



ESTRUTURA DE COMUNIDADES E ESPÉCIES INDICADORAS DE CULICÍDEOS (DIPTERA: NEMATOCERA) EM AMBIENTES COM DIFERENTES GRAUS DE IMPACTO AMBIENTAL

Daiana Aparecida Dias¹, Fernando Emmanuel Gonçalves Vieira^{1}, Dyego Leonardo Ferraz Caetano¹, Rubens Massafra² & Rodrigo de Oliveira³*

¹ Universidade Estadual do Norte do Paraná, Colegiado de Ciências Biológicas, Grupo de Estudos e Pesquisa em Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Av. Getúlio Vargas, 850. CEP: 86.400-000. Jacarezinho, PR, Brasil.

² Secretaria de Saúde do Estado do Paraná, Divisão de Controle de Doenças Transmitidas por Vetores, Núcleo de Vigilância Entomológica da 19ª Regional de Saúde, Rua Doutor Heráclio, nº 90. CEP 86.400-000. Jacarezinho – PR, Brasil.

³ Forrest Brasil Tecnologia Ltda. Av. Marciano de Barros nº 700. CEP 86.400-000. Jacarezinho – PR, Brasil.

E-mails: daiana_bio74@hotmail.com; fernando_egv@hotmail.com (*corresponding author); dyego_jcz@uenp.edu.br; rubensmassafra@hotmail.com, ments@forrestinnovations.com

Resumo: Os culicídeos são insetos hematófagos chamados de mosquitos. Eles são vetores responsáveis pela transmissão de diversos patógenos aos animais e ao homem. As fêmeas destes dípteros fazem oviposição em recipientes introduzidos pelo humano no ambiente natural. Estes reservatórios de água transformam-se em novos criadouros. Desta forma, o objetivo desta pesquisa é descrever a diversidade de espécies de culicídeos no município de Ribeirão Claro, Paraná, encontradas em criadouros artificiais instalados em ambientes com diferentes níveis de impacto antrópico. Foram instaladas armadilhas em quatro pontos da cidade com características urbanas, periurbanas, rurais e silvestres respectivamente e em cada ponto distribuíram-se três recipientes artificiais para servir de criadouros. A captura das larvas nestes recipientes foi realizada quinzenalmente, sendo o período de coleta desenvolvido de fevereiro a setembro de 2018. As métricas de comunidade realizadas foram: riqueza, abundância total e relativa, diversidade, equitabilidade, dominância e a similaridade. Também foi analisada a presença de espécies indicadoras para cada ambiente avaliado. Foram coletados 472 culicídeos imaturos, distribuídos nos *taxa*: *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), *Aedes albopictus* (Skuse, 1894), *Culex quinquefasciatus* Say, 1823, *Culex coronator* Dyar & Knab, 1906, *Toxorhynchites* sp., *Anopheles argyritarsis* Robineau-Desvoidy, 1827, *Aedes fluviatilis* (Lutz, 1904) e *Uranotaenia* sp. A maior abundância ocorreu na área periurbana sendo a espécie *Aedes aegypti* a de maior ocorrência. Foram apontados como bioindicadores o *Aedes aegypti* para o ambiente periurbano, o *Aedes albopictus* para a área rural e o *Toxorhynchites* sp. para o ambiente silvestre. A maior riqueza e diversidade foram observadas no ambiente silvestre mostrando que alterações nestes locais podem favorecer a presença de insetos de importância para a saúde pública.

Palavras-chave: ambiente antropizado; Culicidae; formas imaturas; vetores.

STRUCTURE OF COMMUNITIES AND INDICATING SPECIES OF CULICIDES (DIPTERA: NEMATOCERA) IN ENVIRONMENTS WITH DIFFERENT DEGREES OF ENVIRONMENTAL IMPACT: Culicidae are hematophagous insects called mosquitoes. They are vectors responsible for transmitting various pathogens to animals and humans. The females of these Diptera oviposit in containers introduced by humans in the

natural environment. These water recipients are transformed into new breeding sites. Thus, the objective of this research is to describe the diversity of Culicidae species in the city of Ribeirão Claro, Paraná, found in artificial breeding grounds located in environments with different levels of anthropic impact. Traps were installed in four parts of the city with urban, peri-urban, rural and wild characteristics respectively and at each point three artificial containers were distributed to serve as breeding sites. The capture of the larvae in these containers was carried out biweekly, with the sampling period being developed from February to September 2018. The communities metrics were: species richness, total and relative abundance, diversity, equitability, dominance and similarity. Indicator species presence for each evaluated environment was also analyzed. A total of 472 immature Culicidae were collected, distributed among *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), *Aedes albopictus* (Skuse, 1894), *Culex quinquefasciatus* Say, 1823, *Culex coronator* Dyar & Knab, 1906, *Toxorhynchites* sp., *Anopheles argyritarsis* Robineau-Desvoidy, 1827, *Aedes fluviatilis* (Lutz, 1904) e *Uranotaenia* sp. The greatest abundance occurred in the periurban area and the species *Aedes aegypti* had the highest occurrence. The bioindicators were *Aedes aegypti* for the periurban environment, *Aedes albopictus* for the rural area and *Toxorhynchites* sp. to the wild environment. The greatest richness and diversity were observed in the wild environment showing that changes in these sites may favor the presence of insects of public health importance.

Keywords: anthropized environment; Culicidae; immature forms; vectors.

INTRODUÇÃO

A convivência do ser humano com o ambiente é essencial, entretanto o homem tem deturpado o meio em que habita e alterado as áreas silvestres. Segundo Forattini (1998), a atuação do ser humano modificando o ambiente propicia condições favoráveis à proliferação dos mosquitos, insetos da família Culicidae (Diptera). Os ambientes em que os seres humanos adentram são alterados com recipientes abandonados nos habitats, que por reter a água da chuva, podem se tornar criadouros artificiais propícios para o desenvolvimento das larvas de culicídeos (Silva 2014). Estas formas imaturas se alimentam e crescem em ambiente líquido sendo, portanto, participantes da fauna hídrica em um ecossistema. Já os indivíduos adultos são alados e têm função reprodutiva e boa capacidade de dispersão (Forattini 1998).

