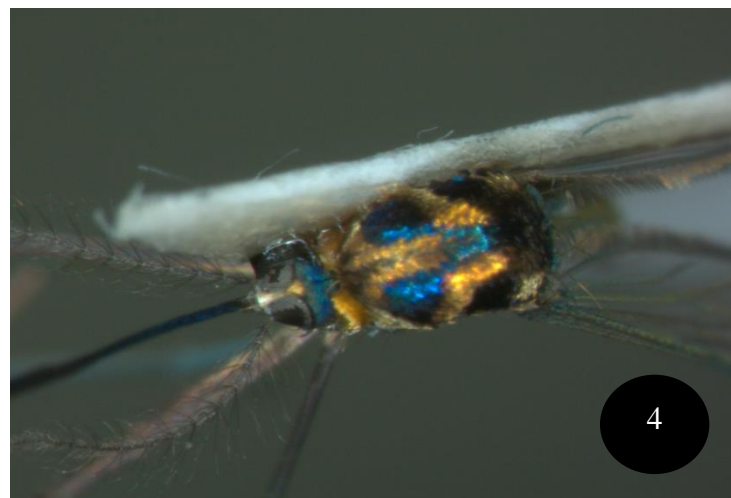
Zequi, J.A.C., Lopes, J. 2012. Development of the immature stages of *Culex* (*Culex*) *saltanensis* Dyar (Diptera, Culicidae) under laboratory conditions. *Revista Brasileira de Entomologia* 56(1): 106-110.

Zequi, J.A.C., Lopes, J., Medri, I.M. 2005. Imaturos de Culicidae (Diptera) encontrados em recipientes instalados em mata residual no município de Londrina, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(3): 656-661.

APÊNDICE

APÊNDICE A

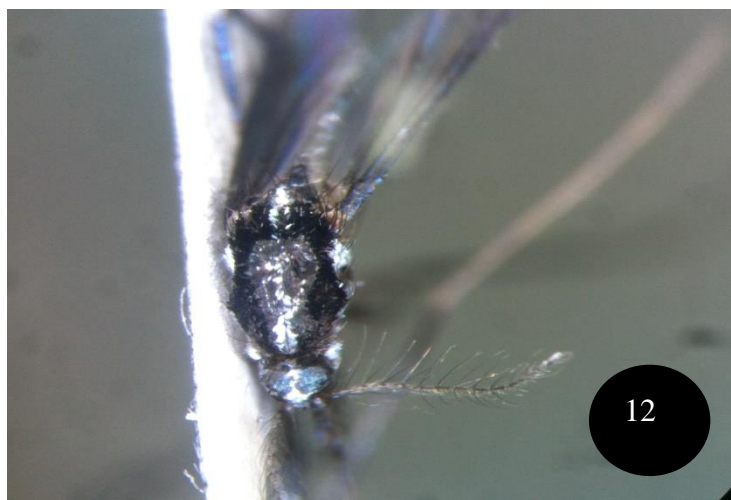
FIGURAS 1 - 4: Espécies de culicídeos amostrados entre as áreas de estudo: 1 - *Culex eduardoi* vista lateral; 2 - *Culex eduardoi* vista dorsal; 3 - *Limatus durhamii* vista lateral; 4 - *Limatus durhamii* vista dorsal.



FIGURAS 5 - 8: Espécies de culicídeos amostrados entre as áreas de estudo: 5 - *Aedes aegypti* vista lateral; 6 - *Aedes aegypti* vista dorsal; 7 - *Aedes albopictus* vista lateral; 8 - *Aedes albopictus* vista dorsal.



FIGURAS 9 - 12: Espécies de culicídeos amostrados entre as áreas de estudo: 9 - *Aedes terreus* vista lateral; 10 - *Aedes terreus* vista dorsal; 11 - *Haemagogus leucocelaenus* vista lateral; 12 - *Haemagogus leucocelaenus* vista dorsal.



