



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA TROPICAL**

Kenia Cristina de Oliveira

**Estudo da diversidade urbana e periurbana de
mosquitos (Diptera: Culicidae) no Distrito Federal**

BRASÍLIA

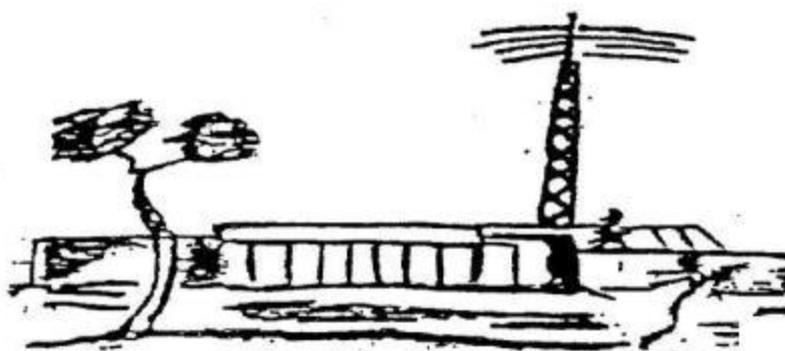
2020

Estudo da diversidade urbana e periurbana de mosquitos (Diptera: Culicidae) no Distrito Federal

Kenia Cristina de Oliveira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Tropical da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília para a obtenção do título de mestre em Medicina Tropical, na área de concentração: Biologia das doenças infecciosas e parasitárias.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Takashi Obara



Brasília
2020

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oe Oliveira, Kenia Cristina de
Estudo da diversidade urbana e periurbana de mosquitos
(Diptera: Culicidae) no Distrito Federal / Kenia Cristina
de Oliveira; orientador Marcos Takashi Obara; co-orientador
Vanessa Resende Nogueira Cruvinel. -- Brasília, 2020.
214 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Medicina Tropical) --
Universidade de Brasília, 2020.

1. Diversidade de mosquitos. 2. Mosquitos em áreas
urbanas. 3. Mosquitos em áreas de degradação ambiental. 4.
Mosquitos Vetores. I. Obara, Marcos Takashi, orient. II.
Cruvinel, Vanessa Resende Nogueira, co-orient. III. Título.

**Estudo da diversidade urbana e periurbana de mosquitos (Diptera:
Culicidae) no Distrito Federal
Universidade de Brasília**

Banca Examinadora

Prof. Dr. Marcos Takashi Obara (Orientador)
Universidade de Brasília - UnB

Dr. Paulo Roberto Urbinatti (Titular)
Universidade de São Paulo - USP

Prof. Dr. Walter Massa Ramalho (Titular)
Universidade de Brasília – UnB

Prof. Dr. Wildo Navegantes, de Araújo
(Suplente)
Universidade de Brasília - UnB

Brasília

2020

“Cada pessoa deve trabalhar para o seu aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo, participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade.”

Marie Curie

À minha mãe, filhos e esposo, com amor e gratidão!

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora, pela força e proteção.

À minha mãe, Zilda pelos ensinamentos, cuidado, amorosidade, incentivo, confiança e bolinhos que tanto me nutriram.

Ao meu pai, Antônio (in memoriam), pela intensa importância em minha vida mesmo com curto período que vivemos juntos.

Aos meus filhos, Felipe e Ana Clara, com muito amor agradeço cada palavra de incentivo, gesto de carinho, cuidado e apoio, por entenderem meus silêncios e ausências.

Ao meu companheiro de vida Fernando Pessoa, pelo apoio, incentivo e cuidado, pelo colo e abraços de conforto, pelas músicas para relaxar e conversas de café da manhã, pela disponibilidade de ouvir e contribuir com temas tão distintos aos de seus interesses profissionais e de pesquisa.

Ao meu irmão, Marcus, sobrinhos e cunhada pela torcida.

Ao meu sogro Milton e à querida Eliane, pelas palavras de incentivo e a vó Rosinha, pelas orações.

À Eliane, pelo cuidado com minha família e tanta gentileza. Seu apoio e dedicação foram determinantes para que eu conseguisse me dedicar também ao mestrado.

Ao Prof. Dr. Marcos Takashi Obara, pelas valiosas orientações, ensinamentos e contribuições durante todo esse percurso, desde o esboço do projeto, identificação dos mosquitos à escrita e defesa desse trabalho. Agradeço também todo apoio e compreensão nos momentos mais difíceis.

À Prof. Dra. Vanessa Cruvinel, pela participação no Projeto Pare, Pense e Descarte que apoiou financeiramente parte deste projeto de pesquisa, além do incentivo, confiança e ensinamentos partilhados.

Ao Dr. Antônio Ralph Medeiros, pelas contribuições nas análises dos dados.

Às famílias da comunidade cabeceira do Valo, pelo envolvimento no projeto, pela gentileza e animação ofertada a cada encontro mensal para instalação das armadilhas e captura dos mosquitos. Afinal, foram mais de 40 encontros! Agora sim, tomaremos um café juntos e conversaremos sobre os nossos achados!

Às Equipes de Estratégia Saúde da Família (ESF) e do Núcleo Ampliado de Saúde da Família (NASF) da Cidade Estrutural, pelo trabalho que desenvolvemos juntos na minha trajetória pelo NASF, pelas investigações, questionamentos e discussões de casos que nortearam as principais perguntas dessa pesquisa.

Um agradecimento especial à equipe 6 que faz a cobertura da Região pesquisada, Cabeceira do Valo, e ao ACS Adejailton que nos acompanhou e orientou nas visitas iniciais as famílias para a seleção dos pontos de captura de mosquitos.

Aos trabalhadores do Aterro Controlado do Jóquei, especialmente ao “galego”, pelo apoio nas instalações e monitoramento das armadilhas.

A Diretoria de Vigilância Ambiental pelo apoio logístico tanto nas capturas dos culicídeos, uso das instalações, quanto na confiabilidade de análise dos dados produzidos pelos seus serviços de entomologia. A tudo isso agradeço aos vários gestores que me apoiaram: Gerente Edson, Diretor Petrônio, Gerente Michele, Gerente Reginaldo, Subsecretário Divino Valero e aos biólogos e amigos: Lorrainy, Franciene, Israel, Camila e Vilma, pelo apoio técnico e moral durante todo o período. Um agradecimento mais que especial vai para José Aparecido, José Maria Queiroz, Miltinho, Solange, Rose e Marcelino, pelo apoio técnico e incentivos gratuitos que me deram na preparação e instalação de armadilhas, transporte de materiais e triagem inicial do material. Sem o apoio de vocês certamente não chegaria aqui.

Aos colegas do laboratório de parasitologia, especialmente ao Douglas de Almeida Rocha, por compartilhar conhecimentos e tempo para o apoio na triagem das amostras; a Kauara Campos e João Paulo Araújo, pela amizade construída, seminários e conversas compartilhadas.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Medicina Tropical, por todo conhecimento compartilhado, pela formação e críticas que nos levaram a patamares melhores de conhecimento. Em especial aos professores mais envolvidos no projeto de pesquisa, professor Rodrigo Gurgel pela análise cuidadosa e correções criteriosas do projeto inicial; ao professor Wildo Navegantes pela generosidade de sempre estar disposto a ouvir e a colaborar para o crescimento acadêmico; e ao professor Walter Massa Ramalho

igualmente disposto a colaborar com seus conhecimentos e práticas para o enriquecimento dos resultados desse estudo.

Aos servidores e estagiários da Secretaria sempre dispostos a prontamente resolver as questões administrativas.

À banca examinadora, Dr. Paulo Roberto Urbinatti, Dr. Walter Massa Ramalho e Dr. Wildo Navegantes de Araújo, por aceitarem o convite de examinar essa produção, participarem da defesa, por contribuírem para meu crescimento acadêmico e para um melhor retorno dos resultados às populações envolvidas e aos serviços de saúde, que é, de fato, o principal objetivo dessa pesquisa.

Aos colegas e amigos do Núcleo de Medicina Tropical, mestrandos, doutorandos, da biologia, da clínica e da epidemiologia, pelo compartilhar de sentimentos, conhecimentos, técnicas e histórias de vida. O caminho do aprendizado que parecia inicialmente tão solitário ficou muito mais leve com a convivência diária, ora noturnas (inclusive nas madrugadas), com vocês.

Aos chefes e chefas que tive ao longo dessa trajetória Maurício, Zélia, Silene, Sandra e Rosimeire e aos colegas e amigos de trabalho da GSAP 01 da Estrutural, GSAP 03 do Guará, Equipe VE – Centro Sul e da DIVAL, pelas palavras de incentivo e pela torcida.

Às amigas da vida Lidiane, Janine, amigas da “velha guarda”, do NASF Estrutural e aos amigos do “3º B”, agradeço os incentivos, torcidas, por me aguardarem e nunca desistirem dos convites e das boas conversas.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Arbovírus de importância em saúde pública registrados no Brasil: as principais manifestações clínicas, hospedeiros vertebrados e vetores reconhecidos.....	29
Tabela 2 - Distribuição da ocorrência, constância e dominância das espécies de culicídeos capturadas em 32 Regiões Administrativas do DF, entre 2014 a 2018.	80
Tabela 3 - Matriz comparativa de diferenças nas composições de abundâncias de espécies entre pares de criadouros.	88
Tabela 4 - Correlação dos fatores abióticos e abundância de espécies vetoras mais frequentes capturadas no DF durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018.	96
Tabela 5 - Classificação das espécies quanto a dominância, Aterro Controlado do Jóquei de Brasília e regiões circunvizinhas – DF, maio de 2018 a maio de 2019.	97
Tabela 6 - Valores observados, estimados e o intervalo de confiança inferior e superior para riqueza, Shannon (EXP H') e Simpson (1/D).	99
Tabela 7 - Distribuição de abundância e abundância relativa de espécies em cada ambiente, caracterizado por ser intradomicílio, peridomicílio, mata residual e aterro controlado (sede administrativa e lagoa de chorume), maio 2018 a maio 2019, DF.....	100
Tabela 8 - Valores dos parâmetros de riqueza, diversidade e dominância observados e estimados para os ambientes intradomicílio, peridomicílio, mata, sede administrativa do ACJC e lagoa de chorume, Estrutural, maio de 2019 a maio de 2020.....	101
Tabela 9 - Estimativa dos parâmetros do modelo linear generalizado das variáveis climáticas explanatórias como resposta para as abundâncias totais e da espécie <i>Cx. quinquefasciatus</i>	106

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Adaptado de Atlas de Culicídeos na Amazônia Brasileira, 2007. Morfologia externa do culicídeo. Cabeça: 1. Prosbócida; 2. Antena; 3. Palpo; 4 Olho; Tórax: 5 Mesonoto; 6 Asa; 7. Escutelo; 8. Balancin; 9. Perna anterior; 10. Perna mediana; 11 Perna posterior; 12 Fêmur; 13. Tíbia; 14. Tarsos (I-V); Abdômen: 15. Segmentos abdominais (I-VIII)..... 39
- Figura 2** - Visualização do sifão respiratório em larvas do gênero *Aedes* (A) e *Culex* (C) e ausência em *Anopheles* (B). Foto retirada do Manual de parasitologia (García et al., 2009). 41
- Figura 3** - Esquema da divisão corporal de uma pupa de *Ae. aegypti* (a) adaptada de (Brasil. Ministério da Saúde, 2001); foto de pupa de *Ae. aegypti* (b), disponível em: http://medent.usyd.edu.au/arbovirus/mosquit/photos/aedes_aegypti_pupa.jpg. 41
- Figura 4** - Fases do ciclo de vida dos culicídeos: ovos, larva, pupa e adulto alado. Adaptado de (Diniz et al., 2017) 42
- Figura 5** - Visualização do formato em canoa e de expansões no exocório, flutuadores, em ovos de anofelinos. (Valle et al., 1999)..... 44
- Figura 6** - Ovipostura de *Culex*. Observa-se a oviposição direta na lâmina d'água com ovos dispostos em grupos e formando jangada. Fotografia de Sean McCann. Disponível em: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/southern_house_mosquito.htm ... 44
- Figura 7** - Principais diferenças entre os gêneros de *Aedes*, *Culex* e *Anopheles* de maior importância em saúde. Ilustração retirada de Lorenz *et al.*, 2018. 46
- Figura 8** - Divisão Administrativa do Distrito Federal. Adaptado de: Codeplan, 2017 - Atlas do Distrito Federal..... 65
- Figura 9** - Localização geográfica das áreas de estudo na Estrutural. A: Córrego Cabeceira do Valo; B: Setor de Chácaras Cabeceira do Valo; C: Aterro Controlado do Jóquei Clube; D: Setor de Chácaras Santa Luzia; F: Via Estrutural. Fonte: Google Maps, 2020. 72

Figura 10 – Seleção dos pontos de captura em áreas do ACJC. A: Atividades de catação de resíduos pelos trabalhadores. B: transição entre a área de disposição de resíduos e mata residual; C: Lagoa formada para captação do chorume produzido no local. 73

Figura 11 - Visita as chácaras circunvizinhas ao ACJC para seleção das propriedades que participaram da pesquisa. A: Equipe técnica que apoiou a etapa de seleção das propriedades. B: Área de uma propriedade com acesso a mata mais preservada; C: trecho do córrego do Valo; D: plantação de hortaliças; E, F, G e H, observação de animais domésticos e de produção para subsistência familiar..... 74

Figura 12 - Mapa da área de estudo, aterro do Jóquei e chácaras da comunidade Cabeceira do Valo, Cidade Estrutural - Distrito Federal. Os pins em amarelo são os pontos de instalação de armadilhas CDC..... 75

Figura 13 - Preparação para as instalações das armadilhas no campo. A: etiquetas permanentes que identificava os pontos fixos a serem instaladas; B: armadilhas devidamente limpas, prontas para montagem e para instalação; C, D, E: montagem das armadilhas para instalação; F: testes das baterias. 75

Figura 14 - Procedimento de instalação de armadilhas. A: Instalação de armadilha no intradomicílio, B: Instalação em peridomicílio, galinheiro; C: instalação de armadilha em pocilga; E e F: instalação de armadilha em ambiente de mata; G: instalação de armadilha em área do aterro controlado do Jóquei Clube..... 76