As fêmeas de Culicidae são hematófagas e necessitam do sangue para efetuar a postura dos ovos (Stefani *et al.* 2009, Alves *et al.* 2010), sendo necessários ao menos dois repastos sanguíneos para a maturação dos ovos e cerca de quatro ou cinco dias para a oviposição (Almeida 2011). O sangue é fator estimulante para o desenvolvimento dos ovários. Neste alimento são encontrados diferentes nutrientes como aminoácidos essenciais necessários para a formação e maturação dos ovos nos ovários

(Consoli & Oliveira 1994). Assim, algumas espécies são descritas como transmissoras de enfermidades como arboviroses (Dengue, Febre Amarela, Zika e Chikungunya), protozooses (Malária) e filarioses (Elefantíase) (Lessa *et al.* 2003, Cardoso *et al.* 2010, Cantuária 2012).

Os culicídeos apresentam uma capacidade enorme em selecionar os ambientes com condições favoráveis para o desenvolvimento de suas larvas, o que representa uma grande chance para o sucesso de seus descendentes. Esses ambientes podem ser naturais ou artificiais (Santos *et al.* 2018). Desta forma, se faz necessária a conscientização sobre o abandono de recipientes artificiais no ambiente, evitando o acúmulo de lixo.

Além disto, diversas ações do homem têm modificado o ambiente gradativamente, ocasionando diferentes níveis de impacto ambiental (Fahrig 2003, Guedes 2012). Com a expansão da população é necessário a ampliação no uso dos recursos naturais, assim como o aumento no cultivo de lavouras, causando desmatamento e a perda da biodiversidade. Por conseguinte, com o processo desenfreado de urbanização ocorre o abandono de recipientes pelo homem, que podem se tornar criadouros de algumas espécies, podendo provocar o aumento de determinados vetores e da ocorrência de doenças (Mendonça *et al.* 2009). Neste cenário, é necessário evitar que se formem criadouros artificiais assim como é importante a utilização

de repelentes contra os adultos, pois as interações entre as pessoas e os insetos em novas zonas geográficas podem gerar o transporte de arboviroses de uma área para outra (Urbinatti *et al.* 2001, Fantinatti *et al.* 2007).

Entre as arboviroses se destacam, pelas suas importâncias médicas, a Febre Amarela e a Dengue, ambas tendo como vetor em áreas urbanas o *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), que se distribuiu por todo o país associado a desmatamentos, urbanização desorganizada e ausência de saneamento básico. Estes fatores acrescentados de adaptações genéticas dos vírus a hospedeiros, vetores e novos ambientes fizeram disseminar a Dengue e outras arboviroses no Brasil (Donalisio *et al.* 2017). Neste contexto, a Dengue ressurgiu no Rio de Janeiro em 1986 e a partir desta epidemia se disseminou pelas capitais do Nordeste e interior do país fazendo uma série histórica crescente. O auge da doença no Brasil foi em 2015 quando foram registrados 1.649.008 casos, a maioria na região Sudeste. Apesar de apresentar menor incidência, a região Sul notificou 56.187 casos neste ano (Araújo *et al.* 2017). Da mesma forma, se observou o aumento dos casos no verão 2014/2015 no estado do Paraná, foram confirmados 33.702 casos autóctones neste período (SESA 2015).

Nesta mesma tendência, o município de Ribeirão Claro, localizado no norte do estado do Paraná, registrou 213 casos de Dengue no período de 2012 a 2018, sendo que em 2015 ocorreu uma epidemia com 160 casos notificados (SESA 2018). Neste ano o Índice de Infestação Predial (IIP) no município chegou a 3,9 mostrando a relação entre o aumento da proliferação do vetor e o surgimento de novos casos da virose. Além disto, o município possui uma considerável área de Mata Atlântica e um grande reservatório hídrico sendo muito visitado por seus atrativos turísticos rurais aumentando o risco de transporte de agentes infecciosos. Neste panorama é importante conhecer a fauna com potencial para transmitir arboviroses e em quais ambientes está adaptada. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi realizar um levantamento preliminar da diversidade de espécies de culicídeos capturadas em criadouros artificiais, em trechos com diferentes níveis de impacto antrópico (urbano, periurbano, rural e silvestre), no município de Ribeirão Claro, Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi realizada no Município de Ribeirão Claro, que fica localizado no norte do Paraná (Figura 1), com 10.678 habitantes (IBGE 2010). Possui clima subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e tendência de concentrações de chuvas. Sem estações de secas, com temperatura no verão superior a 22° C e no inverno inferior a 18°C. No inverno as geadas possuem pouca frequência (Ribeirão Claro 2018). Foram selecionados quatro tipos de ambientes no município supracitado: um na área urbana (Ponto 1), um na periurbana (Ponto 2), um na área rural (Ponto 3) e um na silvestre (Ponto 4).

As armadilhas foram instaladas com uma distância superior a 3 km entre cada ponto (Figura 2). Ponto 1: O ambiente urbano fica localizado no centro da cidade de Ribeirão Claro, PR, em uma garagem de veículos da prefeitura na Rua Vicente Machado (23°11'34"S, 49°45'23"W, datum SAD69); Ponto 2: Na área periurbana foi escolhida a antiga reciclagem que não estava em funcionamento. O recinto é arbustivo e próximo a casas e indústrias na Avenida Francisco Phonlor Lopes (23°11'31"S, 49°46'20"W, datum SAD69); Ponto 3: O ambiente rural fica localizado a 3 km da cidade. A propriedade produz gado bovino, milho, banana e coco. Nas proximidades da área rural existem casas e uma fábrica de móveis na Rua Miguel David (23°12'30"S, 49°44'56"W, datum SAD69); Ponto 4: O ambiente silvestre fica a 5 km da cidade, possui um rio que corta um fragmento bem conservado de Mata Atlântica na Estrada Jamaica (23°10'31"S, 49°44'56"W, datum SAD69).

Amostragem

Foram utilizados criadouros artificiais para oviposição das fêmeas dos Culicídeos (Forattini 1995). Procedeu-se a instalação de três recipientes por ambiente, totalizando doze armadilhas, sendo a primeira construída com garrafa de plástico (Montagner 2014) a segunda com lata de alumínio (Lopes 1997) e a terceira com vaso de plástico (Calado 1999), todos com a coloração preta (Figura 3). Foram utilizados diferentes recipientes para aumentar a chance de coleta de espécies distintas, pois ocorre a seleção