FIGURAS 13 - 14: Espécies de culicídeos amostrados entre as áreas de estudo: 13 - *Toxorhynchites theobaldi* vista lateral; 14 - *Toxorhynchites theobaldi* vista dorsal.



FIGURAS 15 - 16: Dendogramas de similaridade entre as áreas: 15 – Similaridade de Morisita; 16 – Similaridade de Bray-curts.

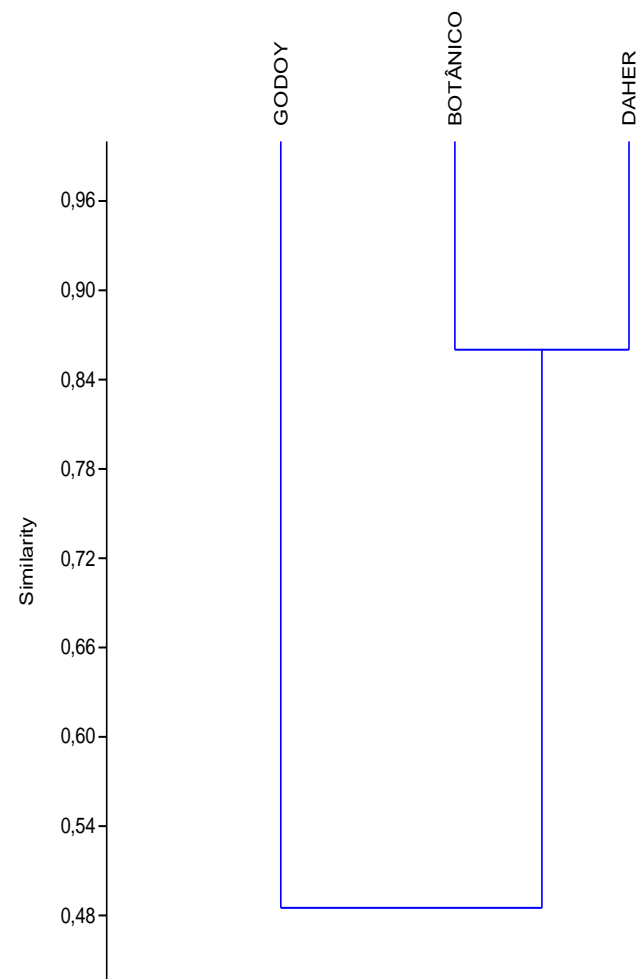
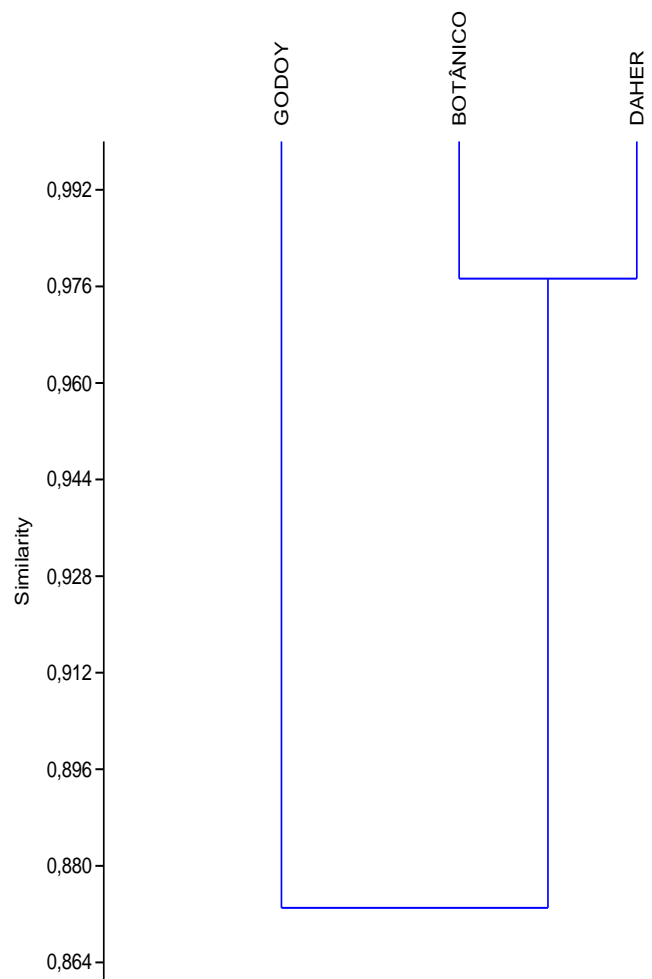