Figura 15 - Processo de triagem, montagem e identificação de espécies. (a): utilização de lupa; (b): visualização de amostra a ser triada; (c): separação de mosquitos entre outros insetos; (d): separação de flebótomo de outros insetos; (e) materiais utilizados para a montagem das fêmeas; (f) identificação de *Culex quinquefasciatus*; (g) identificação de *Limatus durhamii*; (h) identificação de *Aedeomyia squamipennis*; (i) exame de asa de Anopheles para identificação da espécie. 77

Figura 16 - Curva de rarefação (IC 95%) das amostras mensais capturadas em todo o DF, durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018 (IC 95%)..... 81

Figura 17 - Riqueza mensal de espécies capturadas em áreas urbanas do DF, janeiro de 2014 a dezembro de 2018. 82

Figura 18 - Abundância mensal e sazonalidade nas coletas de formas imaturas de mosquitos realizadas em áreas urbanas do DF, entre janeiro de 2014 e dezembro de 2018. 83

Figura 19 – Distribuição das abundâncias das espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Cx. quinquefasciatus*, DF, entre janeiro de 2014 a dezembro de 2018. 84

Figura 20 - Parâmetros de diversidade de culicídeos capturados no DF durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018. Equitabilidade de Pielou (J), Diversidade de Shannon (H), Diversidade (1-D) e Dominância (D) de Simpson. 85

Figura 21 - Distribuição das abundâncias mensais totais (a) das espécies vetoras *Ae. aegypti* (b), *Ae. albopictus*(c) e *Cx. quinquefasciatus* (d) por tipo de criadouro de áreas urbanas do DF, durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018. A1 - Caixa d'água elevada ligada à rede (depósitos elevados); A2 - Depósitos ao nível do solo: consumo doméstico (barril, tina, tonel, tambor, depósito de barro, tanque, poço, cisterna, cacimba; B – Depósitos móveis: vasos/frascos com água (vasos de plantas), pratos, pingadeiras, recipientes de gelo, bebedouros em geral, pequenas fontes, ornamentos, materiais/depósitos de construção, objetos religiosos/rituais ; C – Depósitos fixos: Tanques/depósitos em obras, borracharias e hortas, calhas e lajes em desníveis, sanitários em desuso piscinas não tratadas, fontes ornamentais, floreiras em cemitérios, cacos em muros, toldos, peças arquitetônicas, buieiros, canaletas, ralos ; D - passíveis de remoção D1: Pneus e outros materiais rodantes (manchões/câmaras); D2: Lixo (recipientes plásticos, garrafas, latas), sucatas em pátios, ferros-velhos e recicladoras, entulhos; E – Naturais: Axilas de folhas (bromélias, etc.), buracos em árvores e em rochas, cascatas, restos de animais (cascos, carapaças). 87

Figura 22 - Distribuição das abundâncias por espécies por tipo de criadouro utilizado em áreas urbanas do DF, no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018. A1 - Caixa d'água elevada ligada à rede (depósitos elevados); A2 - Depósitos ao nível do solo: consumo doméstico (barril, tina, tonel, tambor, depósito de barro, tanque, poço, cisterna, cacimba; B – Depósitos móveis: vasos/frascos com água (vasos de plantas), pratos, pingadeiras, recipientes de gelo, bebedouros em geral, pequenas fontes, ornamentos, materiais/depósitos

de construção, objetos religiosos/rituais ; C – Depósitos fixos: Tanques/depósitos em obras, borracharias e hortas, calhas e lajes em desníveis, sanitários em desuso piscinas não tratadas, fontes ornamentais, floreiras em cemitérios, cacos em muros, toldos, peças arquitetônicas, buieiros, canaletas, ralos ; D - passíveis de remoção D1: Pneus e outros materiais rodantes (manchões/câmaras); D2: Lixo (recipientes plásticos, garrafas, latas), sucatas em pátios, ferros-velhos e recicladoras, entulhos; E – Naturais: Axilas de folhas (bromélias, etc.), buracos em árvores e em rochas, cascatas, restos de animais (cascos, carapaças). 89

Figura 23 - Dominância de Simpson (D), Diversidade de Simpson (1-D), Diversidade de Shannon (H) e Equitabilidade (J) das espécies encontradas em áreas urbanas do DF, no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018, por tipo de criadouro..... 90

Figura 24 - Percentual de depósitos positivos para larvas de mosquitos por Região Administrativa do DF, no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018. A1 - Caixa d'água elevada ligada à rede (depósitos elevados); A2 - Depósitos ao nível do solo: consumo doméstico (barril, tina, tonel, tambor, depósito de barro, tanque, poço, cisterna, cacimba; B – Depósitos móveis: vasos/frascos com água (vasos de plantas), pratos, pingadeiras, recipientes de gelo, bebedouros em geral, pequenas fontes, ornamentos, materiais/depósitos de construção, objetos religiosos/rituais ; C – Depósitos fixos: Tanques/depósitos em obras, borracharias e hortas, calhas e lajes em desníveis, sanitários em desuso piscinas não tratadas, fontes ornamentais, floreiras em cemitérios, cacos em muros, toldos, peças arquitetônicas, buieiros, canaletas, ralos ; D - passíveis de remoção D1: Pneus e outros materiais rodantes (manchões/câmaras); D2: Lixo (recipientes plásticos, garrafas, latas), sucatas em pátios, ferros-velhos e recicladoras, entulhos; E – Naturais: Axilas de folhas (bromélias, etc.), buracos em árvores e em rochas, cascatas, restos de animais (cascos, carapaças). 91

Figura 25 - Distribuição das espécies por RA do DF no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018..... 92

Figura 26 - Índices alfanos de diversidade por Região Administrativa, estimados a partir da coleta de formas imaturas de mosquitos ocorridas entre janeiro de 2014 a dezembro de 2018..... 93

Figura 27 - Variações dos parâmetros climáticos de precipitação, umidade relativa do ar e de temperatura em áreas urbanas do DF no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018 e o comportamento das espécies mais frequentes *Ae. aegypti* (a), (b) e (c) e *Cx. quinquefasciatus* (d), (e) e (f). 95

Figura 28 - Curva de acúmulo de espécies de mosquitos capturados em área do Aterro Controlado do Jockey Clube e região circunvizinha, no período de 2018 a 2019. A linha contínua representa a riqueza observada. Linhas tracejadas indicam o número de indivíduos estimados. A área em cinza mostra o intervalo de confiança de 95%. 98

Figura 29 - Exponencial do índice de Shannon (1) e o inverso do índice de Simpson (2) para toda a região pesquisada. A linha contínua representa a riqueza observada. Linhas tracejadas indicam o número de indivíduos estimados. A área em cinza mostra o intervalo de confiança de 95%. 99

Figura 30 - Comparação entre as riquezas observadas e extrapoladas dos ambientes de intra e peridomicílio (a). Em (b) comparação do exponencial do índice de Shannon (1) e o inverso do índice de Simpson (2) entre os ambientes de intra e peridomicílio. 102

Figura 31 - Comparação entre as riquezas observadas e extrapoladas dos ambientes do aterro, sede administrativa, chorume e a mata (a). Em (b) comparação do exponencial do índice de Shannon (1) e o inverso do índice de Simpson observados e extrapolados entre os ambientes de mata, e do lixão (sede administrativa e lagoa de chorume). 102

Figura 32 - Dendrograma hierárquico das dissimilaridades de Bray-Curtis entre os ambientes de intradomicílio, peridomicílio, mata, chorume e sede administrativa do ACJC. 103

Figura 33 - Variações dos parâmetros climáticos de precipitação, umidade relativa do ar e de temperatura e o comportamento das abundâncias totais (a), (b) e (c) e *Cx. quinquefasciatus* (d), (e) e (f) registradas no período de maio de 2018 a maio de 2019 em capturas realizadas no ACJCB e regiões circunvizinhas. 105

Figura 34 - Relações observadas entre as abundâncias totais de mosquitos da espécie *Culex quinquefasciatus* com as variáveis climáticas de precipitação (mm³) e umidade relativa (%) registradas durante as coletas de

adultos realizadas no ACJC e região periurbana circunvizinha, no período de maio de 2018 a maio de 2019. 106

Figura 35 - Relações observadas entre as abundâncias totais de mosquitos da espécie *Culex quinquefasciatus* e as variáveis térmicas registradas durante as coletas de adultos realizadas no ACJC e região periurbana circunvizinha, no período de maio de 2018 a maio de 2019. 107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLA

ACJC - Aterro Controlado do Jóquei Clube

AC - Análise de correspondência

APC - Análise de componentes principais

CHIKV - vírus chikungunya

DENV - vírus da dengue

DIVAL – Diretoria de Vigilância Ambiental em Saúde

FNO – Febre do Nilo Ocidental

LACV - Vírus La Crosse

LIA – Levantamento de Índice Amostral

LIRAA - Levantamento rápido da infestação por *Ae. aegypti*

MAYV - Vírus Mayaro

PAST – Paleontological Statistics

RA – Região Administrativa

RRV - Vírus do rio Ross

SLEV - Vírus da encefalite de Saint Louis

VNO – Vírus do Nilo Ocidental

WNV - Vírus do Nilo Ocidental

YFV - vírus da febre amarela

ZIKV - Vírus zika

Índice

1. Introdução.....	25
1.1 Importância dos mosquitos na transmissão de patógenos	25
1.1.1 Mosquitos como vetores de arboviroses	27
1.1.2 Mosquitos como vetores de parasitoses	30
1.1.3 Epidemiologia das principais doenças transmitidas por mosquitos vetores	31
1.2 Culicídeos	36
1.2.1 Taxonomia e morfologia de mosquitos.....	36
1.2.2 Ciclo de vida	42
1.2.3 Comportamento de mosquitos.....	43
1.3 As cidades e o risco de transmissão de patógenos por mosquitos vetores em contexto urbano.....	48
1.3.1 O Distrito Federal e o Aterro Controlado do Jóquei Clube de Brasília. 51	
1.4 Biodiversidade: conceitos e aplicações	53
1.4.1 Diversidade de culicídeos.....	54
1.4.2 Vigilância entomológica de mosquitos vetores no Distrito Federal....	56
1.4.3 Métricas para mensuração da biodiversidade	58
2. Justificativa	61
3. Objetivo Geral.....	63
3.1 Objetivos Específicos	63
3.1.1 Parte I: Fauna de Culicideos em área urbana do DF	63
3.1.2 Parte II: Fauna de Culicideos ACJC e regiões circunvizinhas	63
4. Método	64
4.1 Parte I: Fauna de Culicideos em área urbana do DF.....	64
4.1.1 Área de Estudo.....	64
4.1.2 Fonte de dados.....	66
4.1.3 Análise de dados	67
4.1.4 Análise da influência dos fatores climáticos nas abundâncias das espécies <i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. albopictus</i> e <i>Cx. quinquefasciatus</i>	70
4.2 Parte II: Fauna de Culicideos ACJC e regiões circunvizinhas	71
4.2.1 Área de estudo.....	71

4.2.2 Capturas entomológicas	75
4.2.3 Análise de dados	78
5 Resultados.....	79
5.1 Fauna de culicídeos de áreas urbanas do Distrito Federal	79
5.2.2 Influência dos fatores climáticos na frequência de <i>Ae. aegypti</i> e <i>Cx quinquefasciatus</i>	94
5.3 Fauna de culicídeos do Aterro Controlado do Jóquei Clube	97
5.2.1 Relações da variação climática com a espécie <i>Cx. quinquefasciatus</i> coletadas no ACJC	104
6 Discussão	108
6.1 Fauna de culicídeos de áreas urbanas do Distrito Federal	108
6.2 Fauna de culicídeos do Aterro Controlado do Jóquei Clube e região circunvizinha.....	118
6 Conclusões.....	124
8. Referências Bibliográficas	128
Anexo 1- Boletim de Campo e de laboratório utilizado pela DIVAL.	146
Anexo 2 - Classificação dos criadouros utilizados por formas imaturas mosquitos coletados no Distrito Federal de janeiro de 2014 a dezembro de 2018. Essa classificação é orientada pelo MS e seguida pelo serviço de entomologia do Distrito Federal.	147
Anexo 3 - Etiqueta para remessa de amostras de formas imaturas ao laboratório de entomologia médica da Dival.	148
Anexo 4 - Carta de anuência do Subsecretário de Vigilância em Saúde do DF autorizando o acesso e utilização do banco de dados relativo as capturas e identificações de formas imaturas de mosquitos no DF.	149
Apêndice	150
Artigo 1	150
1. Introdução.....	152
2. Métodos	153
2.1 Amostragem.....	153
2.2 Análise de dados	155
3. Resultados.....	156
4. Discussão	158

Artigo 2.....	182
1. Introdução.....	183
2. Materiais e Métodos	185
3. Resultados	187
4. Discussão	192
5. Conclusões.....	198

Resumo

Introdução: Nas últimas décadas, o Distrito Federal (DF) tem sido acometido por arboviroses como Dengue, Zika e Chikungunya e episódios de Febre Amarela. Essas doenças são produzidas por patógenos transmitidos por mosquitos vetores, que, comumente, se adaptam às diferentes paisagens alteradas por ações antrópicas. Os estudos sobre diversidade de culicídeos são importantes para conhecer as relações ecológicas entre as espécies e o ambiente que ocupam. Porém, informações sobre padrões de diversidade e estrutura da fauna de culicídeos no DF ainda são escassas e dispersas na literatura. **Objetivos:** Analisar a diversidade da fauna de mosquitos em áreas urbanas do DF e periurbana circunvizinha ao Aterro Controlado do Jockey Club de Brasília (ACJC). **Metodologia:** Foram obtidos registros de amostras de formas imaturas coletadas e identificadas pelos serviços de vigilância entomológica da Diretoria de Vigilância Ambiental em Saúde (DIVAL) entre janeiro de 2014 a dezembro de 2018. Para a coleta de amostras de mosquitos adultos no ACJC, utilizaram-se 14 armadilhas do tipo CDC instaladas por três noites consecutivas, entre maio de 2018 a maio de 2019. Para análise da diversidade da fauna de culicídeos de 32 Regiões Administrativas do DF foram estimados os índices de equitabilidade de Pielou, diversidade de Shannon e dominância de Simpson por RA (N=32), tipo de criadouro (n=7) e meses (N= 60). A constância foi avaliada pelo índice de constância e correlações com fatores abióticos pelo coeficiente de Spearman. Os ambientes da região do ACJC foram comparados por meio de curvas de rarefação e de predição, construídas a partir do exponencial do índice de entropia de Shannon (EXP H') e ao inverso do índice de Simpson (1/D), e da dissimilaridade de Bray-Curtis. **Resultados:** Em áreas urbanas do DF foram identificadas 12 espécies, sendo as mais abundantes *Ae. aegypti*; *Cx. quinquefasciatus*; *Ae. fluviatilis* e *Cx. coronator*. As espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Cx. quinquefasciatus* foram mantidas principalmente nos grupos de criadouros fixos, dos tipos A, B e C, que representaram mais de 60% da frequência de formas imaturas durante todos os meses do ano. *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* demonstraram correlações mais fortes com precipitação e umidade relativa do que com temperatura. No ACJC, a espécie predominante foi *Cx. quinquefasciatus*, igualmente distribuída entre ambientes intra e peridomiciliar, seguida de *Aedes scapularis* no peridomicílio. Amplia-se a lista de

espécies do DF por meio do registro de *An. punctimacula*, *An. benorrachi*, *An. lutzi*, e *An. oswaldoi*, *Ad. squamipennis*, *Ae. albifasciatus*, *Ps. ciliata*, *Cq. shannoni* e *Ur. geometrica*. **Conclusões:** A presença marcante das espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, mesmo em períodos de seca e baixa umidade, demonstraram a necessidade de novas alternativas de controle, assim como avaliações periódicas das ações de controle vetorial, considerando a importância dessa espécie na transmissão de arboviroses. Além disso, atividades de monitoramento e controle de *Cx. quinquefasciatus* devem ser implantados para identificação de áreas infestadas no DF e redução da densidade populacional, respectivamente.