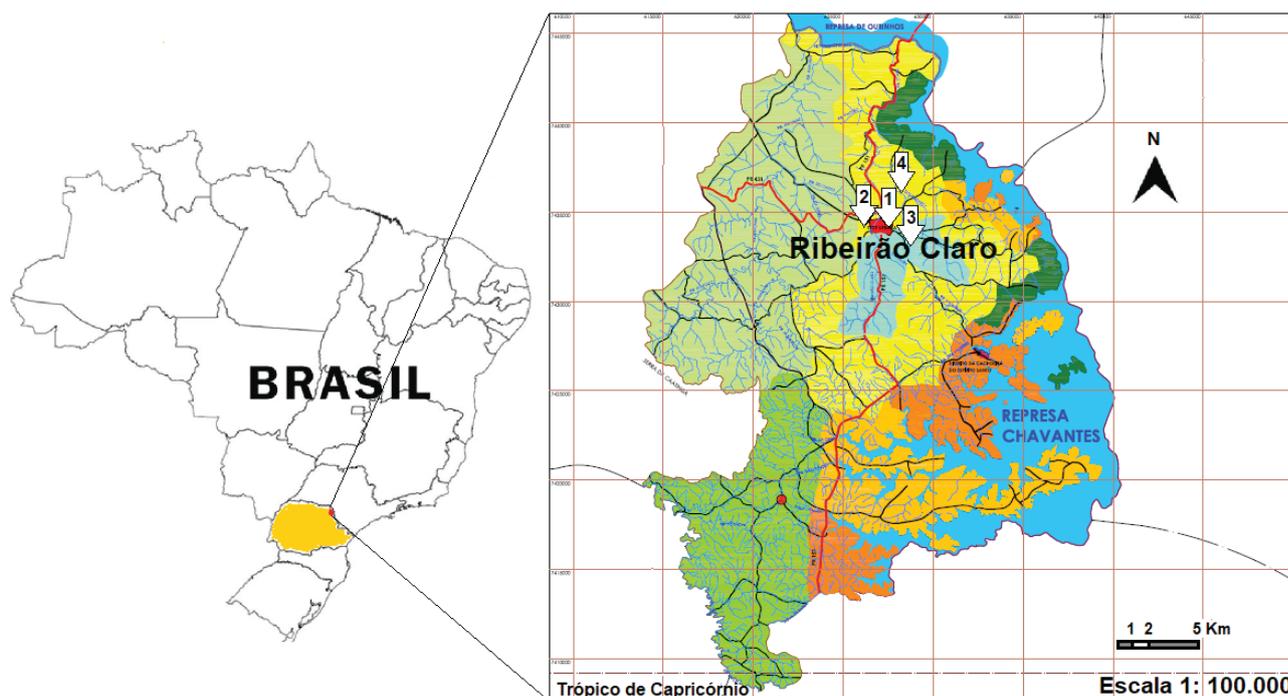


Figura 1. Localização do município de Ribeirão Claro no mapa do estado do Paraná mostrando os locais da pesquisa. Detalhe com a localização do Estado do Paraná no mapa do Brasil (Fonte: Ribeirão Claro 2006).

Figure 1. Location of the Ribeirão Claro City on the map of the Paraná state showing the research sites. Detail with the location of the Paraná state on the map of Brazil (Source: Ribeirão Claro 2006).

pelo tipo de criadouro para a oviposição (Lopes *et al.* 1993). Para a identificação das armadilhas utilizaram-se letras e números, sendo que as letras representaram o tipo de material utilizado e os números os pontos onde os criadouros estavam posicionados.

Em cada ponto foram instalados três criadouros dispostos rente ao chão a 18 metros de distância um do outro. No ambiente urbano a armadilha 1A foi instalada em um espaço úmido e sombreado, 1B em um local onde incidia luz solar e 1C nas proximidades das conchas das máquinas. Na área periurbana a armadilha 2A ficava em um local parcialmente sombreado, 2B ficou em um espaço ensolarado e 2C à sombra de uma goiabeira. Na zona Rural a armadilha 3A ficou fixada em um palanque de cerca da pastagem, 3B foi amarrada a um coqueiro e 3C ficou amarrado a uma bananeira, perto de casas de alvenaria. No ambiente silvestre a armadilha 4A foi instalada a cinco metros da borda da mata, em local onde incide faixas solares. Já a armadilha 4B foi fixada próxima a um rio e 4C no centro da área. Ambas situadas a aproximadamente 20 metros da borda.

Coleta de material

Depois de instaladas as armadilhas, cada recipiente recebeu 400 ml de água de mina e as coletas ocorreram quinzenalmente (Zequi *et al.* 2005) totalizando 16 amostragens, no período de fevereiro a setembro de 2018. Este período foi menor que um ano em razão de alterações ocorridas nas áreas onde foram instaladas as armadilhas. A água das armadilhas foi transferida para uma bacia de alumínio de onde as larvas foram coletadas utilizando uma pipeta de Pasteur. As larvas recolhidas foram conservadas em tubos de ensaio contendo álcool etílico 70% e encaminhadas para o Laboratório de Referência em Artrópodes da Secretaria da Saúde do Paraná (SESA) em Jacarezinho – PR para contagem e identificação das espécies. As exúvias não foram utilizadas para identificação por causa do seu mau estado de conservação. Após cada coleta a água foi repostada ao recipiente sem lavá-lo. Para a identificação das espécies coletadas utilizou-se as chaves de identificação para culicídeos (Forattini 1995, 2002).



Figura 2. Localização dos pontos onde foram instaladas as armadilhas para coleta de larvas de culicídeos no município de Ribeirão Claro - Pr. Ponto 1 – área urbana; Ponto 2 – área periurbana; Ponto 3 – zona rural e Ponto 4 – área silvestre. © Maxar Technologies, CNES/Airbus & Google, 2020.

Figure 2. Location of points where the traps were installed to collect *Culicidae* larvae in Ribeirão Claro - Pr. Point 1 - urban area; Point 2 - peri-urban area; Point 3 - rural area; and Point 4 - wild area. © Maxar Technologies, CNES/Airbus & Google, 2020.

Métricas de comunidade

Foram realizadas análises de riqueza e abundância total e relativa, além de índices de diversidade de Shannon (H'), Dominância de Simpson (D) e Equitabilidade de Pielou (J'), para cada ambiente estudado (Magurran 2004). Também foi realizada a análise NMDS (Bray – Curtis) (Legendre & Legendre 1998), para averiguar, nas 16 coletas realizadas, quais ambientes se aproximam entre si de acordo com a frequência e abundância das espécies de culicídeos. Ainda foi aplicado o índice Indicador Values (IndVal) (Dufrene & Legendre 1997), para relacionar a abundância e a frequência relativa das espécies com os ambientes e verificar se há alguma espécie indicadora de um ou mais ambientes. Por fim, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para verificar se houve diferença significativa das espécies aos diferentes criadouros utilizados. As análises foram realizadas no software PAST 3.0 (Hammer *et al.* 2001).