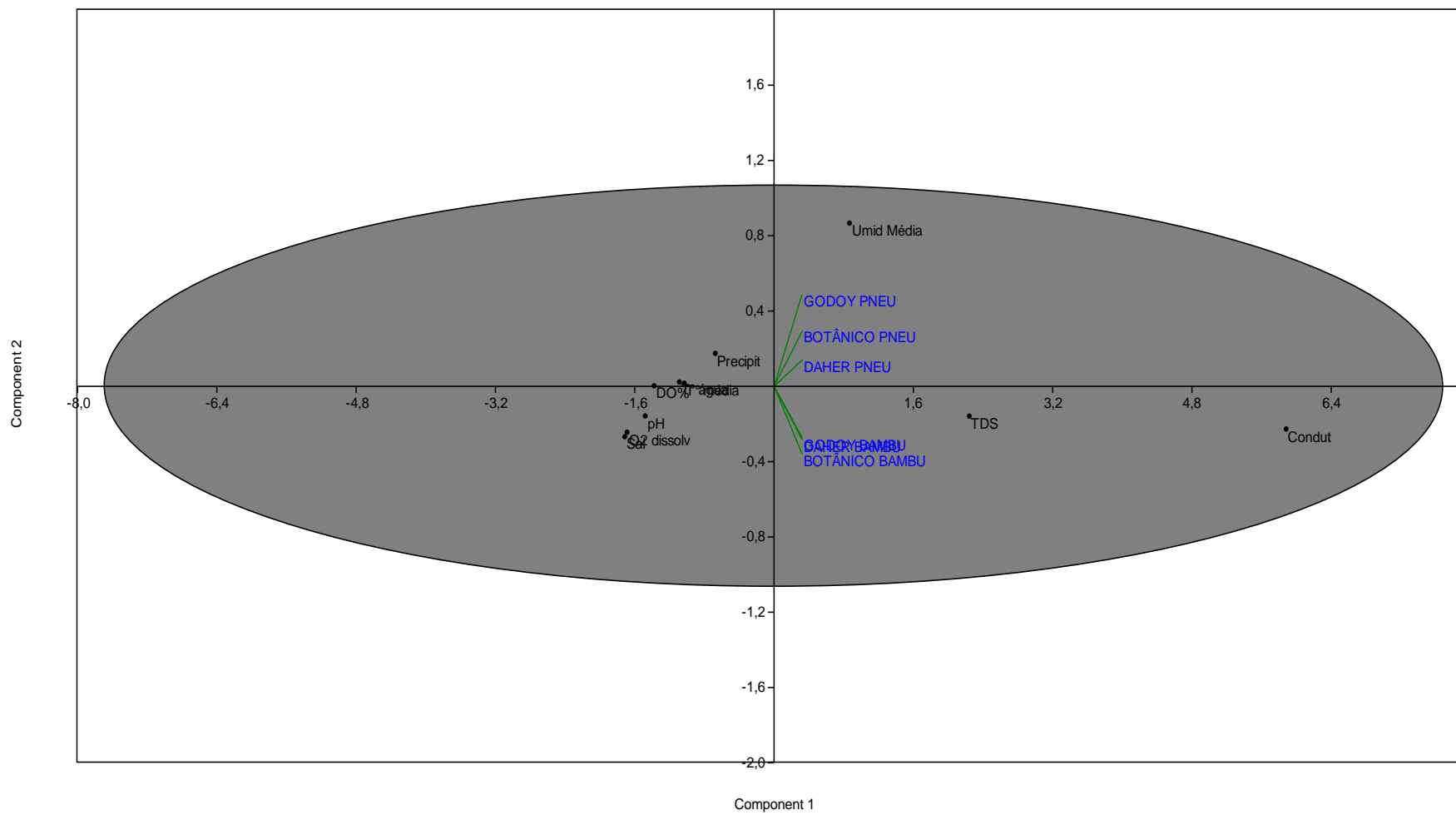
FIGURA 17: PCA resultante da ordenação dos criadouros em função das variáveis abióticas.