Palavras-chave: Culicidae, Biodiversidade, mosquitos, vetores, área urbana, área de degradação ambiental.

Abstract

Introduction: In the last decades, the Federal District (DF) has been affected by arboviruses such as Dengue, Zika and Chikungunya and episodes of Yellow Fever. These diseases are produced by pathogens transmitted by mosquito vectors, which, commonly, adapt to different landscapes altered by anthropic actions. Studies on the diversity of culicids important to understand the ecological relationships between species and the environment they occupy. However, information on patterns of diversity and structure of “culicidae” fauna in DF is still scarce and dispersed in the literature. **Objectives:** To analyze the diversity of mosquitoes fauna in urban areas of the DF and peri-urban areas surrounding the Controlled Landfill of Jóquei Clube de Brasília (ACJC). **Methodology:** Records of samples of immature forms were obtained and identified by the entomological surveillance services of the Environmental Health Surveillance Directorate (DIVAL) between January 2014 and December 2018. For the samples of adult mosquitoes in the ACJC, 14 traps CDC-type, installed for three consecutive nights, were used during the period from May 2018 to May 2019. For the analysis of the diversity of “culicidae” fauna in 32 Administrative Regions of DF, Pielou's equitability indexes, Shannon's diversity and Simpson's dominance were estimated by RA (N = 32), type of breeding site (n = 7) and months (N = 60). Constancy was assessed by the constancy index and correlations with abiotic factors by the Spearman coefficient. The environments of the ACJC region were compared using rarefaction and prediction curves, constructed from the exponential Shannon entropy index ($EXP H'$) and the inverse of the Simpson index ($1/D$), and the dissimilarity Bray-Curtis. **Results:** In urban areas of the DF, 12 species were identified, the most abundant were *Ae. aegypti*; *Cx. quinquefasciatus*; *Ae. fluviatilis* and *Cx. coronator*. The species *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* and *Cx. quinquefasciatus* were maintained mainly in the fixed breeding groups, types A, B and C, which represented more than 60% of the frequency of immature forms during all months of the year. *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* demonstrated stronger correlations with precipitation and relative humidity than with temperature. In ACJC, the predominant species was *Cx. quinquefasciatus*, equally distributed between intra and peridomestic environments, followed by *Ae. scapularis* in peridomicile. The list of species of the DF is expanded through the registration of *An. punctimacula*, *An. benorrachi*, *An. lutzi*, and *An. oswaldoi*, *Ad.*

squamipennis, *Ae. albifasciatus*, *Ps. ciliata*, *Cq. shannoni* and *Ur. geometrica*.

Conclusions: The remarkable presence of species *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*, even in periods of drought and low humidity, demonstrated the need for new control alternatives, as well as periodic evaluations of vector control actions, considering the importance of this species in the transmission of arboviruses. In addition, monitoring and control activities for *Cx. quinquefasciatus* should be implemented to identify infested areas in the Federal District and to reduce population density, respectively.

Keywords: Culicidae, biodiversity, mosquitoes, vectors, urban area, environmental degradation area.

1. Introdução

1.1 Importância dos mosquitos na transmissão de patógenos

Os mosquitos são considerados os mais importantes vetores de patógenos humanos (WHO, 2017). Possuem ampla distribuição geográfica com ocorrência em regiões temperadas e tropicais do mundo. Atualmente, são descritas aproximadamente 3.579 espécies válidas de mosquitos (Harbach, 2020), dessas, cerca de 40 estão envolvidas de alguma forma na transmissão de patógenos e adaptadas a ambientes antropizados (Harbach, 2020).

Aproximadamente, 490 espécies de mosquitos são encontradas no Brasil (WRBU, 2019). Desse total, 5% estão envolvidas em ciclos de transmissão de agentes etiológicos ao humano (Guedes, 2012), como metazoários (nematóides filariais), protozoários (por exemplo, parasitas da malária) e numerosos arbovírus (por exemplo, vírus da Dengue, Zika, Chikungunya, Febre Amarela, vírus do Vale do Rift e vírus do Nilo Ocidental, dentre outros).

Estima-se que existam mais de 150 espécies de patógenos que possuem íntima relação com mosquitos dos gêneros *Anopheles*, *Aedes* e *Culex* (Harbach, 2007). A maioria desses patógenos são abundantes e estão espalhados por todo tipo de ambiente, sejam naturais ou artificiais. Em florestas, estão em equilíbrio com seus hospedeiros, infectando-os quase sempre sem lhes causar mal e podem circular por milhares de anos sem serem notados, até entrarem em contato com o ser humano (Weaver & Reisen, 2010).

Com a degradação ambiental a variedade de espécies locais diminui. Sem predadores naturais algumas espécies, muitas vezes reservatórios de vírus e outros patógenos, se reproduzem de forma descontrolada. Com o aumento da população desses reservatórios os patógenos também se tornam mais abundantes. A quebra de barreira também pode acontecer quando os patógenos se adaptam a insetos, como os mosquitos. Caracterizados como vetores biológicos podem transmitir esses agentes infecciosos para os seres humanos, como aconteceu com os vírus da Zika, Dengue e Chikungunya (Fontenille e Powell, 2020; Schrag e Wiener, 1995).

Os organismos incapazes de manterem a replicação do patógeno representam a linha final do ciclo epidemiológico de doenças. Porém, à medida que os patógenos circulam entre hospedeiros, reservatórios e vetores competentes, acabam por alcançar organismos onde a doença ocorre, como é o caso de alguns animais e humanos. Estes eventos são potencializados pela variedade de mosquitos oportunistas, que realizam o repasto sanguíneo em vários hospedeiros, auxiliando na transferência de patógenos (Lindahl & Grace, 2015).

A exigência por alimentação sanguínea para ovogênese é uma característica de fêmeas de mosquitos e fator determinante para interação entre as espécies vetoras de patógenos e seus hospedeiros e reservatórios. Para exercerem a hematofagia, fêmeas de mosquitos perfuram a pele de seus hospedeiros e por meio do processo de solenofagia, atingem os vasos sanguíneos, liberam saliva e sugam o sangue. Os componentes salivares injetados possuem propriedades vasodilatadora, anticoagulante, antiplaquetária e imunomoduladora (Ciprandi, Horn & Termignoni, 2003).

Os elementos salivares podem desencadear reações alérgicas e causar rupturas na pele do hospedeiro, abrindo caminho para infecções secundárias (Moncada-Álvarez et al., 2011). Além disso, a saliva pode veicular patógenos como protozoários (*Plasmodium vivax* e *Plasmodium falciparum*, da malária), vírus (Flavivírus, da dengue, zika e febre amarela; Alphavírus, da febre Chikungunya) e helmintos (*Wuchereria bancrofti*, elefantíase) podendo causar consideráveis danos à saúde pública (Duvall, 2019).

Porém, para veiculação de patógenos, uma determinada população de mosquito deve ser biologicamente capaz de se infectar após uma alimentação de sangue, permitir a replicação e transmissão do agente etiológico por meio de sua saliva (Fontenille & Powell, 2020).

Além da competência genética e bioquimicamente compatível para o desenvolvimento completo de um patógeno específico, fatores como densidade, longevidade do vetor e aspectos comportamentais são componentes essenciais para a capacidade vetorial (Macdonald, 1957; Black et al., 1996; Beerntsen, James & Christensen, 2000; Cohuet et al., 2010).

Acrescenta-se ainda, a necessidade da coexistência temporal e espacial do vetor com o hospedeiro vertebrado que abriga o parasita e da atuação desse

hospedeiro como fonte alimentar do mosquito para o repasto sanguíneo (Macdonald, 1957; Black & Moore, 1996; Black *et al.*, 1996; Woodring, Higgs & Beaty, 1996).

Assim, nem todas as espécies de um gênero ou subgênero possuem a mesma importância na transmissão de patógenos, ainda que sejam competentes, uma vez que se comportam de forma distinta quanto a fontes de alimentação sanguínea, quantidade de vezes que pica a presa e mesmo os horários de realização da hematofagia (Cohuet *et al.*, 2010; Forattini, 1998; Macdonald, 1957).

Os principais gêneros de mosquitos de interesse epidemiológico são: *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Haemagogus* e *Sabethes*. Espécies desses gêneros são responsáveis pela transmissão de doenças como a Chikungunya, Dengue, Encefalites, Malária, Filariose, Febre Amarela, Vírus do Nilo Ocidental, Zika e outras arboviroses.

1.1.1 Mosquitos como vetores de arboviroses

Arbovírus (Arthropod-borne virus) são assim designados pelo fato de parte de seu ciclo de replicação ocorrer em artrópodes, podendo ser transmitidos aos seres humanos e outros animais pela picada de insetos ou aracnídeos hematófagos. As arboviroses são de relevância à saúde pública pela diversidade de arbovírus que desempenham papel de agentes infecciosos que desencadeiam uma variedade de manifestação clínicas em humanos (Lopes, Nozawa & Linhares, 2014).

Para a saúde humana, os vírus transmitidos por culicídeos, principalmente dos gêneros *Culex* e *Aedes*, são os mais importantes, embora existam arbovírus transmitidos por outros artrópodes, como flebotomíneos e carrapatos (Mayer, Tesh & Vasilakis, 2017).

Para completar o ciclo de transmissão, o vírus deve produzir um nível suficientemente alto de viremia no hospedeiro vertebrado para que um artrópode suscetível seja infectado durante um repasto de sangue (Nguyen *et al.*, 2013).

As manifestações clínicas de infecção por arbovírus podem variar desde a doença febril leve e indiferenciada a síndromes febris neurológicas, articulares e hemorrágicas, com quadros graves reconhecidos, principalmente, somente após

circulação viral em extensas epidemias, demonstrando impacto imprevisível na morbidade e mortalidade (Donalisio et al., 2017).

A emergência e re-emergência de arbovírus no continente americano entre eles Bourbon, Cache Valley, Heartland, Itaquí, Mayaro, Oropouche, Powassan, Chikungunya e Zika vêm sendo observada nos últimos anos, sendo os dois últimos responsáveis por surtos epidêmicos no Brasil (Vasconcelos & Calisher, 2016).

No Brasil, já foram isolados pelo menos 210 tipos de arbovírus, dos quais 196 foram identificados, inicialmente na Amazônia Brasileira, e muitos deles inclusive jamais foram encontrados fora dessa região. Das espécies encontradas nesta região, pelo menos 110 são comprovadamente novas para a ciência e 34 estão associadas com infecções humanas (Casseb et al., 2013). Segundo Lopes et al (2014), em torno de doze arbovírus circulam no Brasil, entre hospedeiros humanos e não humanos e mosquitos vetores. A Tabela 1 apresenta os principais arbovírus de ocorrência no Brasil, seus principais hospedeiros, vetores e manifestações clínicas.

Tabela 1 - Arbovírus de importância em saúde pública registrados no Brasil: as principais manifestações clínicas, hospedeiros vertebrados e vetores reconhecidos.

Família	Vírus	Sigla	Manifestações clínicas	Hospedeiros Vertebrados	Vetores reconhecidos
Flaviviridae	Dengue	DENV	Desde doença febril (DF) indiferenciada, moderada ou grave, erupções cutâneas e artralgia (AR), a síndrome neurológica (SN) e síndrome hemorrágica (SH)	Primatas	<i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. albopictus</i>
	Febre Amarela	YFV	Doença febril e hepática	Primatas	<i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. albopictus</i> , <i>Haemagogus</i>
	Encef. de Saint Louis	SLEV	Meningite e encefalite	Pássaros, morcegos e outros mamíferos	<i>Culex</i> sp.
	Rocio	ROCV	Encefalite	Pássaros	<i>Ochlerotatus scapulari</i> , <i>Mansonia indubitans</i> , <i>Psorophora ferox</i> , <i>Culex</i> sp
	Oeste do Nilo	WNV	Meningite e encefalite	Pássaros, cavalos, outros mamíferos	<i>Culex</i>
	Ilheus	ILHV	Doença febril, encefalite		<i>Culex</i> , <i>Ps. sp.</i>
	Bussuquara	BUSV	Doença febril	Roedores, primatas	<i>Culex</i> sp.
Zika	ZIKV	Doença febril, conjuntivite, malformações congênitas	Primatas	<i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. albopictus</i>	
Togaviridae	Mayaro	MAYV	Doença febril e artralgia	Primatas, outros mamíferos, pássaros	<i>Haemagogus</i> , <i>Ae. aegypti</i>
	Encef. Equina do Leste	EEEV	Doença Neurológica	Cavalos, roedores, outros mamíferos, pássaros	<i>Aedes</i> sp, <i>Culex</i> , <i>Coquillettidia</i> sp
	Chikungunya	CHIKV	Doença febril e articular	Primatas, pássaros, gado e roedores	<i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. albopictus</i> , <i>Culex</i> sp.
Bunyaviridae	Oropouche	OROV	Febre hemorrágica, doença neurológica	Preguiças, marsupiais, primatas e aves	<i>Aedes serratus</i> e <i>Culex quinquefasciatus</i> , <i>Culex</i> , <i>Oc. sp.</i> , <i>Cq. Venezuelensis</i>

Adaptado de (Lopes, Nozawa & Linhares, 2014; Mayer, Tesh & Vasilakis, 2017).