RESULTADOS

Foram coletados 472 espécimes de imaturos de culicídeos (Tabela 1) distribuídos em cinco gêneros e oito *taxa*. Dois destes foram identificados a nível genérico sendo *Toxorhynchites* Theobald, 1901 pela ausência de adultos para identificar corretamente a espécie e *Uranotaenia* Lynch Arribálzaga, 1891 por causa do mau estado de conservação da larva encontrada. Assim, foram identificados *Aedes aegypti* (279), *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) (141), *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (30), *Culex coronator* Dyar & Knab, 1906 (13), *Toxorhynchites* sp. (06), *Anopheles argyritarsis* Robineau-Desvoidy, 1827 (01), *Aedes fluviatilis* (Lutz, 1904) (01) e *Uranotaenia* sp. (01).

A área com maior riqueza (S) foi o ambiente silvestre ($S = 5$), seguido por periurbano e rural ($S = 3$) e urbano ($S = 2$). Já a maior abundância (N) ocorreu na área periurbana ($N = 222$), seguida da urbana ($N = 106$), silvestre ($N = 96$) e rural ($N = 48$). Com relação aos índices de diversidade, a dominância do ambiente urbano foi maior (D



Figura 3. Tipos de armadilhas utilizadas para coleta de larvas de culicídeos: 1A – vaso de plástico; 1B – garrafa de plástico e 1C – lata.

Figure 3. Types of traps used to collect *Culicidae* larvae: 1A – plastic vase; 1B - plastic bottle and 1C - tin.

= 0,98), seguido do rural ($D = 0,74$), do silvestre ($D = 0,63$) e por fim do periurbano ($D = 0,59$). Em contrapartida, o índice de Equitabilidade (E') obteve os maiores valores nos ambientes periurbano ($E' = 0,66$) e rural ($E' = 0,60$), seguido por silvestre ($E' = 0,45$) e urbano ($E' = 0,07$). O índice de diversidade de Shannon (H') apontou o

Tabela 1. Abundância total (N) das espécies de larvas de culicídeos encontradas em criadouros artificiais colocados em diferentes ambientes no município de Ribeirão Claro, PR.

Table 1. Total abundance (N) of *Culicidae* larvae species found in artificial breeding places in different environments in Ribeirão Claro, PR.

| ESPÉCIES | URBANO | PERIURBANO | RURAL | SILVESTRE |
|-------------------------------|--------|------------|-------|-----------|
| <i>Aedes aegypti</i> | 105 | 167 | 7 | 0 |
| <i>Aedes albopictus</i> | 1 | 25 | 40 | 75 |
| <i>Culex quinquefasciatus</i> | 0 | 30 | 0 | 0 |
| <i>Culex coronator</i> | 0 | 0 | 0 | 13 |
| <i>Toxorhynchites</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 6 |
| <i>Anopheles argyritarsis</i> | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Aedes fluviatilis</i> | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Uranotaenia</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Abundância Total | 106 | 222 | 48 | 96 |

ambiente silvestre com a maior diversidade ($H' = 0,73$), em segundo o ambiente periurbano ($H' = 0,73$), terceiro o rural ($H' = 0,42$) e por último o ambiente urbano ($H' = 0,05$) (Figura 4).

A análise de Bray Curtis na NMDS demonstrou similaridade na ocorrência e abundância de espécies entre os ambientes Urbano e Periurbano, e entre os ambientes Rural e Silvestre, formando dois agrupamentos distintos (Figura 5). O valor do stress da NMDS foi de 0,32, o que indica aleatoriedade nos dados, no entanto com uma tendência à diferenciação entre os grupos (valor próximo de 0,3).

Nas análises de abundância e ocorrência realizadas com o IndVal (Tabela 2), o *Aedes aegypti* foi bioindicador do ambiente periurbano, o *Aedes albopictus* da área rural e *Toxorhynchites* sp. do ambiente silvestre (Tabela 2).

Não houve diferença significativa entre os tipos de recipientes utilizados como criadouros, segundo análise de Kruskal-Wallis ($p = 0,4969$). As espécies *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* e *Toxorhynchites* sp. foram encontradas em todos os tipos de armadilhas (lata, vaso e garrafa), enquanto *Culex quinquefasciatus* esteve presente apenas em vaso, e *Aedes fluviatilis* e *Culex coronator* em garrafa (Tabela 3).

DISCUSSÃO

O levantamento preliminar da distribuição dos culicídeos nos diferentes ambientes, verificado nesse trabalho, sugere uma possível influência de fatores ambientais sobre a abundância e a

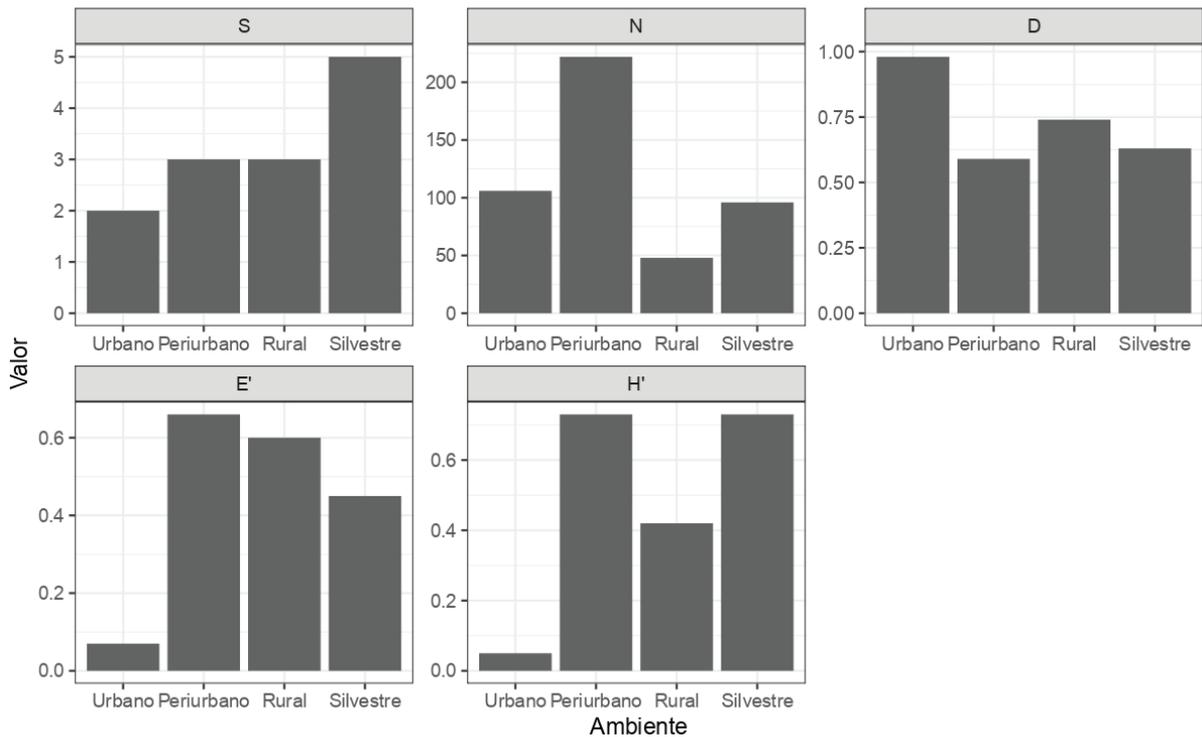


Figura 4. Riqueza (S), Abundância (N), Dominância (D), Equitabilidade (E') e Diversidade de Shannon (H') de comunidades de culicídeos em quatro diferentes ambientes do município de Ribeirão Claro, Paraná.