TABELA 1: Valores das variáveis abióticas e dos parâmetros físico-químicos da água.

Parâmetros	Inverno					Primavera					Verão					Outono				
DAHER PNEU	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col
pH Máximo	7,56	8,28	7,8	8,24	7,82	7,16	7,16	7,78	8,2	8,28	7,45	6,8	6,79	6,84	6,85	7,84	7,96	7,35	6,9	7,24
pH Média	7,3	7,93	7,13	7,78	7,66	7,04	7,04	7,49	7,62	7,78	6,95	6,6	6,66	6,74	6,82	7,63	7,69	7,29	6,74	7,15
pH Mínimo	7,07	7,25	6,4	7,26	7,36	6,88	6,88	7,33	7,47	7,47	6,6	6,43	6,57	6,56	6,8	7,48	7,5	7,24	6,58	7,1
Temperatura ÁGUA	14,12	14,17	16,29	14,74	8,43	16,86	16,86	19,55	17,57	15,75	22,88	24,16	23,5	21,78	23,34	19,7	19,64	18,43	17,3	19,27
Salinidade	0,09	0,1	0,12	0,13	0,11	0,06	0,06	0,1	0,12	0,18	0,07	0,05	0,05	0,05	0,08	0,07	0,07	0,09	0,4	0,7
Ox dissolvido	1,8	0,65	0,63	0,89	4,82	0,85	0,85	0,5	0,5	0,5	0,82	0,82	0,7	0,68	0,6	1,18	0,82	0,7	0,68	0,6
Condutividade	187	215	242	267	216	129	129	205	258	307	152	118	113	108	164	134	139	180	140	157
TDS	94	129	121	134	109	65	65	103	129	187	76	59	56	182	82	69	69	90	70	79
% Oxigenio DO%	18,5	6,9	6,87	9,57	43,47	9,2	9,2	5,2	5,2	5,2	9,9	9,2	7,9	7,8	6,8	13,3	9,2	7,9	7,8	6,8
Umidade mínima	58	37	55	51	66	38	38	41	45	16	36	64	54	58	53	61	60	64	61	62
Umidade média	76,5	66	75	73	80,5	66,5	66,5	66	68,5	51	65	79,5	74,5	76,5	74	77,5	77,5	79	78	78,5
Umidade máxima	95	95	95	95	95	95	95	91	92	86	94	95	95	95	95	94	95	94	95	95
Temperatura mínima	6,3	9,9	12,5	5,6	5,6	10,7	10,7	16,1	15,6	13,2	18,4	17,8	18,8	19,8	19,9	16,4	13,4	8,9	13,5	14,3
Temperatura média	15,2	17,3	19,55	15,65	15,75	20,45	20,45	22,75	23,2	21,75	24	44	23,9	24,45	24,8	20,4	19,75	17,05	19,55	19,1
Temperatura máxima	24,1	24,7	26,6	25,7	25,9	30,2	30,2	29,4	30,8	30,3	29,6	26,2	29	29,1	29,7	28,4	26,1	25,2	25,6	23,9
Precipitação	0,2	0,001	0,001	11,8	75,4	61,5	31,7	9	22,6	3	87,6	61,4	44,4	23,4	34,8	29,2	32,8	25,8	57,4	6,8
JARDIM BOTÂNICO PNEU	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col
pH Máximo	7,33	8,13	7,93	7,68	7,68	7,44	7,44	7,63	7,52	7,8	7,45	7,04	7,3	6,6	6,71	7,68	7,65	7,59	7,48	7,46
pH Média	7,18	8,09	7,8	7,63	7,63	7,28	7,28	7,54	7,46	7,71	6,9	6,98	6,93	6,52	6,57	7,53	7,51	7,46	7,37	7,37
pH Mínimo	6,97	8,02	7,67	7,54	7,54	7,12	7,12	7,46	7,37	7,59	6,59	6,92	6,62	6,36	6,4	7,45	7,43	7,36	7,23	7,06
Temperatura ÁGUA	13,93	13,5	16,15	14,11	14,11	17,13	17,13	19,5	17,77	14,37	23,84	22,62	22,64	22,35	22,84	18,53	19,31	18	15,48	18,33
Salinidade	0,09	0,1	0,12	0,11	0,11	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,06	0,5	0,03	0,06	0,07	0,09	0,09	0,08	0,07	0,8
Ox dissolvido	1,88	2,78	2,65	3,29	3,29	0,87	0,87	0,51	0,51	0,1	0,65	0,75	0,88	0,85	0,75	1,18	0,75	0,88	0,85	0,75
Condutividade	186	208	251	240	240	148	148	174	167	0,51	135	113	77	123	156	185	183	160	146	161
TDS	93	104	124	120	120	74	74	87	84	202	67	57	39	62	78	93	91	80	73	81