1.1.2 Mosquitos como vetores de parasitoses

Malária: doença infecciosa febril aguda, causada por protozoários transmitidos pela fêmea infectada do mosquito Anopheles. No Brasil, há três espécies de *Plasmodium* associadas à malária em seres humanos: *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum* e *Plasmodium malariae* que são transmitidos por vetores do gênero Anopheles.

Nem todas as espécies de Anopheles são transmissoras da malária humana. No Brasil, cinco espécies são consideradas como vetores principais. São elas: *Anopheles (Nyssorynchus) darlingi*, *Anopheles (Nyssorynchus) aquasalis*, *Anopheles (Nyssorynchus) albitarsis*, *Anopheles (Kerteszia) cruzi* e *Anopheles (Kerteszia) bellator*, além de outros de menor importância (Brasil. Ministério da Saúde, 2006). O principal vetor da malária no Brasil é o *Anopheles darlingi*. Seus criadouros freqüentemente são de águas limpas de baixa correnteza e sombreadas, presente em cerca de 80% do país, porém a incidência da malária no Brasil é quase que exclusivamente (99,8% do total de casos) restrita à população da Região Amazônica (Oliveira-Ferreira et al., 2010).

An. aquasalis predomina na costa brasileira devido à sua preferência por águas salobras (Tauil, 1998); *An. albitarsis* é um vetor secundário podendo passar a vetor primário de acordo com mudanças no uso da terra pela população humana. *An. Cruzii*, restrito no litoral brasileiro e encosta do planalto, estendendo-se do Sergipe ao Rio Grande do Sul é considerado vetor primário e importante no Brasil conhecido como “malária de Bromélias”, ou seja, paludismo transmitido por anofelinos que se criam em gravatás (Brasil. Ministério da Saúde, 2006).

Filarioses: O termo filariose refere-se a toda parasitose (em humanos e outros vertebrados) causada por nematoides da superfamília Filarioidea. Em todo o planeta já foram registradas oito espécies de filarioides parasitando humanos, nos vasos linfáticos *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* e *Brugia timori*, (Rocha e Fontes, 1998a); em tecido subcutâneo, *Loa loa*, *Onchocerca*

volvulus e *Mansonella streptocerca* (Rocha e Fontes, 1998a) e; parasitando cavidades no abdômen: *Mansonella ozzardi* e *Mansonella perstans*.

Todas estas espécies possuem como hospedeiros intermediários insetos hematófagos da ordem díptera que transmitem larvas infectantes de terceiro estágio aos humanos (Raccurt, 2018; Simonsen et al., 2011).

De forma geral, o ciclo de transmissão ocorre da seguinte forma: um inseto hematófago ingere sangue humano contendo microfilária (estágio larval). No inseto a larva se desenvolve até a forma metacíclica (L3). No momento de novo repasto sanguíneo, a forma L3 se insere no corpo do hospedeiro definitivo e passa por mais estágios de desenvolvimento até alcançar o local onde se fixará e se transformar em adulta (Poole et al., 2019).

Macho adulto e vermes fêmeas acasalam no hospedeiro humano e fêmeas produzem microfilárias vivíparas desembainhada (MF) que circulam no sangue (Raccurt, 2018; Simonsen et al., 2011) ou na pele (Fischer et al., 1998; Mendes e Schramm, 2015; Richard-Lenoble et al., 1982)

Cada espécie de filaria é transmitida por diferentes espécies de insetos. *Wuchereria bancrofti* é a principal causadora de filariose linfática no mundo e este nematoide já teve distribuição ampla no Brasil (Rocha e Fontes, 1998b). O vetor mais comum é o mosquito *Culex quinquefasciatus* (Lima et al., 2003).

1.1.3 Epidemiologia das principais doenças transmitidas por mosquitos vetores

Os mosquitos são considerados os animais mais mortais do planeta (Duvall, 2019) e as doenças transmitidas por estes vetores representam uma grande preocupação em saúde pública e geram ônus de ordem global, devido à morbimortalidade por doenças como a dengue, bem como as importantes crises de saúde pública causadas por várias doenças virais emergentes, como a Febre do Nilo Ocidental, Chikungunya e Zika (Ryan et al., 2018).

O impacto dessas doenças emergentes, são também de ordem econômica, que requerem, conforme demonstrado por Mayer et al. (2017), investimentos em desenvolvimento de ferramentas para detecção de patógenos,

vigilância sustentável de potenciais patógenos emergentes em uma população, não apenas em laboratórios, mas diretamente no campo, em hospitais e unidades de saúde; treinamento de profissionais, tratamento, controle de vetores, além dos efeitos indiretos referentes a perdas de produtividade devido à ausência no trabalho, incapacidade de curto prazo e, principalmente, comprometimento da qualidade de vida do paciente.

A partir do conhecimento atual sobre doenças transmitidas por vetores e de projeções realizadas sobre dos fenômenos globais em andamento, como mudanças climáticas, crescimento populacional e urbanização, estima-se a expansão das faixas geográficas e números de doenças transmitidas por mosquitos vetores (Messina et al., 2019; Ryan et al., 2018).

Atualmente, pelo menos metade da população global vive em áreas adequadas para transmissão dessas doenças. Hoje, mais de 80% da população mundial está em risco de doenças transmitidas por vetores, como Dengue, Chikungunya, Malária e Filariose linfática (WHO, 2017).

A dengue registra 100 milhões de infecções sintomáticas por ano, em torno de 10.000 mortes e em mais de 125 países. É uma doença onipresente nos trópicos com zonas de maior risco nas Américas e na Ásia, das quais mais da metade ocorrendo no Brasil e no México (Bhatt et al., 2013) .

No Brasil, só em 2019, foram notificados 1.544.987 casos prováveis, excluídos os descartados, de dengue no país, com uma taxa de incidência de 735,2 casos por 100 mil habitantes. A Região Centro-Oeste apresentou 1.349,1 casos/100 mil habitantes. Destes casos, 1.419 foram confirmados como graves e 18.740 casos com sinais de alarme e 782 óbitos por dengue no país. As maiores taxas de letalidade foram observadas nas regiões Centro-Oeste 0,08% e Sul 0,06% (Brasil. Ministério da Saúde, 2020).

Além da dengue, as recentes pandemias resultantes da rápida expansão global de patógenos, como Zika, Chikungunya e Febre Amarela e do surgimento do Vírus do Nilo Ocidental (VNO) em contextos silvestres e urbanos, têm ressaltado a importância das doenças transmitidas por mosquitos vetores e a necessidade de entender os fatores de seu surgimento.

Com relação aos dados de Zika, no Brasil, em 2019 foram notificados 10.768 casos prováveis (taxa de incidência 5,1 casos por 100 mil habitantes) no país. A região Nordeste apresentou a maior taxa de incidência (9,5 casos/100 mil habitantes), em seguida as regiões Centro-Oeste (taxa de incidência 5,8 casos/100 mil habitantes), Norte (taxa de incidência 4,3 casos/100 mil habitantes), Sudeste (taxa de incidência 4,0 casos/100 mil habitantes) e Sul (taxa de incidência 0,4 casos/100 mil habitantes). Neste mesmo ano, três óbitos por Zika, foram confirmados no estado da Paraíba (Brasil. Ministério da Saúde, 2020).

Sobre os dados de Chikungunya, neste mesmo ano de 2019, foram notificados 132.205 casos prováveis (taxa de incidência de 62,9 casos por 100 mil habitantes) no país e pelo menos 92 óbitos foram confirmados. As maiores taxas de letalidade (óbitos/100) considerando os casos prováveis de chikungunya foram observadas nas regiões Centro-Oeste (0,09%), Sudeste (0,07%) e Nordeste (0,07%), embora 71,7% (66 óbitos) estejam localizados no estado do Rio de Janeiro (Brasil. Ministério da Saúde, 2020).

Já o vírus da febre amarela, desde a reemergência na região Centro-Oeste, em 2014, vem avançando progressivamente pelo território brasileiro, atingindo áreas com baixas coberturas vacinais e onde a vacinação não era recomendada. Os maiores surtos da história da febre amarela silvestre (FA) no Brasil, desde que esse ciclo de transmissão foi descrito na década de 1930, ocorreram nos anos de monitoramentos 2016/2017 e 2017/2018, quando foram registrados cerca de 2,1 mil casos e mais de 700 óbitos pela doença (Brasil. Ministério da Saúde, 2020).

No período de monitoramento atual (2019/2020), iniciado em julho/2019, foram notificados 1.087 eventos envolvendo a morte de macacos com suspeita de FA, das quais 38 epizootias foram confirmadas por critério laboratorial, 300 foram descartadas, 361 permanecem em investigação e 388 foram classificadas como indeterminadas, por não ter sido possível coletar amostras para diagnóstico. Ainda durante o monitoramento 2019/2020, foram notificados 327 casos humanos suspeitos, de todas as regiões do país, dos quais 51 (15,6%)

permanecem em investigação, 01 óbito foi registrado no período, numa comunidade indígena de Santarém (Brasil. Ministério da Saúde, 2020).

Outro arbovírus que vem se dispersando nas Américas, desde que emergiu em 1999 nos Estados Unidos, é o Vírus do Nilo Ocidental (VNO) (Flores e Weiblen, 2009). De 1999 até 2012 foram registrados nos Estados Unidos mais de 36 mil casos, dos quais cerca de 16 mil manifestaram a forma grave, com 2 mil mortes (taxa de letalidade de 12,8% entre os casos graves), até 2012. A partir da entrada do vírus no continente americano, em 1999, o vírus dispersou para outros estados dos Estados Unidos e para outros países das Américas do Norte e Central, chegando à América do Sul em 2004, quando indícios da transmissão em aves e equídeos foram registrados na Colômbia e na Venezuela (Luna *et al.*, 2003). Em 2006, o VNO foi isolado na Argentina, a partir de equídeos com enfermidade do Sistema Nervoso Central (SNC) (Morales-Betoulle *et al.*, 2006; Flores & Weiblen, 2009).

No Brasil, achados sorológicos sugerem a circulação do vírus em animais, aves e equídeos, principalmente no Centro-Oeste brasileiro, na região do Pantanal, desde 2011. Entretanto, foi no estado do Piauí, em 2014, que ocorreu o primeiro registro de caso humano de encefalite pelo VNO no Brasil, destacando-se a importância da abordagem sindrômica de doenças do SNC para detecção de casos humanos de Febre do Nilo Ocidental (FNO) no Brasil. Desde então, entre janeiro de 2014 e dezembro de 2018, foi notificado ao Ministério da Saúde um total de 354 casos de doença neuroinvasiva grave, que incluem casos suspeitos de FNO, entre os quais, até então, dois casos foram confirmados (0,5%) (Brasil. Ministério da Saúde, 2019).

Segundo Secretaria do Estado do Piauí, 07 casos de febre do Nilo Ocidental já foram diagnosticados nos Municípios de Aroeiras do Itaim (2014), Picos (2017), Piripiri (2017), Lagoa Alegre (2019), Teresina (2019) e Amarante (2019), sendo que em 2017 o caso do Município de Piripiri evoluiu para óbito, sendo este o primeiro registro de óbito por febre do Nilo Ocidental registrado no País. Casos em animais já foram registrados no Brasil, nos estados do Espírito Santo (2018), Ceará (2019) e São Paulo (2019).

A malária, em 2018, foi responsável pelo adoecimento de cerca de 228 milhões indivíduos em todo o mundo. Em 2010, foram 251 milhões de casos registrados e em 2017, 231 milhões de casos. Apesar da redução da incidência devido à intensificação dos esforços de intervenção, em 2018, a malária ainda causou mais de 400 mil mortes em todo o mundo (WHO, 2019). Cerca de 138 milhões de pessoas em 19 países e áreas estão em risco de malária. Três países, Brasil, Colômbia e Venezuela, respondem por 80% dos casos estimados. Nove países, entre eles o Brasil, viram aumentos em incidência de malária em 2018 em comparação a 2015 (WHO, 2019).

No Brasil, a maioria dos casos de malária se concentra na região Amazônica, nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. Nas demais regiões, apesar das poucas notificações, a doença não pode ser negligenciada, pois se observa uma letalidade mais elevada que na região Amazônica (Brasil. Ministério da Saúde, 2019).

A partir de 2010 até 2016, observou-se uma queda na frequência de casos de malária. Porém, em 2017, foi registrado um aumento de aproximadamente 50,4% nos casos em relação ao ano de 2016, com 194.426 casos registrados. Em 2018, houve um aumento expressivo dos casos na região extra-Amazônica (44,2%) com registro de 734 casos, enquanto a região Amazônica foi registrada uma redução menor que 1%, registrando-se 193.838 casos. Dados preliminares de 2019 demonstram que foram registrados 155.638 casos no país, com redução de 27,1% (535) no número de casos na região extra-Amazônica e 20,0% (155.103) na região Amazônica, em relação ao ano de 2018 (Brasil. Ministério da Saúde, 2020).

Já a filariose linfática vinha sendo detectada em quatro municípios do estado de Pernambuco. Entre 2008 e 2013, foram registrados 516 casos positivos, sendo que Olinda apresentou 48,6% (n=251) dos casos; Recife, 23,1% (n=119); Jaboatão dos Guararapes, 24,4% (n=126); e Paulista, 3,9% (n=20). No período de 2014 a 2016, não houve registro de novos casos (Brasil. Ministério da Saúde, 2018). Até o momento os resultados de inquéritos

realizados são satisfatórios e indicam a eliminação dessa doença no país (BRASIL, 2019).

Porém, destaca-se a existência de países ainda endêmicos para filariose linfática e com migração constante para o Brasil, com relatos de casos em imigrantes nos estados do Acre, Mato Grosso e Santa Catarina, o que demonstra a necessidade de manutenção de uma vigilância sensível para evitar a reintrodução da doença, tendo em vista a existência de fatores que favorecem a infecção, como a presença de *Culex quinquefasciatus*, mosquito transmissor distribuído pelo país (BRASIL, 2019).