Figure 4. Richness (S), Abundance (N), Dominance (D), Equitability (E') and Shannon diversity (H') of Culicidae communities in four different environments of Ribeirão Claro, Paraná.

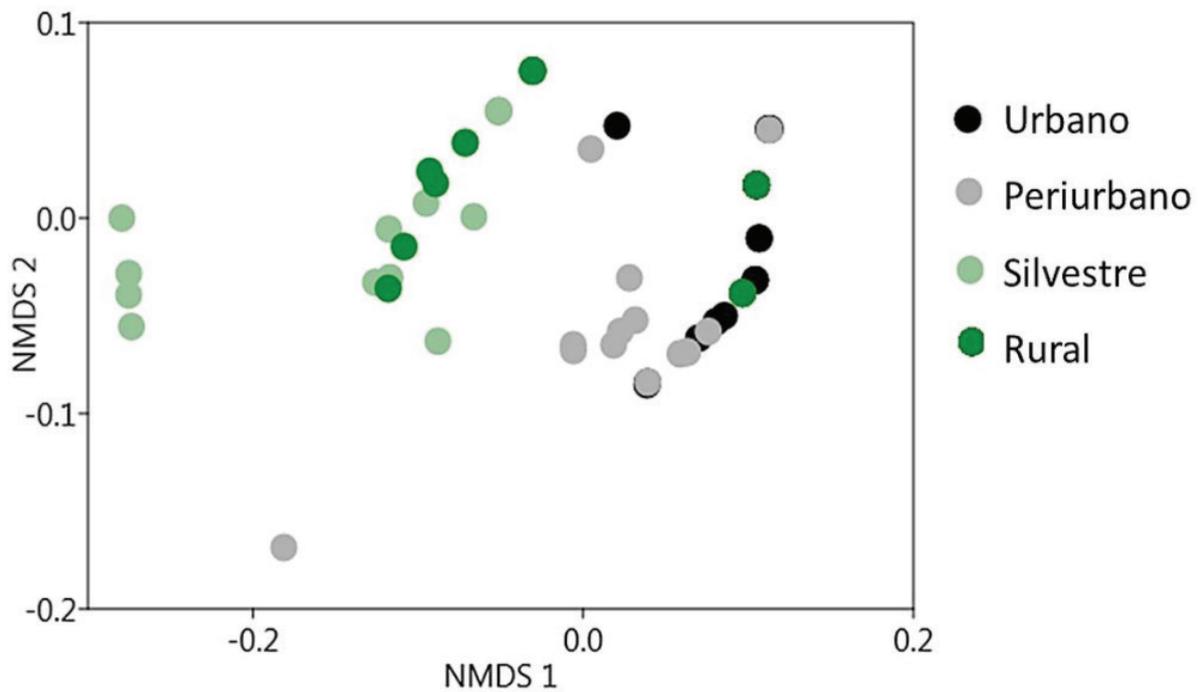


Figura 5. NMDS Bray-Curtis de culicídeos em quatro diferentes ambientes do município de Ribeirão Claro, Paraná.

Figure 5. Bray-Curtis NMDS of Culicidae in four different environments of Ribeirão Claro, Paraná.

Tabela 2. IndVal, bioindicador de espécies de culicídeos em diferentes ambientes de Ribeirão Claro, PR.**Table 2.** IndVal, bioindicator of Culicidae species in different environments of Ribeirão Claro, PR.

| ESPÉCIE | AMBIENTE | INDVAL | "p" |
|-------------------------------|------------|--------|--------|
| <i>Aedes aegypti</i> | Periurbano | 57,2 | 0,0001 |
| <i>Aedes albopictus</i> | Rural | 38,6 | 0,0194 |
| <i>Aedes fluviatilis</i> | Silvestre | 4 | 1 |
| <i>Culex quinquefasciatus</i> | Periurbano | 4,5 | 0,5568 |
| <i>Uranotaenia</i> sp. | Silvestre | 4 | 1 |
| <i>Anopheles argyritarsis</i> | Rural | 11,1 | 0,1199 |
| <i>Toxorhynchites</i> sp. | Silvestre | 24 | 0,0127 |

Tabela 3. Abundância total (N) das espécies de larvas de culicídeos capturados em diferentes criadouros artificiais no município de Ribeirão Claro, Paraná.**Table 3.** Total abundance (N) of Culicidae larvae species captured in different artificial breeding site in Ribeirão Claro, Paraná.

| ESPÉCIE | VASO | LATA | GARRAFA | Total |
|-------------------------------|------|------|---------|-------|
| <i>Aedes aegypti</i> | 86 | 84 | 109 | 279 |
| <i>Aedes albopictus</i> | 17 | 39 | 85 | 141 |
| <i>Aedes fluviatilis</i> | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Culex quinquefasciatus</i> | 30 | 0 | 0 | 30 |
| <i>Culex coronator</i> | 0 | 0 | 13 | 13 |
| <i>Uranotaenia</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Anopheles argyritarsis</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Toxorhynchites</i> sp. | 1 | 1 | 5 | 7 |

riqueza de culicídeos.

O ambiente silvestre, com a presença *A. albopictus*, *A. fluviatilis*, *C. coronator*, *Uranotaenia* sp. e *Toxorhynchites* sp., obteve maior riqueza de espécies quando comparado aos outros ambientes. Essa diferença pode estar relacionada à sua diversidade ambiental, que por se tratar de uma área bem conservada e com heterogeneidade estrutural, mostra-se rica em culicideofauna (Guedes 2012). Observa-se que os maiores valores de riqueza foram encontrados nos ambientes mais conservados, e que onde ocorrem as ações antrópicas mais intensas é favorecida a proliferação de espécies oportunistas de culicídeos (Anjos & Navarro-Silva 2008). Do mesmo modo, trabalhos realizados no Norte do Paraná, em fragmentos de Mata Atlântica e mata ciliar remanescente também apresentaram grande riqueza específica (Lopes 1997, Zequi *et al.* 2005). Nestes trabalhos citados foram encontradas cinco espécies em recipiente plástico e maior riqueza ainda em pneus e internódios de bambú.