% Oxigenio DO%	19,4	28	28,5	34,6	34,6	9,5	9,5	5,2	5,2	5,2	8,2	8,5	10	9,7	8,5	13,3	8,5	10	9,7	8,5
Umidade mínima	56	51	46	57	66	62	62	59	49	39	60	72	65	43	67	62	63	73	63	71
Umidade média	75,5	72,5	70	76	80,5	78,5	78,5	77	72	65,5	77,5	83,5	79	68,5	81,5	78	79	84	79	82,5
Umidade máxima	95	94	94	95	95	95	95	95	95	92	95	95	93	94	96	94	95	95	95	94
Temperatura mínima	4,7	8,1	10,8	4,3	4,7	10,4	10,4	15,4	15,5	11,8	18,05	17,7	18,8	19,2	17,4	15,9	12,9	9,2	11,7	12,9
Temperatura média	14,9	16,8	19,7	14,55	15,6	20,15	20,15	21,6	22,1	20,1	22,58	21,65	23,2	24,1	24	22,05	19,35	17,15	18,55	19,4
Temperatura máxima	25,1	25,5	28,6	24,8	26,5	29,9	29,9	27,8	28,7	28,4	27,11	25,6	27,6	29	30,6	28,2	25,8	25,1	25,4	25,9
Precipitação	0,2	0,001	0,001	11,8	75,4	61,5	31,7	9	22,6	3	87,6	61,4	44,4	23,4	34,8	29,2	32,8	25,8	57,4	6,8
GODOY PNEU	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col
pH Máximo	7,69	8	7,96	7,6	7,6	7,32	7,32	7,47	7,39	7,74	7,45	7,16	6,99	6,91	6,91	7,6	7,62	7,48	7,23	7,52
pH Média	7,57	7,93	7,9	7,33	7,33	7,22	7,22	7,36	7,35	7,7	7,01	6,9	6,75	6,62	6,75	7,37	7,34	7,29	7,06	7,4
pH Mínimo	7,48	7,79	7,85	7,18	7,18	7,13	7,13	7,27	7,31	7,65	6,64	6,78	6,57	6,26	6,5	7,25	7,22	7,17	6,9	7,29
Temperatura ÁGUA	16,4	16,57	16,42	16,18	16,18	17,42	17,42	18,86	18,39	16,91	24,2	21,32	21,6	22,17	23,01	54	18,51	18,53	17,88	16,59
Salinidade	0,09	0,1	0,12	0,07	0,07	0,05	0,05	0,06	0,08	0,11	0,06	0,06	0,05	0,03	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05
Ox dissolvido	2,1	2,79	2,55	2,81	2,81	0,68	0,68	0,44	0,44	0,44	0,78	0,83	0,85	0,74	0,7	1,17	0,83	0,85	0,74	0,75
Condutividade	188	210	235	141	141	102	102	134	168	221	133	140	109	65	141	126	125	131	114	161
TDS	94	105	117	71	71	51	51	67	84	110	66	70	55	32	70	63	63	65	57	81
% Oxigenio DO%	23	30,6	27,9	31	31	7,7	7,7	5	5	5	10	9,4	9,7	8,6	8	13,4	9,4	9,7	8,6	8,5
Umidade mínima	63	58	55	66	78	58	58	57	51	38	76	75	83	74	63	75	72	71	74	76
Umidade média	79	76,5	74,5	80,5	86,5	76,5	76,5	76	70	63,5	85,5	85	89	84,5	79	83,5	83	82,5	84,5	85,5
Umidade máxima	95	95	94	95	95	95	95	95	89	89	95	95	95	95	95	92	94	94	95	95
Temperatura mínima	7,1	10	12,4	6,4	4,9	8,8	8,8	14,4	15,8	11,6	17,7	17,6	18,3	18,5	19,3	16,1	13,3	8,9	9,8	13,4
Temperatura média	14,6	16,35	18,95	14,65	14,35	19,45	19,45	21,25	23,55	20,5	23,9	22,95	23,35	23,45	24,65	22,3	19,5	17,3	17,7	19,3
Temperatura máxima	22,1	22,7	25,5	22,9	23,8	30,1	30,1	28,1	31,3	29,4	30,1	28,3	28,4	28,4	30	28,5	25,7	25,7	25,6	25,2
Precipitação	0,2	0,001	0,001	11,8	75,4	61,5	31,7	9	22,6	3	87,6	61,4	44,4	23,4	34,8	29,2	32,8	25,8	57,4	6,8
DAHER BAMBU	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col
pH Máximo	5,56	7,18	6,98	7,2	6,7	6,7	6,7	6,92	6,96	7,39	6,03	6,08	6,26	6,37	6,46	6,9	6,94	6,85	6,53	6,67
pH Média	5,44	6,59	6,94	7,05	6,5	6,67	6,67	6,89	6,9	7,35	5,97	5,98	6,17	6,31	6,39	6,81	6,84	6,73	6,47	6,65