No Distrito Federal, até a semana epidemiológica 38 do ano de 2020 foram registrados 44.990 casos prováveis de dengue, uma taxa de incidência de 1.473,95 casos por 100 mil habitantes, 208 de febre chikungunya e 50 casos prováveis de Zika, entre 2019 a 2020 (Distrito Federal. SES-DF, 2020a).

1.2 Culicídeos

1.2.1 Taxonomia e morfologia de mosquitos

Atualmente, são reconhecidas 3.579 (Harbach, 2020) espécies válidas classificadas em duas subfamílias - Anophelinae e Culicinae, e 113 gêneros (Harbach, 2020). A subfamília Anophelinae possui três gêneros e a Culicinae 110, segregados em 11 tribos (Harbach, 2020). Porém, nem sempre foi assim, e como trata-se de grupo de inseto bastante estudado, alterações na classificação e número de espécies vão sempre surgindo.

As espécies hoje pertencentes a família Culicidae, a princípio, foram designadas por Linnaeus, em 1758, como representantes do gênero *Culex*. Meigen (1818), a partir de suas observações, descreveu mais dois gêneros passando a serem aceitos então os gêneros *Culex*, *Aedes* e *Anopheles*. Já Robineau-Desvoidy, em 1827, contribuiu com a descrição de mais três novos gêneros: *Megarhinis*, *Psorophora* e *Sabethes*.

Desde a virada do século XIX, quando os mosquitos passaram a estar relacionados à transmissão de agentes patogênicos da malária e da febre

amarela os estudos taxonômicos e da biologia desses insetos passaram a ser intensamente realizados por médicos, sanitaristas e entomologistas (Harbach, 2007), principalmente pelos ingleses, que a princípio priorizaram a destruição dos vetores em sua fase larvária, utilizando-se de medidas como retificação de rios, dessecamento de pântanos e aplicação de petróleo em coleções de água e obras de hidrografia sanitária como formas de eliminar doenças como a malária (Benchimol & Da Silva, 2008).

Coube ao entomologista Frederick Vicent Theobald, ainda no final do século XIX, inventariar os espécimes enviados ao museu Britânico contando com uma vasta rede de coletores de todo o mundo (Benchimol & Da Silva, 2008). Adolpho Lutz foi um dos mais eficientes integrantes dessa missão de catalogar os culicídeos do mundo inteiro. Ainda, em junho de 1899, ele enviou ao Museu Britânico a primeira remessa com mais de 40 espécies culicídeos coletadas no Brasil (Benchimol & Da Silva, 2008).

Lutz não só enviava como também descrevia as espécies encontradas. Entre as muitas espécies capturadas e descritas por ele destaca-se *Anopheles lutzii*, atual *A. cruzii*, reconhecida como vetor primário da chamada malária das bromélias de São Paulo ao Rio Grande do Sul e o único vetor natural de malária simiana nas Américas (Consoli & Oliveira, 1994; Benchimol & Da Silva, 2008).

Assim, com essa intensa necessidade de se conhecer os dípteros sugadores que viviam em proximidade com as populações que pudessem ser de importância epidemiológica, a entomologia passa a ser um importante instrumento para a sociedade médica. Os impactos dos estudos em entomologia médica foram logo percebidos ainda na primeira década do século XX, em que houve um incremento de mais de duzentas novas espécies da família Culicidae às 42 espécies descritas durante todo o século XIX (Lane, 1953). A maioria das espécies foram descritas por Theobald, Lutz e pelo norte-americano Daniel William Coquillett (Benchimol & Da Silva, 2008).

No Brasil, a entomologia médica é inicialmente impulsionada por Adolpho Lutz. Ainda em 1898 Lutz publicou “Waldomosquitos und Waldmalaria” e já no início do século XX, em 1901, descreveu duas espécies habitualmente

encontradas em domicílios, *Culex taeniatus* e *Culex fasciatus*, incorporados por Theobald, em fins daquele ano, ao gênero *Stegomyia*, como *Stegomyia fasciata* (Benchimol & Da Silva, 2008) e orientou o primeiro doutoramento no Brasil, de Celestino Bourroul, intitulado “Mosquitos do Brasil”, publicado em 1904 (Benchimol, 1907; Benchimol & Sá, 2006). Com Oswaldo Cruz, orientou o doutoramento de Antônio Gonçalves Peryassú, “Os anophelinos do Brasil” (1908), em que são descritos sete gêneros e 19 espécies, 13 delas consideradas exclusivas do Brasil (Benchimol & Da Silva, 2008).

Em uma década, Theobald publicou 5 volumes de monografias com descrição das características das espécies, hábitos, chaves de identificação de culicídeos. Em sua quinta edição chegou a propor uma classificação com 146 gêneros e 10 subfamílias e relatou a descrição de 392 espécies entre a quarta e a quinta edição de sua publicação. Nesse volume, fez 168 descrições sendo a maior parte descritas por Dyar e Knab. Theobald relata a dificuldade encontrada principalmente nas descrições de insetos da América Central e Índia Ocidental (Theobald, 1910).

Desde então, a classificação e taxonomia de espécies de mosquitos são consideradas parâmetros-chave para entender o risco entomológico de transmissão de patógenos (Diuk-Wasser et al., 2006) e, especificamente, a eco-epidemiologia paisagística das arboviroses transmitidas por esse grupo de insetos (Reisen, 2010).

Taxonomicamente, a Ordem Diptera pertence a Classe Insecta e é dividida em duas subordens: Nematocera e Brachycera. A primeira subordem engloba moscas de duas asas com antenas que possuem flagelos com treze ou mais flagelômeros articulados, os que possuem até oito flagelômeros são agrupados na subordem Brachycera. A Subordem Nematocera agrupa sete infraordens, dentre elas Culicomorpha, que encontra-se a superfamília Culicoidea e a família Culicidae (Wood & Borkent, 1989).

Os mosquitos adultos são insetos que possuem duas asas e mais de treze flagelômeros, portanto, pertencem a Ordem Diptera e Subordem Nematocera. São insetos delgados e de longas pernas, possuem um longo aparelho bucal,

também chamado de probóscide e escamas na maior parte do corpo (Taparia, Ignell & Hill, 2017), sendo as duas últimas características uma das mais importantes para o reconhecimento desses insetos como pertencentes a família Culicidae (Harbach, 2007).

O corpo do adulto divide-se em cabeça, tórax e abdômen (Figura 1). Dimorfismo sexual é apresentado entre as espécies, em que as fêmeas geralmente são maiores e os machos caracterizam-se por antenas plumosas.

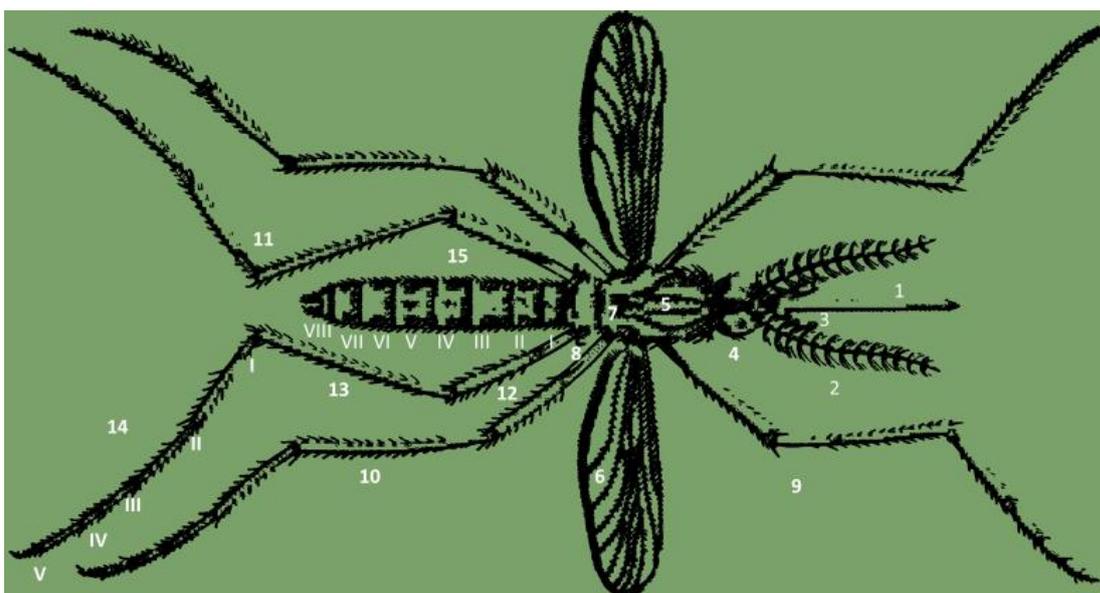


Figura 1 - Adaptado de Atlas de Culicídeos na Amazônia Brasileira, 2007. Morfologia externa do culicídeo. Cabeça: 1. Probóscida; 2. Antena; 3. Palpo; 4. Olho; Tórax: 5. Mesonoto; 6. Asa; 7. Escutelo; 8. Balancin; 9. Perna anterior; 10. Perna mediana; 11. Perna posterior; 12. Fêmur; 13. Tíbia; 14. Tarsos (I-V); Abdômen: 15. Segmentos abdominais (I-VIII).

Já as larvas de mosquitos diferenciam-se de outros insetos aquáticos pela ausência de pernas e presença de uma cabeça com escovas bucais e antenas, um tórax mais largo que a cabeça e abdômen com papilas anais posteriores e um par de aberturas respiratórias, que caracterizam os indivíduos pertencentes a Subfamília Anopheline, ou um sifão alongados próximo ao final do abdômen, presente nas espécimes da Subfamília Culicinae (Harbach, 2007). Geralmente, os mosquitos são identificados nas fases larvais finais (quarto instar) ou quando adultos (Consoli & Oliveira, 1994).

As larvas de mosquitos têm um número maior de caracteres anatômicos passíveis de estudo taxonômico do que qualquer outro estágio da vida. Eles possuem muitas características adaptativas secundárias, mas também tendem a mostrar melhores relações filéticas do que os adultos (Harbach, 2007).

Na cabeça da larva encontra-se um par de antenas. O tórax possui 3 segmentos: protórax, mesotórax e metatórax, distinguíveis pelos conjuntos de cerdas de cada um. O abdômen divide-se em nove segmentos (segmentos I-VIII, similares entre si, e IX, diferenciado em lobo anal). A superfície ectodérmica da larva apresenta cerca de 222 pares de cerdas isoladas ou em grupos, cujo estudo, é muito importante para a taxonomia desses insetos (Consoli & Oliveira, 1994).

As estruturas morfológicas da fase larval diferenciam-se também segundo o tipo de captação de nutrientes e estruturas de obtenção de oxigênio. Mesmo sendo aquáticas, o oxigênio necessário para o processo respiratório das larvas é obtido pelo ar, geralmente por meio de estruturas denominadas sifão respiratório, que normalmente se posicionam perpendicularmente à superfície da água (Consoli & Oliveira, 1994).

Larvas de anofelinos são desprovidas de sifão respiratório, então, posicionam-se horizontalmente a superfície da água e com o auxílio de cerdas adaptadas para esta função realizam a captação do oxigênio necessário do ar. A ausência de sifão respiratório é a principal característica que distinguem a subfamília Anophelinae das demais espécies e gêneros da subfamília Culicinae na fase larval (Consoli & Oliveira, 1994).



Figura 2 - Visualização do sifão respiratório em larvas do gênero *Aedes* (A) e *Culex* (C) e ausência em *Anopheles* (B). Foto retirada do Manual de parasitologia (García et al., 2009).

Ovo de mosquito pode apresentar-se em formato oval ou elíptico, alongado, com simetria bilateral e revestido por cório. O volume de postura por fêmea pode variar de 50 a 500 ovos podendo ser ovipostos individualmente, em pequenos grupos ou em jangadas (Consoli & Oliveira, 1994) em criadouros dispostos em nível do solo ou até em copas de árvores (Lopes et al., 1993).

A pupa é dividida em cefalotórax e abdômen. A cabeça e o tórax são unidos, constituindo a porção chamada cefalotórax, o que dá à pupa, vista de lado, a aparência de uma vírgula (Figura 3). A pupa tem um par de tubos respiratórios ou trompetas, que atravessam a água e permitem a respiração.

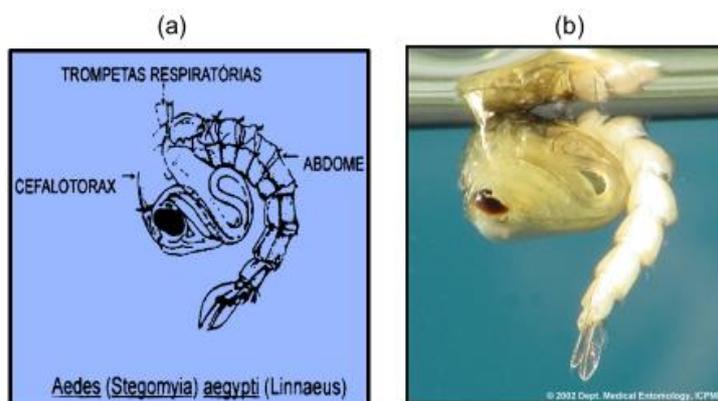


Figura 3 - Esquema da divisão corporal de uma pupa de *Ae. aegypti* (a) adaptada de (Brasil. Ministério da Saúde, 2001); foto de pupa de *Ae. aegypti* (b), disponível em: http://medent.usyd.edu.au/arbovirus/mosquit/photos/aedes_aegypti_pupa.jpg.

1.2.2 Ciclo de vida

Os mosquitos apresentam desenvolvimento pós-embrionário holometabólico, sofrem metamorfose completa, que compreende as fases de ovo, quatro estágios larvais (L1 a L4), pupa e adulto, e ocupam ambientes distintos a depender da fase do seu ciclo de vida (Forattini, 2002). As formas imaturas (ovos, larvas e pupas) colonizam diferentes coleções hídricas, enquanto que as formas adultas passam a ocupar espaços aéreos e terrestres (Forattini, 2002; Gouveia de Almeida, 2011).