No entanto, na mesma região, encontrou-se apenas uma espécie em mata fechada, relacionando o fato com a ausência de criadouros naturais, como bromélias, naquele ambiente (Lopes *et al.* 1987).

A dominância de *Aedes albopictus* encontrada nos ambientes rural e silvestre foi relatada tanto em criadouros naturais quanto artificiais (Gomes *et al.* 1992). Isso pode ter ocorrido devido à fácil dispersão de *A. albopictus* nestes dois ambientes, provavelmente em razão de sua oviposição que ocorre aos poucos, em diferentes tipos de criadouros (Forattini 1995).

Da mesma forma, os ambientes urbano e periurbano mostraram ser importantes habitats para o *Aedes aegypti*, ocorrendo uma abundância relativamente alta. Esses dados preliminares reforçam o conhecimento de que *A. aegypti* possui uma alta adaptabilidade e competitividade pelos criadouros artificiais (Lopes *et al.* 1993, Utsunomya *et al.* 2008).

Outro fator importante a ser considerado é a

interferência de variáveis ambientais na riqueza e abundância desses culicídeos. Custódio *et al.* (2019) relataram a influência de fatores abióticos como temperatura, umidade e precipitação nas flutuações da dinâmica populacional de *A. aegypti* e *A. albopictus*. De forma mais abrangente, as mudanças climáticas podem afetar a oviposição, viabilidade dos ovos, desenvolvimento larval, longevidade e dispersão em adultos (Rodrigues *et al.* 2015).

A dominância acentuada de *A. aegypti* na área urbana pode apontar seu alto grau de domiciliação, com preferência por criadouros no peridomicílio e a utilização das habitações como abrigo para repouso, acasalamento e repasto sanguíneo (Donalísio & Glasser 2002). A baixa diversidade de espécies verificada no ambiente urbano deve-se, de forma esperada, aos altos valores de dominância e baixa equitabilidade nele encontrados (Ludwig & Reynolds 1988). A espécie responsável por essa alta dominância no ambiente urbano foi *A. aegypti*, a qual também foi muito abundante no ambiente periurbano. A diferença entre os dois ambientes é que o periurbano apresentou também outras duas espécies com abundância mediana, *A. albopictus* e *C. quinquefasciatus*, o que elevou sua equitabilidade e, conseqüentemente, sua diversidade. Por outro lado, *A. aegypti* foi quase exclusiva no ambiente urbano, sendo encontrada, além dela, apenas um espécime de *A. albopictus*.

Mesmo *A. aegypti* sendo muito abundante nos ambientes urbano e periurbano, ela foi dominante somente no ambiente urbano, e isso refletiu nos resultados da análise de espécies indicadoras (IndVal), pois essa análise leva em consideração valores de abundância e frequência de ocorrência de uma espécie em um ambiente e, neste caso, *A. aegypti* foi abundante e frequente nos dois ambientes. Isso poderia indicar que, apesar de ser uma espécie com alta preferência a ambientes urbanos, ela está respondendo de forma contínua e se adaptando a diferentes ambientes (Kweka *et al.* 2019). Assim, a presença desta espécie também no ambiente rural pode indicar que mudanças ecológicas causadas pelo desenvolvimento agrícola favorecem a ocorrência de vetores emergentes nestes locais (Forattini 1998).

Entretanto, no ambiente silvestre obteve-se uma maior diversidade de culicídeos (Navarro-Silva & Lozovei 1996). Esse dado preliminar

deve estar relacionado às condições bióticas e abióticas, representando possivelmente uma fonte de pressão seletiva (Montes 2005). A diversidade do ambiente silvestre foi determinada pela alta riqueza de espécies, que foi a maior entre todos os ambientes. O ambiente periurbano apresentou maior equitabilidade que o silvestre, no entanto não obteve alta riqueza, corroborando com o fato de que os índices de diversidade combinam os atributos de número de espécies e equitabilidade de uma comunidade (Peet 1974).

O *Aedes albopictus* foi a espécie indicadora do ambiente rural, o que pode mostrar sua adaptabilidade ecológica. A ocorrência de alguns representantes do gênero *Aedes* é constantemente considerada como bioindicadora de alterações ambientais, e o mesmo ocorre com outros culicídeos como *Anopheles (Kerteszia)* e *Culex quinquefasciatus*, que indicam diferentes níveis de degradação em ambientes florestais (Dorvillé 1996, Carvalho *et al.* 2017). No entanto, *Toxorhynchites* sp. foi o bioindicador do ambiente silvestre no presente trabalho. Por ser predador de outras larvas, o criadouro onde se encontrava *Toxorhynchites* sp. raramente possuía outros culicídeos. Esse dado pode mostrar que talvez *Toxorhynchites* sp. esteja realizando o controle biológico de espécies hematófagas, conforme verificado na literatura (Lopes *et al.* 1993, Palencia 2012).

O tipo de recipiente aceito pela maioria das espécies foi o vaso de plástico, com exceção apenas do *Aedes fluviatilis*, que foi encontrada apenas em garrafa pet, porém não foram observadas preferências quanto ao tipo de criadouro, não havendo diferença significativa na diversidade entre os recipientes testados. O mesmo encontrou Lopes *et al.* (1993) descrevendo que há diferença apenas na preferência entre as espécies quanto a ambientes sombreados e quanto a qualidade da água.

A ação antrópica nos diferentes ambientes estudados pode ser um indicativo da facilidade de adaptação de determinadas espécies, como *Aedes albopictus* na área rural e *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus* em ambientes urbanizados (Calado & Silva 2001). Esta adaptação dos mosquitos a novos ambientes pode aumentar o risco de surtos, pois eles são vetores de diversas enfermidades.

A diversidade de culicídeos encontrada no ambiente silvestre neste trabalho sugere a necessidade da preservação destes ecossistemas, sendo importante evitar nestes ambientes o descarte de recipientes que possam se tornar criadouros de espécies oportunistas. A Floresta Estacional Semidecidual no Paraná, ambiente estudado no presente trabalho, é considerado um dos Biomas mais ameaçados do Brasil. Localizado no norte e oeste do estado, mostra-se extremamente fragmentado, devido principalmente às ações antrópicas, como atividades intensas na agricultura, extração de madeira e pecuária (Campos & Silveira-Filho 2010). A conservação desses fragmentos pode favorecer a competição entre as diversas espécies de culicídeos, impedindo a dominância de poucas espécies, dentre as quais as de importância epidemiológica.