pH Mínimo	5,32	5,96	6,9	6,94	6,3	6,63	6,63	6,86	6,82	7,32	5,9	5,84	6,05	6,24	6,35	6,76	6,77	6,67	6,44	6,62
Temperatura ÁGUA	14,76	14,57	16,9	15,19	6,2	17,25	17,25	20,17	17,99	15,87	21,3	20,42	21,61	21,07	23,04	18,1	18,12	18,05	17,22	18,29
Salinidade	0,2	0,22	0,25	0,26	0,18	0,16	0,16	0,2	0,2	0,25	0,14	0,17	0,18	0,18	0,18	0,1	0,1	0,1	0,09	0,09
Ox dissolvido	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,76	0,76	0,38	0,38	0,38	0,52	0,51	0,48	0,5	0,44	0,76	0,51	0,48	0,5	0,44
Condutividade	424	450	530	469	385	346	346	409	422	503	292	356	366	287	368	208	206	212	193	187
TDS	212	225	265	268	193	173	173	205	211	251	111	181	183	129	184	104	103	106	97	94
% Oxigenio DO%	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	8,3	8,3	4	4	4	4,9	5,77	5,4	5,7	5	8,3	5,8	5,4	5,7	5
Umidade mínima	58	37	55	51	66	38	38	41	45	16	36	64	54	58	53	61	60	64	61	62
Umidade média	76,5	66	75	73	80,5	66,5	66,5	66	68,5	51	65	79,5	74,5	76,5	74	77,5	77,5	79	78	78,5
Umidade máxima	95	95	95	95	95	95	95	91	92	86	94	95	95	95	95	94	95	94	95	95
Temperatura mínima	6,3	9,9	12,5	5,6	5,6	10,7	10,7	16,1	15,6	13,2	18,4	17,8	18,8	19,8	19,9	16,4	13,4	8,9	13,5	14,3
Temperatura média	15,2	17,3	19,55	15,65	15,75	20,45	20,45	22,75	23,2	21,75	24	44	23,9	24,45	24,8	20,4	19,75	17,05	19,55	19,1
Temperatura máxima	24,1	24,7	26,6	25,7	25,9	30,2	30,2	29,4	30,8	30,3	29,6	26,2	29	29,1	29,7	28,4	26,1	25,2	25,6	23,9
Precipitação	0,2	0,001	0,001	11,8	75,4	61,5	31,7	9	22,6	3	87,6	61,4	44,4	23,4	34,8	29,2	32,8	25,8	57,4	6,8