Figura 4 - Fases do ciclo de vida dos culicídeos: ovos, larva, pupa e adulto alado. Adaptado de (Diniz et al., 2017)

A duração de cada uma das fases e estádios é heterodinâmica, uma vez que dependem essencialmente de condições ambientais, como temperatura, interações interespecíficas e acesso ao alimento (Parker et al., 2019; Schmidt et al., 2018). Em geral, a duração do ciclo de vida desde o ovo ao adulto pode variar entre 7 dias a 31°C, a 20 dias a 20°C. Porém, cada espécie apresenta seu intervalo ótimo de temperatura, podendo, a exemplo, a fase larval de espécies de clima temperado durar em torno de 4 semanas, ou outras espécies passarem vários meses de inverno nessa forma larval. Ou ainda, diante da exposição a condições ambientais desfavoráveis, utilizarem-se de mecanismos de dormência, como suspensão do desenvolvimento ou supressão de atividade metabólica desencadeada por sinais climáticos, umidade relativa, fotoperíodos ou nutrição com o objetivo de promover a sobrevivência ao estresse ambiental vivenciado em diferentes fase do ciclo de vida dos mosquitos (Diniz et al., 2017).

Após a eclosão dos ovos inicia-se a fase larval dos mosquitos, sempre em ambiente aquático. Em condições ambientais adequadas em um período médio de cinco a sete dias, as larvas passam por quatro estágios evolutivos. As partes mais quitinizadas como cápsula cefálica e sifão respiratório são mais acelerados

no crescimento quando comparados as partes moles que crescem mais lentamente (Consoli & Oliveira, 1994). O corpo da larva tem aspecto alongado e dividido em cabeça, tórax e abdômen. À medida que crescem as larvas passam por ecdises em quatro estágios larvais até chegarem a fase estacionária de pupa (Harbach & Knight, 1980).

Nessa fase de pupa não ocorre alimentação, mas respiram por meio de trombetas respiratórias, e há um processo intenso de divisão celular que resultará na formação no corpo do animal adulto prestes a eclodir (Forattini, 2002).

Superadas as dificuldades encontradas na fase aquática e após emergirem das pupas, as formas adultas ganham asas e com a capacidade de voo transitam do ambiente aquático ao terrestre, onde procuram abrigos que possam manter-se em repouso durante algumas horas até que ocorra o endurecimento do tegumento corporal necessário ao início das suas atividades.

1.2.3 Comportamento de mosquitos

Algumas espécies de mosquitos depositam seus ovos em ambiente terrestres, próximos a lâminas d'água, em local úmido, ou diretamente na água (Consoli & Oliveira, 1994). As coleções hídricas em que as formas imaturas de mosquitos colonizam são chamadas de criadouros, ecótopos epidemiologicamente importante onde convivem ovos, larvas e pupas (Forattini, 2002). Esses ecótopos são formados, principalmente, em corpos de água permanentes ou temporários, podendo ocupar axilas de folhas furos de árvores, bromélias ou ambientes artificiais (Harbach, 2007).

A seleção de criadouros e o tipo de oviposição por fêmeas adultas representam comportamentos decisivos para a sobrevivência de imaturos nesses ambientes confinados (Bentley & Day, 1989), onde pouca ou nenhuma mobilidade dos espécimes nessa fase impossibilita o deslocamento para outros ambientes, caso as condições locais se tornem desfavoráveis.

Os ovos de anofelinos são postos de forma individualizada na própria lâmina d'água. Apresentam formato de canoa e observa-se no exocório expansões denominadas flutuadores (Figura 5), estruturas exclusivas da Subfamília Anophalinae, inexistentes, portanto em Culicíneos. Os ovos de *Anopheles* flutuam na superfície da água até a eclosão. Estágios embrionários são concluídos de 14 a 24 horas após a postura (Valle et al., 1999) .

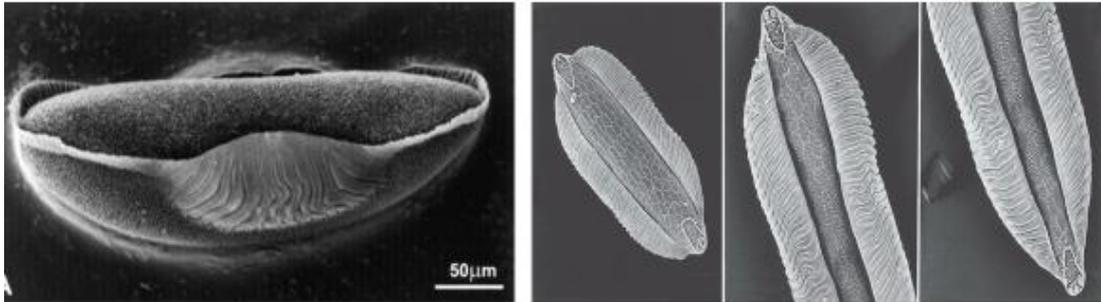


Figura 5 - Visualização do formato em canoa e de expansões no exocório, flutuadores, em ovos de anofelinos. (Valle et al., 1999)

Mosquitos do gênero *Culex* também realizam a ovipostura diretamente na lâmina d'água, porém não de forma individualizada, mas em grande quantidade de ovos, todos juntos formando uma jangada (Figura 6) (Forattini, 2002).

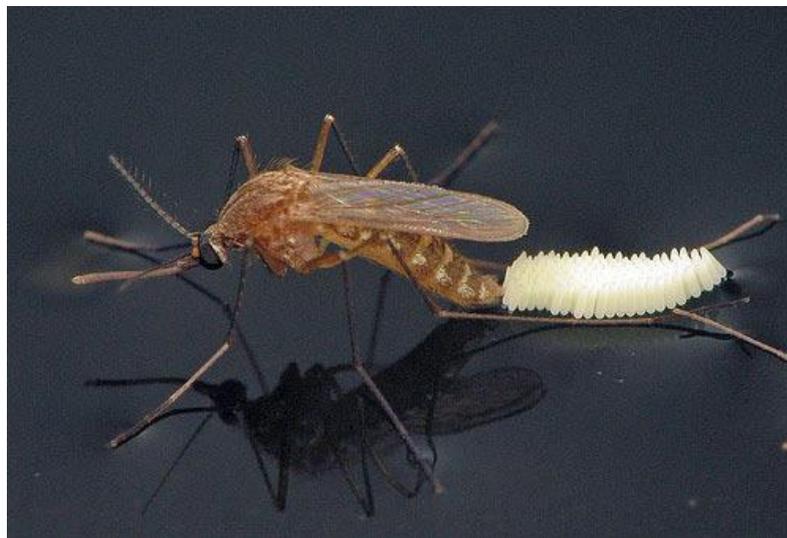


Figura 6 - Ovipostura de *Culex*. Observa-se a oviposição direta na lâmina d'água com ovos dispostos em grupos e formando jangada. Fotografia de Sean McCann. Disponível em: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/southern_house_mosquito.htm

Espécies do gênero *Aedes*, por outro lado, realizam a postura dos ovos, nas paredes dos criadouros, naturais ou artificiais, ligeiramente acima da lâmina d'água, distribuindo-os em pequenas quantidades. Como não são depositados diretamente na água, essa fase do desenvolvimento é muito suscetível à desidratação, principalmente durante as primeiras horas (Chadee *et al.*, 1995; Diniz *et al.*, 2017; Sobral & Da Penha Sobral, 2019).

O desenvolvimento normal termina aproximadamente 3 dias após a oviposição e a sobrevivência larval depende das reservas maternas (Noriega, 2013). Variações sazonais, de umidade e temperatura são respondidas por essas espécies, nessa fase de ovo, com a quiescência do primeiro instar larval dentro do ovo ainda inativo (Noriega, 2012), mecanismo que permite a sobrevivência do embrião em condições secas a partir de estímulos externos recebidos pelo embrião que o impede de eclodir em larvas, com parada temporária e imediatamente reversível após contato com a água. A espécie *Ae. aegypti* destaca-se entre os mosquitos pela sua característica de viabilidade prolongada por quiescência embrionária, pois produz ovos que resistem à dessecação e podem suportar meses de dormência (Diniz *et al.*, 2017; Noriega, 2013, 2012).

A maioria das larvas se alimentam de partículas em suspensão e microorganismos que extraem da água com escovas filamentosas da boca. As larvas dos gêneros *Aedes* e *Culex* revezam entre o fundo dos criadouros e a superfície, alimentando-se de nutrientes decantados na água e macroscopicamente podem ser diferenciados da subfamília Anophelinae, pela presença de sifão respiratório e pelo ângulo formado a partir da posição do sifão respiratório (Figura 7) quando da captação de oxigênio do ar (Forattini, 2002). Por outro lado, as larvas do gênero *Anopheles* permanecem na maioria do tempo paralelos a lâmina d'água alimentando-se de nutrientes suspensos e obtendo oxigênio necessário à sua sobrevivência (Figura 7).

	Ovos	Larvas	Adultos
<i>Anopheles</i>			
<i>Aedes</i>			
<i>Culex</i>			

Figura 7 - Principais diferenças entre os gêneros de *Aedes*, *Culex* e *Anopheles* de maior importância em saúde. Ilustração retirada de Lorenz *et al.*, 2018.

Na Figura 7, observa-se que *Anopheles* e *Aedes* colocam seus ovos separadamente. *Culex* põem ovos em jangadas. As larvas de *Anopheles* não possuem sifão respiratório e ficam paralelas à lâmina d'água, enquanto as de *Aedes* e *Culex* possuem sifão respiratório e em *Culex* essa estrutura é maior que em *Aedes*. Os adultos de *Anopheles* pousam formando um ângulo entre 50° e 90° em relação ao plano, *Culex* e *Aedes* repousam quase que paralelamente à superfície. *Aedes* mantêm o último par de pernas dobradas para trás ao pousar enquanto *Culex* encosta todas as pernas na superfície durante o pouso.

As pupas, assim como as larvas, também vivem na água, porém não se alimentam e nem passam por processo de muda, apenas respiram ar e mudam dentro de seu invólucro. É a fase em que ocorre a metamorfose do estágio larval para o adulto e que dura em torno de dois a três dias. Assim que a metamorfose estiver concluída a pupa irá até a superfície da água e parte de trás da caixa se romperá emergindo o mosquito adulto.

Na fase adulta, os mosquitos movimentam-se facilmente e são encontrados principalmente onde o ar é relativamente quente e a umidade é alta. Quanto a

distribuição vertical, normalmente estão relacionados aos hábitos alimentares (Harbach, 2007). Algumas espécies silvestres exofílicas, como *Phonimosia* e *Sabethes*, apresentam acrodendrofilia, preferem exercer suas atividades em copas de árvores, já *Aedes* e *Psorophora*, tem preferências por níveis próximos ao solo (Forattini, 2002) .

Em temperaturas ótimas vivem em média de 45 a 60 dias. A reprodução dos mosquitos ocorre nessa fase do ciclo de vida. São também os adultos fêmeas que se infectam e passam a ser competentes vetores de patógenos que adoecem humanos e outros animais silvestres e domésticos (Forattini, 2002).

O acasalamento dos culicídeos pode ocorrer em pleno voo, por enxamamento ou pousados, ou por enxameamento. A maioria dos culicídeos são eurígamos ou eurigâmicos, ou seja, necessitam que as fêmeas sejam atraídas para um enxame de machos, que podem ser de diferentes espécies, embora acredite-se que a ação de feromônios promova o reconhecimento da própria espécie (Charlwood, 1979; Vaníčková, Canale & Benelli, 2017; Alonso *et al.*, 2019).

Porém, outras espécies são estenógamas ou estenogâmicas, ou seja, são capazes de copular durante o voo, em repouso sobre uma superfície ou em ambientes confinados (Consoli & Oliveira, 1994; Forattini, 2002). As informações químicas necessárias sobre parceiros para acasalamento, locais de oviposição, obtenção de alimentos, escolha de hospedeiros para alimentação sanguínea são obtidas por meio do sistema olfativo dos mosquitos. Os principais órgãos olfativos dos insetos são suas antenas, nas quais os neurônios sensoriais olfativos, as sensilas olfativas estão localizadas (Chen, Liu & Liu, 2019).

Mosquitos adultos obtêm energia necessária para sobrevivência a partir de carboidratos provenientes de seivas, frutos e flores. Após a cópula, muitas fêmeas realizam alimentação sanguínea em vertebrados, para obtenção de aminoácidos disponíveis e essenciais para maturação e postura dos ovos (Consoli & Oliveira, 1994; Forattini, 2002).

1.3 As cidades e o risco de transmissão de patógenos por mosquitos vetores em contexto urbano

Alterações na paisagem natural constituem-se um novo modelo de ecossistema, marcado por intensas pressões ambientais. Essas pressões afetam diretamente as estruturas das populações de vetores, hospedeiros e patógenos à medida que alteram as relações entre predadores e competidores, disponibilidade de alimento, abrigo e condições seguras de sobrevivência (Lindahl & Grace, 2015).

Os processos fundamentais que moldam os padrões de diversidade também ocorrem em um ambiente urbanos (Levins, 1968). As espécies podem se tornar mais ou menos abundantes pela influência do ambiente, principalmente por meio de processos adaptativos em diferentes habitats (Connell, 1978; Grime, 1973).

Chaves *et al.* (2011), mencionam a pouca atenção ofertada aos serviços ecossistêmicos associados à diversidade em locais onde ocorrem interações abundantes entre humanos e outras espécies, como cidades, onde a maioria dos humanos já vive, e onde as tendências indicam um rápido aumento nos próximos anos.

Nesse sentido, as cidades são de interesse especial considerando o potencial de ampla transmissão de doenças e exposição a patógenos, (Bradley & Altizer, 2007), incluindo doenças transmitidas por mosquitos que afetam humanos, tanto em países em desenvolvimento, quanto em países ricos (Utzinger & Keiser, 2006; Chaves *et al.*, 2011).

Se por um lado a construção de cidades pode agregar valores de qualidade de vida aos seres humanos relacionados à ampliação do acesso a moradia, serviços de saúde, de educação, alimentação e lazer, por outro, traz grandes impactos negativos, típicos das ações humanas no ambiente natural, a saber: perda e alteração de habitats e da biodiversidade; exploração predatória de recursos; e introdução de espécies exóticas nos ecossistemas. Acrescem atualmente mais três grandes impactos negativos: aumento de patógenos;

aumento de tóxicos ambientais; e mudanças climáticas (Chivian & Bernstein, 2008).