O município de Ribeirão Claro registrou um surto de Dengue no ano de 2015, representando um alto índice de infecção transmitida pelo vetor *Aedes aegypti*. Este levantamento, apesar de preliminar, pode evidenciar a importância da eliminação de criadouros nos ambientes para que não ocorra um novo surto de Dengue e de outras arboviroses neste município, pois foi verificada, nos diferentes locais estudados, uma elevada quantidade de formas imaturas de *A. aegypti* e *A. albopictus*.

Portanto, é necessário impedir a proliferação destes insetos evitando o acúmulo de recipientes artificiais nos ambientes e eliminando assim os criadouros. Assim como é importante utilizar repelentes ao adentrar as matas, restringindo o contato com os culicídeos em seus ambientes naturais e, ainda, realizar ações de educação sanitária e ambiental, promovendo a saúde pública e a preservação ambiental.

AGRADECIMENTOS

Aos servidores do Núcleo de Vigilância Entomológica da 19ª Regional de Saúde, Divisão de Controle de Doenças Transmitidas por Vetores da Secretaria de Saúde do Estado do Paraná pela cooperação.

REFERÊNCIAS

- Almeida, A. P. G. 2011. Mosquitos (Diptera, Culicidae) and their medical importance for Portugal: challenges for the 21st century. *Acta Medica Portuguesa*, 24(6), 961–974.
- Alves, M. J., Osório, H., Zé-Zé, L., & Amaro, F. 2010. REVIVE 2010 - Culicídeos. p. 1–26. (Retrieved on from <https://core.ac.uk/download/pdf/70640835.pdf>).
- 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.
- Araújo, V. E. M., Bezerra, J. M. T., Amâncio, F. E., Passos, V. M. de A., & Carneiro, M. 2017. Aumento da carga de dengue no Brasil e unidades federadas, 2000 e 2015: análise do Global Burden of Disease Study 2015. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 20(suppl 1), 205–216. DOI: 10.1590/1980-5497201700050017
- Calado, D. C. 1999. Ecologia de culicídeos (Diptera - Culicidae) em recipientes artificiais introduzidos em área rural do município de São José dos Pinhais, Brasil. Universidade Federal do Paraná. p. 1–47. Retrieved from [https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/32395/Monografia Daniela Cristina Calado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/32395/Monografia%20Daniela%20Cristina%20Calado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Calado, D. C., & Silva, M. A. N. 2001. Comunidade de mosquitos (Diptera, Culicidae) em recipientes antrópicos introduzidos em área rural e urbana da região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18(suppl 1), 51–60. DOI: 10.1590/S0101-81752001000500003
- Campos, J.B.; Silveira-Filho, L. Floresta Estacional Semidecidual – Série Ecossistemas Paranaenses. 5 ed. Curitiba: SEMA. p. 8.
- Cantuária, M. F. 2012. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) da Área de Proteção Ambiental do Rio Curiaú, Macapá, Amapá. Master thesis. Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical da Universidade Federal do Amapá. p. 64. Retrieved from https://www2.unifap.br/ppgbio/files/2010/05/dissertação_Maryele_Ferreira.pdf
- Cardoso, J. C., Paula, M. B., Fernandes, A., Santos, E., Almeida, M. A. B., Fonseca, D. F., & Sallum, M. A. M. 2010. Novos registros e potencial epidemiológico de algumas espécies de

- mosquitos (Diptera, Culicidae), no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 43(5), 552–556. DOI: 10.1590/S0037-86822010000500016
- Carvalho, G. C., Ceretti-Junior, W., Barrio-Nuevo, K. M., Wilk-da-Silva, R., Christe, R. O., Paula, M. B., Vendrami, D. P., Multini, L. C., Evangelista, E., Camargo, A. A., Souza, L. F., Wilke, A. B. B., Medeiros-Sousa, A. R., & Marrelli, M. T. 2017. Composition and diversity of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in urban parks in the South region of the city of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 17(2). DOI: 10.1590/1676-0611-bn-2016-0274
- Consoli, R. A. G., & Oliveira, R. L. 1994. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz: p. 228.
- Custódio, J. M. O., Nogueira, L. M. S., Souza, D. A., Fernandes, M. E., Oshiro, E. T., Oliveira, E. F., Piranda, E. M., & Oliveira, A. G. 2019. Abiotic factors and population dynamic of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in an endemic area of dengue in Brazil. *Revista Do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 61. DOI: 10.1590/s1678-9946201961018
- Donalísio, M. R., Freitas, A. R. R., & Zuben, A. P. B. Von. 2017. Arboviruses emerging in Brazil: challenges for clinic and implications for public health. *Revista de Saúde Pública*, 51. DOI: 10.1590/s1518-8787.2017051006889
- Donalísio, M. R., & Glasser, C. M. 2002. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 5(3), 259–279. DOI: 10.1590/S1415-790X2002000300005
- Dorvillé, L. F. M. 1996. Mosquitoes as bioindicators of forest degradation in southeastern Brazil, a statistical evaluation of published data in the literature. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 31(2), 68–78. DOI: 10.1076/snfe.31.2.68.13331
- Dufrene, M., & Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67(3), 345–366. DOI: 10.2307/2963459
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1), 487–515. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419
- Fantinatti, E. C. S., Duque, J. E. L., Silva, A. M., & Navarro-Silva, M. A. 2007. Abundância e agregação de ovos de *Aedes aegypti* L. e *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) no norte e noroeste do Paraná. *Neotropical Entomology*, 36(6), 960–965. DOI: 10.1590/S1519-566X2007000600020
- Forattini, O. P. 1995. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. p. 228.
- Forattini, O. P. 1998. Mosquitos Culicidae como vetores emergentes de infecções. *Revista de Saúde Pública*, 32(6), 497–502. DOI: 10.1590/S0034-89101998000600001
- Forattini, O. P. 2002. *Culicidologia Médica*. 2 ed. São Paulo: Universidade de São Paulo: p. 860.
- Gomes, A. C., Forattini, O. P., Kakitani, I., Marques, G. R. A. M., Marques, C. C. A., Marucci, D., & Brito, M. 1992. Microhabitats de *Aedes albopictus* (Skuse) na região do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 26(2), 108–118. DOI: 10.1590/S0034-89101992000200007
- Google Earth. 2020. Ribeirão Claro - PR. (Retrieved on March 28th, 2020, from <https://earth.google.com/web/@-23.18456933,-49.76019643,638.74014354a,3854.12104154d,35y,-175.20720642h,59.99005999t,0r>).
- Guedes, M. P. 2012. Culicidae (Diptera) no Brasil: Relações entre diversidade, distribuição e enfermidades. *Oecologia Australis*, 16(02), 283–296. DOI: 10.4257/oeco.2012.1602.07
- Hammer, Ø., T. H. A., & Ryan, P. D. 2001. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4(1), 9.
- IBGE. 2010. Cidades Panorama. (Retrieved on from <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/ribeirao-claro/panorama>).
- Kweka, E. J., Baraka, V., Mathias, L., Mwang'onde, B., Baraka, G., Lyaruu, L., & M. Mahande, A. 2019. Ecology of *Aedes* mosquitoes, the major vectors of arboviruses in human population. In: Falcón-Lezama, J. A., Betancourt-Cravioto, M., & Tapia-Conyer, R. (Eds.). *Dengue Fever - a Resilient Threat in the Face of Innovation*. IntechOpen.
- Legendre, P., & Legendre, L. 1998. *Numerical ecology*. 2. ed. Amsterdam: Elsevier: p. 852.
- Lessa, F., Cesse, E. P., Medeiros, Z., & Meneses, J. A. 2003. Controle da filariose linfática no