JARDIM BOTÂNICO																				
BAMBU	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col
pH Máximo	5,86	6,59	6,9	7,01	7,01	8,85	8,85	6,92	6,83	7,24	6,11	6,37	6,4	6,43	6,49	7,02	7,04	6,96	7,14	7,01
pH Média	5,46	6,13	6,38	6,8	6,8	7,5	7,5	6,84	6,79	7,19	6,06	6,28	6,26	6,35	6,44	7,33	6,94	6,87	7,05	6,95
pH Mínimo	5,12	5,27	5,89	6,46	6,46	6,77	6,77	6,74	6,75	7,12	6,01	6,23	6,17	6,23	6,36	6,98	6,83	6,82	6,94	6,91
Temperatura ÁGUA	14,46	14,13	16,95	14,19	14,19	17,59	17,59	19,96	18,18	14,89	20,57	20,76	21,38	21,3	22,51	18,81	18,68	18,45	15,1	17,73
Salinidade	0,17	0,18	0,25	0,22	0,22	0,27	0,27	0,25	0,26	0,22	0,18	0,21	0,24	0,2	0,28	0,15	0,15	0,18	0,16	0,17
Ox dissolvido	0,001	0,37	0,001	0,001	0,001	0,69	0,69	0,42	0,42	0,42	0,25	0,5	0,54	0,51	0,54	0,69	0,5	0,54	0,51	0,54
Condutividade	358	400	520	467	467	550	550	505	526	455	386	429	498	416	571	323	316	384	343	354
TDS	179	200	260	229	229	275	275	252	263	261	193	218	250	208	286	162	158	192	171	177
% Oxigenio DO%	0,001	3,7	0,001	0,001	0,001	7,6	7,6	4,4	4,4	4,4	2,7	5,6	6,1	5,8	6,1	7,6	5,6	6,1	5,8	6,1
Umidade mínima	56	51	46	57	66	62	62	59	49	39	60	72	65	43	67	62	63	73	63	71
Umidade média	75,5	72,5	70	76	80,5	78,5	78,5	77	72	65,5	77,5	83,5	79	68,5	81,5	78	79	84	79	82,5
Umidade máxima	95	94	94	95	95	95	95	95	95	92	95	95	93	94	96	94	95	95	95	94
Temperatura mínima	4,7	8,1	10,8	4,3	4,7	10,4	10,4	15,4	15,5	11,8	18,05	17,7	18,8	19,2	17,4	15,9	12,9	9,2	11,7	12,9