Nas cidades e ao redor delas, há uma biodiversidade reduzida, o que significa um menor número de hospedeiros alternativos, que poderiam contribuir para um efeito de diluição de patógenos. Com a baixa oferta alimentar para os mosquitos sugadores, um aumento na transmissão de patógenos aos humanos é facilitado (Bradley & Altizer, 2007; Keesing *et al.*, 2010).

As cidades passam também a constituir ecossistemas com temperaturas mais elevadas e com mudanças sazonais mais discretas e a ofertar uma variedade de nichos artificiais propícios a proliferação de espécies de mosquitos (Lindahl, 2014).

Temperaturas mais elevadas afetam diretamente a longevidade, abundância e comportamento dos ciclos de reprodução do mosquito, bem como o período de incubação de patógenos no vetor. Climas mais quentes podem, por exemplo, aumentar a transmissão de patógenos como vírus pela redução do tempo necessário para replicação em temperaturas mais elevadas (Kramer & Ebel, 2003).

Assim, se por um lado ambientes naturais com uma maior riqueza de espécies podem servir como fonte para emergência de patógenos, por outro, em paisagens alteradas, degradadas, a perda da diversidade pode estar relacionada ao risco de aumento de incidência de doenças infecciosas (Lett, 2006; Keesing *et al.*, 2010; Roche & Guégan, 2011).

Acrescenta-se ainda que, o rompimento de barreiras geográficas, bem como o movimento migratório humano pelos diversos continentes e o recente processo de migração, globalização, exportações agrícolas e de animais, favorecem a dispersão de espécies e introdução de espécies exóticas aos diversos ambientes, constituindo em mais um fator importante para ecologia dos ecossistemas que afeta as principais interações interespecíficas (Espínola, 2007).

Da mesma forma, os agentes etiológicos também vão se dispersando a partir dos efeitos das novas configurações da sociedade humana e da dispersão

de seus vetores. Além dos aglomerados urbanos, a alta rotatividade de produtos e pessoas pelo mundo maximizam o potencial da interação entre os patógenos, vetores e os hospedeiros humanos (Aagaard-Hansen *et al.*, 2010).

Estudos filogenéticos demonstraram a dispersão de arbovírus, a partir de cepas que já foram exclusivas de determinados territórios, a qual vem se distribuindo pelos continentes, disseminado de forma simultânea com outros arbovírus já circulantes nos novos territórios. A exemplo, em 2014, o Brasil registrou a circulação simultânea de ZIKV, DENV e CHIKV em níveis epidêmicos em regiões densas e infestadas pelo mosquito *Ae. aegypti* (Sichieri *et al.*, 2016), tendo o primeiro caso autóctone de Zika vírus registrado em 2015 (Zanluca *et al.*, 2015).

Sendo assim, as alterações nos padrões de diversidade biológica de espécies devem ser compreendidas nos diferentes territórios e cenários de transmissão de doenças infecciosas, uma vez que a biodiversidade pode atuar de maneira distinta (Keesing *et al.*, 2010).

Tal fato, reforça a necessidade do conhecimento local de faunas vetoras, uma vez que as respostas do ambiente relacionadas a transmissão de patógenos associados a mosquitos vetores, embora esteja intimamente ligado à diversidade e susceptibilidade de hospedeiros e reservatórios, demonstram também depender dos padrões de diversidade das espécies vetoras, sendo impulsionadas por flutuações populacionais dessas espécies (Lett, 2006; Roche & Guégan, 2011; Duvall, 2019).

Além disso, as características peculiares dos territórios necessitam ser consideradas, uma vez que o conhecimento sobre a biodiversidade local deve ser permanente e em busca da vigilância de emergência e re-emergência de doenças. Portanto, este trabalho tratará sobre a diversidade de culicídeos nas Regiões Administrativas do Distrito Federal e de área do Aterro Controlado do Jóquei Clube de Brasília (ACJC) e região circunvizinha, periurbana à cidade Estrutural.

1.3.1 O Distrito Federal e o Aterro Controlado do Jockey Club de Brasília.

O Distrito Federal é o território nacional em que fica sediada a atual Capital do Brasil, Brasília, e outras 32 Regiões Administrativas. O DF se expandiu a partir da construção de Brasília, cidade planejada para ser a nova capital do Brasil, numa proposta de desenvolvimento econômico e ocupação dos grandes espaços vazios da região e de melhor distribuição da população humana, mais concentrada na faixa litorânea ou próxima, até a década de 1950 (SFB, 2016).

Há 60 anos o território que hoje compõe o Distrito Federal vem passando por intensas alterações desde a construção da capital Federal. As alterações decorrentes da ocupação do solo trouxeram e trazem mudanças a paisagem natural, conseqüentemente na composição de sua fauna e flora.

Desde os primeiros anos da capital federal, os resíduos sólidos da crescente população do Distrito Federal passaram a ser depositados a céu aberto em trincheiras no AJC, numa área de aproximadamente 200 hectares, em 2013, recebia 2.000 toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU (Committee e Committee, 2014).

Devido a crescente quantidade de resíduo produzido e da ineficiência de gestão dos resíduos, durante mais de 40 anos, a expansão da área de despejo de resíduos foi sendo direcionada para áreas cada vez mais próximas ao córrego Cabeceira do Valo (Koide e Bernardes, 1998). À medida que as áreas foram se tornando inadequadas para continuidade de despejo, por atingirem a capacidade máxima de compactação dos RSU, passavam a ser ocupadas por habitações de populações vulneráveis marginalizadas, especialmente por aqueles que realizavam a catação de RSU no local. O ACJC, em 2018, ano que finalizou as atividades de disposição de lixo doméstico local, foi considerado o maior aterro controlado a céu aberto da América Latina (Cruvinel et al., 2019).

No entanto, os RSU ainda permanecem no ACJC, as quais tornam-se cenários propícios a proliferação de mosquitos vetores de doenças que favorecem-se da diversidade de criadouros artificiais, que conferem abrigo e proteção (Ramos et al., 2017). Cruvinel et al (2020), aponta que 29,2% dos

catadores de material reciclável que exerciam atividades regulares de catação no ACJC relataram doenças como Dengue, Zika ou Chikungunya.

Na região circunvizinha, até 2018, existiam 32 chácaras, onde passa o córrego Cabeceira do Valo, cuja nascente está localizada no Parque Nacional de Brasília. Conforme Lei Complementar 803/209, que trata do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT, artigo 101, esta região é considerada como Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE, denominada, no inciso XIII – Área de Relevante Interesse Ecológico do Córrego Cabeceira do Valo. A ARIE do Córrego Cabeceira do Valo está inserida no clima Tropical de Altitude – Cwa (IBRAM, 2012).

Segundo Plano de manejo do IBRAM (2012), A ARIE do Córrego Cabeceira do Valo pode ser considerada como um trampolim de fauna entre o PNB e a APA do Lago Paranoá. As águas do córrego da Cabeceira do Valo podem transportar uma enorme riqueza de insetos provenientes do PNB e que se utilizam dele para o seu ciclo reprodutivo. Ao encontrar um ambiente favorável nesta área, os insetos essencialmente terrestres provenientes do PNB, também podem expandir seus habitats para a APA do Lago Paranoá.

Ainda, proximidade com núcleos urbanos e maior acessibilidade ao sistema de transporte, tornam esses espaços rurais mais susceptíveis às pressões para a ocupação urbana, muitas vezes promovida de forma irregular (IBRAM, 2012).

Pelo intenso impacto ambiental causado pelas atividades do aterro é possível que a população de mosquitos, anteriormente similar a da área do PNB, tenha sofrido alterações importantes em sua dinâmica populacional na área do aterro. Nesse contexto, a região da Cabeceira do Valo pode representar um cenário de transição de espécies de mosquitos entre os ambientes silvestres e urbano e conseqüentemente de patógenos a eles associados. Essa possibilidade confere a essa região o *status* de sentinela para dispersão de espécies de mosquitos vetores e de agentes etiológicos silvestres para áreas urbanas, sendo fundamental o desenvolvimento de um estudo para estimar as possíveis espécies de mosquitos vetores nesta área.

1.4 Biodiversidade: conceitos e aplicações

Na década de 1980, o termo “Biodiversidade” foi introduzido e passou a ser amplamente utilizado por cientistas inquietos com as interferências humanas nos organismos vivos. À época verificava-se uma intensa intervenção humana sobre a variabilidade das espécies por meio de práticas de extermínio, recriação e transformação (Lévêque, 1999).

A biodiversidade está relacionada a diversidade dos seres, refere-se à variedade e à variabilidade dos organismos vivos e à complexidade ecológica dos habitats onde ocorrem (Garcia, 1995). Biodiversidade também é a variedade funcional e estrutural das diferentes formas de vida genéticas, das populações, das espécies, das comunidades e dos diferentes níveis ecossistêmicos (Ianni, 2005). O conceito considera a variedade de ecossistemas, englobando tanto as comunidades de organismos de um ou mais habitats, quanto as condições físicas em que vivem (Wilson, 1994).

Um ecossistema pode ser definido como um conjunto de organismos que vivem em determinado local e interagem entre si e com o meio, formando um sistema estável, tendo, portanto, dois componentes básicos: bióticos (vivos) e abióticos (não vivos). Essas espécies podem interagir, basicamente, por meio da competição, predação, parasitismo e mutualismo. Essas interações associadas aos fatores abióticos locais podem ser benéficos ou prejudiciais em diferentes graus às espécies que compõe uma comunidade (Begon et al., 2006).

Os estudos sobre diversidade biológica de espécies tem sido ferramentas estratégicas para o planejamento de políticas de preservação e conservação de espécies em determinadas comunidades, tendo em vista a importância da diversidade de espécies para o equilíbrio dos ecossistemas, sendo adotado por diversos países para monitoramento dos ambientes utilizando bioindicadores (Cohen, 2003; Niemi & McDonald, 2004; McGeoch *et al.*, 2011; Gorenflo *et al.*, 2012; Soares-Filho *et al.*, 2012).

Vários organismos têm sido utilizados como bioindicadores dessas transformações promovidas pela humanidade, dentre eles cita-se os

invertebrados (Brown, 1997; Uys *et al.*, 2006; Engelbrecht, 2010; McGeoch *et al.*, 2011; Edge & Mecenero, 2015).

1.4.1 Diversidade de culicídeos

A diversidade de culicídeos desempenham um papel importante na dinâmica de transmissão de patógenos (Lounibos, 2002). Por exemplo, na Costa Rica, o mosquito Tigre Asiático, *Ae. albopictus*, tem sido relatado ocorrendo em microambientes, onde sua co-ocorrência com outras espécies de mosquitos é muito limitada pela natureza da monocultura (*commodities*) para exportação (Calderón-Arguedas *et al.*, 2015).

A intensa alteração da paisagem e os impactos da dispersão de espécies silvestres e estabelecimento em áreas vazias são recorrentemente estudados, em especial, para estudos de impacto ambiental de grandes obras e empreendimentos, dada a comprovada associação entre a dispersão dos patógenos e de espécies de mosquitos vetores (Barghini *et al.*, 2004; Guimarães *et al.*, 2004; Sebastião, 2005; Pontes, 2009; Gomes *et al.*, 2010; d'Avila, 2011).

Assim, os estudos sobre a riqueza de mosquitos tem sido realizados principalmente para investigar a fauna silvestre com foco em mosquitos vetores em parques nacionais (Guimarães *et al.*, 2000), áreas de reservas e proteção ambiental (Cantuária, 2012; Pereira, 2016; Urbinatti, 2004), parques urbanos (Barbosa *et al.*, 2003; Taípe-Lagos & Natal, 2003; Navarro-Silva *et al.*, 2004; Medeiros-Sousa *et al.*, 2013), áreas impactadas e instalação de empreendimentos (Friebe, 1983; Morais *et al.*, 2006; Leite, 2014) ou investigação de surtos e biologia dos mosquitos (Forattini & Gomes, 1988).

No Distrito Federal (DF) há poucos registros de estudos que objetivaram conhecer a diversidade da fauna de culicídeos. Em 1987, um levantamento entomológico realizado em regiões do Estado do Goiás incluiu a captura de mosquitos em uma fazenda em área rural do DF, para verificar a ocorrência de anofelinos na região (Elisa & Carvalho, 1989).

Após a identificação do vetor *Ae. aegypti* em território do DF no ano de 1986, os estudos sobre culicídeos foram focados nesta espécie durante a década

de 90. Segundo Knox e Degallier, em 1997, ocorreram os primeiros casos autóctones de dengue e isolou-se o vírus dengue tipo 1, no DF. No segundo semestre de 2000, notificaram-se 13 casos de dengue autóctones na Estrutural. (Knox & Degallier, 2001). Porém, segundo Dégallier et al (2000) a dengue está presente no DF, desde 1991, e os estudos virológicos do vetor começaram em 1998.

Ainda no final dos anos 90, a resistência aos inseticidas largamente utilizado para controle desse vetor já era uma preocupação real. Na primeira década dos anos 2000, os estudos foram focados no monitoramento destas populações com os produtos químicos utilizados com os testes de susceptibilidade para verificar a resistência da espécie aos inseticidas utilizados (Laurentino et al., 2004).

A partir de 2007, com os registros de mortes de primatas não humanos e de febre amarela silvestre em território do DF, estudos da fauna de culicídeos silvestres foram realizados em suporte da vigilância da febre amarela e pela ameaça da urbanização da doença.

Desde então, três estudos foram vinculados a levantamentos entomológicos da fauna de culicídeos em território do DF, todos eles com capturas no Parque Nacional de Brasília – PNB (Lira-Vieira et al., 2013; Obara et al., 2012; Santos et al., 2008). O estudo realizado por Obara et al. (2012), também investigou áreas periurbanas com registros de epizootia de primata não humano ou óbito humano confirmado por Febre Amarela Silvestre. Assim, foram levantadas as faunas de mosquitos em pontos das Regiões Administrativas do Guará, Lago Norte, áreas periurbanas das RAs de São Sebastião, Sobradinho II e áreas rurais do Gama e silvestres do PNB (Obara et al., 2012).

A partir desses estudos foi possível verificar a ocorrência de 37 espécies de culicídeos em território do DF, sendo 08 pertencentes a Subfamília Anophelinae e 29 da Culicinae.