- Brasil, 1951 - 2000. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 12(2), 77–86. DOI: 10.5123/S1679-49742003000200003
- 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. DOI: 10.1590/S0034-89101997000400006
- Lopes, J., Borsato, Â. M., & Pires, M. A. 1987. Entomofauna da Mata Godoy I. Culicidae (Diptera) procriando-se em criadouros artificiais introduzido na mata. *Semina: Ciências Biológicas e Da Saúde*, 8(2), 67–69. DOI: 10.5433/1679-0367.1987v8n2p67
- Lopes, J., Silva, M. A. N., Borsato, A. M., Oliveira, V. D. R. B., & Oliveira, F. J. A. 1993. *Aedes* (Stegomyia) *aegypti* L. e a culicidofauna associada em área urbana da região sul, Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 27(5), 326–333. DOI: 10.1590/S0034-89101993000500002
- Ludwig, J. A., & Reynolds, J. F. 1988. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. New York: John Wiley & Sons Inc: p. 337.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing: p. 256.
- Mendonça, F. de A., Souza, A. V. e, & Dutra, D. de A. 2009. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. *Sociedade & Natureza*, 21(3), 257–269. DOI: 10.1590/S1982-45132009000300003
- Montagner, F. R. . 2014. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em criadouros artificiais em oito áreas verdes do município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Master thesis. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 64. Retrieved from <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/117915/000965968.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Montes, J. 2005. Fauna de Culicidae da Serra da Cantareira, São Paulo, Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 39(4), 578–584. DOI: 10.1590/S0034-89102005000400010
- Navarro-Silva, M. A., & Lozovei, A. L. 1996. Criadouros de imaturos de mosquitos (Diptera, Culicidae) introduzidos em mata preservada na área urbana de Curitiba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 13(4), 1023–1042. DOI: 10.1590/S0101-81751996000400021
- Palencia, D. S. 2012. Fauna de larvas de mosquitos (Diptera, Culicidae) da área urbana do município de Armação dos Búzios, Rio de Janeiro. *Revista Eletrônica de Biologia*, 5(2), 13–30.
- Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5(1), 285–307. DOI: 10.1146/annurev.es.05.110174.001441
- Ribeirão Claro. 2006. Prefeitura Municipal. Plano Diretor: Macrozoneamento. (Retrieved on March 28th, 2020, from http://www.controlemunicipal.com.br/inga/sistema/arquivos/1040/210815130353_pdcrc01macrozoneamento_pdf.pdf).
- Ribeirão Claro. 2018. Prefeitura Municipal: Dados gerais de Ribeirão Claro. (Retrieved on from <http://www.ribeiraoclaro.pr.gov.br/index.php?sessao=b054603368kcb0&id=182>).
- Rodrigues, M., Marques, G., Serpa, L., Arduino, M., Voltolini, J., Barbosa, G., Andrade, V., & Lima, V. 2015. Density of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* and its association with number of residents and meteorological variables in the home environment of dengue endemic area, São Paulo, Brazil. *Parasites & Vectors*, 8(1), 115. DOI: 10.1186/s13071-015-0703-y
- Santos, J. J., Kroth, N., Breaux, J. A., & Albeny-Simões, D. 2018. Do container size and predator presence affect *Culex* (Diptera: Culicidae) oviposition preferences? *Revista Brasileira de Entomologia*, 62(1), 40–45. DOI: 10.1016/j.rbe.2017.11.002
- SESA. 2015. Situação da Dengue no Paraná – 2014/2015. p. 11. (Retrieved on from http://www.dengue.pr.gov.br/arquivos/File/Dengue_Informe_Tecico23_2014_215SE302015_08_25.pdf).
- SESA. 2018. Sinan Dengue/Chikungunya. (Retrieved on from <http://portalsinan.saude.gov.br/sinan-dengue-chikungunya>).
- Silva, C. M. 2014. Culicidofauna em resquício de Mata Atlântica do estado de Pernambuco, Brasil. Master thesis. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal de Pernambuco. p. 72. Retrieved from <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/5043#preview-link0>
- Stefani, G. P., Pastorino, A. C., Castro, A. P. B. M., Fomin, A. B. E., & Jacob, C. M. A. 2009.

- Repelentes de insetos: recomendações para uso em crianças. *Revista Paulista de Pediatria*, 27(1), 81–89. DOI: 10.1590/S0103-05822009000100013
- Urbinate, P. R., Sendacz, S., & Natal, D. 2001. Imaturos de mosquitos (Diptera: Culicidae) em parque de área metropolitana aberto à visitação pública. *Revista de Saúde Pública*, 35(5), 461–466. DOI: 10.1590/S0034-89102001000500009
- Utsunomya, H. S. M., Lousan, N. E. P., Breier, T. B., & Barrela, W. 2008. Influência do Parque da Biquinha como foco de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* em relação a área urbana. *Revista Eletrônica de Biologia*, 1(3), 21–30.
- Zequi, J. A. C., Lopes, J., & Medri, Í. 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. DOI: 10.1590/S0101-81752005000300021

Submitted: 27 December 2019

Accepted: 22 June 2020

Published on line: 14 July 2020

Associate Editor: Fernando Farache