Temperatura média	14,9	16,8	19,7	14,55	15,6	20,15	20,15	21,6	22,1	20,1	22,58	21,65	23,2	24,1	24	22,05	19,35	17,15	18,55	19,4
Temperatura máxima	25,1	25,5	28,6	24,8	26,5	29,9	29,9	27,8	28,7	28,4	27,11	25,6	27,6	29	30,6	28,2	25,8	25,1	25,4	25,9
Precipitação	0,2	0,001	0,001	11,8	75,4	61,5	31,7	9	22,6	3	87,6	61,4	44,4	23,4	34,8	29,2	32,8	25,8	57,4	6,8
GODOY BAMBU	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col	1 col	2 col	3 col	4 col	5 col
pH Máximo	5,53	6,48	6,73	6,33	6,33	6,84	6,84	6,85	7,03	7,26	6,3	6,23	6,57	6,63	6,97	6,81	6,8	6,82	6,75	7,15
pH Média	5,51	6,01	6,49	6,13	6,13	6,74	6,74	6,59	6,91	7,03	6,1	6,14	6,3	6,29	6,6	6,71	6,71	6,79	6,71	7,04
pH Mínimo	5,5	5,31	6,06	5,76	5,76	6,57	6,57	6,2	6,84	6,9	5,99	5,96	6,14	6,07	6,19	6,64	6,65	6,77	6,67	6,9
Temperatura ÁGUA	17,2	16,6	17,1	16,54	16,54	17,49	17,49	19,94	18,24	17,34	21,11	20,47	21,91	21,63	23,34	18,24	18,23	18,11	16,56	16,61
Salinidade	0,21	0,18	0,24	0,18	0,18	0,16	0,16	0,29	0,19	0,2	0,19	0,21	0,18	0,2	0,25	0,11	0,11	0,14	0,11	0,09
Ox dissolvido	0,14	0,001	0,001	0,001	0,001	0,49	0,49	0,31	0,31	0,31	0,38	0,41	0,43	0,44	0,48	0,49	0,41	0,43	0,44	0,48
Condutividade	432	395	492	368	368	445	445	595	387	408	396	436	370	413	525	232	232	333	229	191
TDS	216	235	246	184	184	172	172	297	193	204	198	218	185	206	262	118	116	167	115	96
% Oxigenio DO%	1,5	0,001	0,001	0,001	0,001	5,4	5,4	3,5	3,5	3,5	4,1	4,6	4,9	5	5,4	5,4	4,6	4,9	5	5,4
Umidade mínima	63	58	55	66	78	58	58	57	51	38	76	75	83	74	63	75	72	71	74	76
Umidade média	79	76,5	74,5	80,5	86,5	76,5	76,5	76	70	63,5	85,5	85	89	84,5	79	83,5	83	82,5	84,5	85,5
Umidade máxima	95	95	94	95	95	95	95	95	89	89	95	95	95	95	95	92	94	94	95	95
Temperatura mínima	7,1	10	12,4	6,4	4,9	8,8	8,8	14,4	15,8	11,6	17,7	17,6	18,3	18,5	19,3	16,1	13,3	8,9	9,8	13,4
Temperatura média	14,6	16,35	18,95	14,65	14,35	19,45	19,45	21,25	23,55	20,5	23,9	22,95	23,35	23,45	24,65	22,3	19,5	17,3	17,7	19,3
Temperatura máxima	22,1	22,7	25,5	22,9	23,8	30,1	30,1	28,1	31,3	29,4	30,1	28,3	28,4	28,4	30	28,5	25,7	25,7	25,6	25,2
Precipitação	0,2	0,001	0,001	11,8	75,4	61,5	31,7	9	22,6	3	87,6	61,4	44,4	23,4	34,8	29,2	32,8	25,8	57,4	6,8