1.4.2 Vigilância entomológica de mosquitos vetores no Distrito Federal

Além das pesquisas entomológicas em episódios de morte de primatas não humanos no DF, para vigilância da Febre amarela, maior esforço é realizado para levantamentos de índices de infestação de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em território urbano do DF voltados para vigilância e controle de arboviroses, principalmente da Dengue.

Para verificar índices de infestação de *Aedes aegypti* técnicas de levantamentos amostrais é prática rotineira nos serviços de controle desta espécie. O Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA), surgiu em 2003 devendo ser realizado em todo o País em Municípios com mais de 2.000 imóveis. Municípios com número de imóveis inferior à 2 mil, a alternativa é o Levantamento de Índice Amostral (LIA).

Trata-se de métodos de amostragem cujo objetivo é a obtenção de indicadores entomológicos de maneira rápida. O delineamento de amostragem é determinado em função da densidade populacional e do número de imóveis existentes, considerada uma técnica de amostragem por conglomerados, tendo o quarteirão como a unidade primária e o imóvel, a unidade secundária. No LIRAA é empregada uma técnica de amostragem randômica em que 450 imóveis de uma localidade são sorteados e visitados por agentes de vigilância ambiental ou de endemias para inspeção de criadouros e coleta de amostra de formas imaturas de mosquitos (Brasil. Ministério da Saúde, 2013).

Índices entomológicos são utilizados para avaliar os níveis de infestação do *Ae. aegypti*. Nos programas de controle de dengue os índices larvários são os mais usados sendo que os mais empregados são o Índice de Infestação Predial (IIP), o Índice de Breteau (IB) e o Índice por Tipo de Recipiente ITR. O IIP é definido como o percentual de imóveis positivos para imaturos de *Ae. aegypti* em uma dada localidade, o IB quantifica o número de recipientes contendo larvas de *Ae. aegypti* por 100 imóveis pesquisados, enquanto o ITR representa a relação em porcentagem entre o número do tipo de recipientes

positivos e o número de recipientes positivos pesquisados (Brasil. Ministério da Saúde, 2013).

Tanto o LIRAA e o LIA permitem a identificação dos criadouros (depósitos) predominantes e a situação de infestação dos municípios que o realizaram. Pelo LIRAA/LIA, IIP até 0,9% indicam condições satisfatórias ou baixo risco; entre 1% e 3,9%, situação de alerta (médio risco) e índices superiores a 4%, risco de surto. A proposta é levantar os índices de infestação do mosquito em um prazo de uma semana e identificar os locais mais críticos e os principais focos da área (Brasil. Ministério da Saúde, 2013).

Para realização do LIRAA as localidades do DF são divididas em estratos e estes, em bairros. Os estratos respeitaram o intervalo de 8.100 a 12 mil imóveis, sendo o número ideal em torno de nove mil imóveis. O número de bairros e o número de imóveis variaram em cada Região Administrativa. Os bairros visitados eram sorteados e a inspeção realizada em 20% dos imóveis. Mesmo no DF, levantamentos de índices amostrais são realizados para monitoramento ou avaliação rápida de algumas localidades. Nas localidades com número de imóveis entre 2.000 a 8.100 imóveis, são inspecionados 50% dos imóveis presentes no bairro sorteado (Distrito Federal. SES-DF, 2018).

No DF as amostras coletadas são enviadas para identificação nos laboratórios de entomologia da DIVAL. Nesses levantamentos as espécies *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* são computadas para cálculo dos índices e divulgação dos resultados e as demais espécies permanecem identificadas, porém esses dados não são analisados.

Uma parte deste estudo buscou, portanto, analisar a completude das espécies identificadas coletadas em criadouros artificiais e naturais em área urbana do Distrito Federal.

Diante da ausência de dados sobre a fauna de mosquitos em área do aterro controlado do Jockey Club de Brasília e região circunvizinha, uma segunda parte do estudo foi realizada a partir de levantamento de fauna crepuscular e noturna realizado nessa área.

1.4.3 Métricas para mensuração da biodiversidade

Segundo Magurran (2013, 1988) e Krebs (1999), as medidas de diversidade são divididas essencialmente em três grupos: as que se baseiam na riqueza de espécies, que é simplesmente o número absoluto de espécies; os modelos de abundância de espécies, que descrevem a distribuição da abundância das espécies; e as medidas embasadas na abundância proporcional de espécies, que buscam fundir os dois primeiros grupos.

Riqueza

A medida mais simples e fácil de se medir diversidade é usar a riqueza de espécies. A riqueza busca estimar a quantidade de espécies em uma comunidade, ou seja, mensurar as espécies presentes numa determinada área de interesse (Peet, 1974; Wilsey et al., 2005). Porém, é impossível estimar com exatidão todas as espécies existentes em uma área (Melo, 2004).

Nesse sentido, o esforço para captura de amostras que consigam representar o total de espécies que compõe uma comunidade muitas vezes é impraticável (Magurran, 2004), especialmente quando se trata de grupos com ampla diversidade e plasticidade para adaptação a diferentes cenários e pressões ambientais.

Além disso, as comunidades são unidades abertas ao fluxo de migrantes. Assim, mesmo após anos de estudos intensivos e realizados numa mesma área e com a mesma técnica, inventários estão sempre encontrando espécies inéditas aos anteriores, remetendo-se a necessidade da manutenção de buscas (Corbet *et al.*, 1943; Novotný & Basset, 2000; Longino *et al.*, 2002; Melo, 2004, 2008).

Outro desafio na contagem da riqueza está na relação espécie e território, quanto maior o território ou coleta maior o número de espécies (Melo, 2008). Por tal relação de dependência comparações entre comunidades devem ser realizadas considerando ou o esforço de coletas em termos de área, ou com base no número de indivíduos (Chao et al., 2009). Em casos de amostras diferentes, pode-se usar rarefação, um tipo de interpolação; (Hurlbert, 1971; Simberloff *et*

al., 1979; Gotelli & Ellison, 2016) ou extrapolação para padronizar a riqueza de espécies esperada num mesmo tamanho amostral (Melo, 2008).

Abundância

Além do número de espécies distintas em um ambiente, denominado riqueza (S) de espécies, o número de indivíduos por espécies, abundância (N), também é uma variável importante.

Em nenhum ambiente, seja ele natural ou modificado espécies são igualmente comuns. Em vez disso, o que se encontra comumente, são algumas espécies muito abundantes, outras moderadamente comuns e a grande maioria considerada como raras (Magurran, 2013).

A abundância relativa de cada espécie permite identificar aquelas que, por sua escassa representatividade na comunidade, são mais sensíveis às perturbações ambientais e aquelas mais capazes de se reproduzirem e sobreviverem às pressões ambientais e possíveis competições intra e interespecíficas (Magurran, 1988).

Friebe (1983), propôs uma categorização das espécies a partir da relação entre a abundância relativa de cada espécie e o total de indivíduos capturados para verificar a dominância e raridade de espécies, onde resultados podem ser categorizados em: eudominantes, dominantes, subdominantes, eventuais e raras (Friebe, 1983).

A busca pelo entendimento da composição de espécies em determinado ambiente se depara com o desafio de obtenção de informações que possam representar a variedade de espécies raras (Magurran, 2013).

Assim, as abundâncias das espécies em uma comunidade podem ser, equitativamente, mais bem distribuídas, ou desproporcionais, de forma que seja possível identificar processos de dominância de uma ou poucas espécies. Os métodos que analisam a estrutura de comunidade podem também classificar-se baseados na dominância ou na equidade, ou equitabilidade, da comunidade (Huston, 1994).

Para obter parâmetros completos da diversidade de espécies em um habitat, é recomendável, ainda, quantificar o número de espécies e a sua

representatividade usando índices adequados. Vários índices buscam mensurar a diversidade das comunidades a partir de expressões matemáticas simples, geralmente envolvendo a abundância relativa de cada espécie na amostra, que combinam e atribuem pesos distintos a parâmetros de riqueza e uniformidade, equitabilidade (Magurran, 2004). Os dois índices mais comumente utilizados são o de Shannon e o de Simpson (Melo, 2008).

Identificar uma mudança na diversidade, seja no número de espécies, na distribuição da sua abundância ou na dominância, nos alerta sobre processos empobrecedores e para aumentos populacionais explosivos de determinadas espécies, que em contexto urbano, são alvo de controle populacional, quando se trata de espécies vetoras de patógenos que adoecem animais humanos e não humanos (Magurran, 1988).

Assim, verificar a diversidade de mosquitos no DF pode auxiliar na orientação de prioridades para atuação de vigilância em saúde local e fundamentar outros estudos de biodiversidade e conservação de espécies.

Portanto, este trabalho tratará sobre a biodiversidade de culicídeos nas Regiões Administrativas do Distrito Federal e de uma área periurbana circunvizinha ao Aterro Controlado do Jóquei Clube de Brasília (ACJC).

2. Justificativa

As informações sobre padrões de diversidade e estrutura da fauna de culicídeos em áreas urbanas e de degradação ambiental no Distrito Federal (DF) ainda são escassas e muito dispersas na literatura. Ainda, os levantamentos entomológicos locais são pouco estimulados e/ou explorados para orientação e planejamento de estratégias de controle vetorial de populações de mosquitos vetores.

O conhecimento dessa fauna é etapa primordial para mapeamento e vinculação de possíveis doenças transmissíveis à população que habita o DF e para o direcionamento das ações de controle vetorial e análise dos impactos dessas ações na transmissão de patógenos ao ser humano.

A importância desse trabalho está associada à obtenção de informações sobre a diversidade de culicídeos, de como estão distribuídas geograficamente e na obtenção de dados ecológicos que permitam inferir sobre o potencial de dispersão, domiciliação, sazonalidade e constância das espécies em território urbano e periurbano do DF.

Diante às ameaças de transmissão de novas arboviroses e doenças re-emergentes em território brasileiro o conhecimento sobre a riqueza da fauna de culicídeos no DF é etapa importante para identificação e atuação precoce em cenários que possam ser propícios a transmissão de novas doenças. A partir dessas informações é possível elaborar novos estudos focados na vigilância entomológica e controle das espécies de interesse em saúde pública que compõe a fauna de culicídeos do DF.

Dessa forma, justifica-se a importância deste trabalho, o qual foi dividido em duas partes. A primeira que analisou a fauna de culicídeos do Distrito Federal no período de 2014 a 2019, a partir de dados secundários do serviço de vigilância entomológica da Diretoria de Vigilância Ambiental (DIVAL) realizados pela captura de rotina de formas imaturas de culicídeos em imóveis que compõem o território do Distrito Federal no período mencionado. A segunda parte tratou da análise de dados primários da fauna de culicídeos advindas da captura de mosquitos adultos em área do Aterro Controlado do Jóquei Clube de Brasília

(ACJC) e região de chácaras circunvizinha localizados na Cidade Estrutural no período de maio de 2018 a maio de 2019.

3. Objetivo Geral

Analisar a diversidade de culicídeos em áreas urbanas do Distrito Federal (DF) e periurbana circunvizinha ao Aterro Controlado do Jóquei Clube de Brasília (ACJC).

3.1 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram divididos em duas partes. A primeira refere-se ao estudo de fauna de culicídeos em áreas urbanas do DF (Parte I) e a segunda trata-se da ocorrência de mosquitos em áreas periurbanas circunvizinhas ao ACJCB (Parte II):

3.1.1 Parte I: Fauna de Culicídeos em área urbana do DF

- Descrever e analisar a diversidade de larvas de mosquitos procedentes de 32 Regiões Administrativas do DF;
- Identificar os tipos de criadouros mais produtivos para larvas de mosquitos em ambientes urbanos;
- Investigar as relações entre as variáveis climáticas e a abundância populacional das espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Cx. quinquefasciatus*.

3.1.2 Parte II: Fauna de Culicídeos ACJC e regiões circunvizinhas

- Caracterizar a diversidade de mosquitos adultos no ACJC e região circunvizinha, de acordo com o tipo de ambiente;
- Verificar a influência de fatores climáticos na abundância de *Cx. quinquefasciatus*.

4. Método

4.1 Parte I: Fauna de Culicídeos em área urbana do DF

4.1.1 Área de Estudo

O território do DF foi dividido inicialmente em oito Regiões Administrativas, por meio da Lei Nº 4.545/64 (Figura 8). Posteriormente, para atender a interesses políticos e administrativos, essas RAs foram subdivididas, chegando a 31 Regiões Administrativas, em 2016.

Em 2020, o território do Distrito Federal (DF) está dividido em 33 Regiões Administrativas (RA): I-Região Administrativa (RA) do Plano Piloto; II – Gama; III – Taguatinga; IV – Brazlândia; V – Sobradinho; VI – Planaltina; VII – Paranoá; VIII – Núcleo Bandeirante; IX – Ceilândia; X – Guará; XI – Cruzeiro; XII – Samambaia; XIII – Santa Maria; XIV – São Sebastião; XV – Recanto das Emas; XVI – Lago Sul; XVII – Riacho Fundo; XVIII – Lago Norte; XIX – Candangolândia; XX – Águas Claras; XXI – Riacho Fundo 2; XXII – Sudoeste/Octogonal; XXIII – Varjão; XXIV – Park Way; XXV – Estrutural; XXVI – Sobradinho II; XXVII – Jardim Botânico; XXVIII – Itapoã; XXIX – SIA; XXX – Vicente Pires; XXXI – Fercal; XXXII – Sol Nascente/Pôr do Sol; XXXIII – Arnieiras.

Há época do estudo, a Diretoria de Vigilância Ambiental (DIVAL) utilizava a referência de 31 RAs, portanto até a RA XXXI – Vicente Pires. Na organização de seus serviços e equipes a RA I – Plano Piloto (Brasília) foi dividida em Asa Norte e Asa Sul. Assim, as análises deste estudo foram realizadas em um universo de 32 localidades amostradas.



Figura 8 - Divisão Administrativa do Distrito Federal. Adaptado de: Codeplan, 2017 - Atlas do Distrito Federal

O DF está totalmente inserido no bioma cerrado, possui clima tropical, segundo classificação de Köppen, com precipitação anual média de 1668 mm e temperatura média de 22°, variações de temperatura de 13 °C a 28 °C e sazonalidade acentuada, marcada por uma estação seca com umidade relativa de 20% ou abaixo, na qual abrange os meses de maio a setembro, representando um inverno seco e frio; e uma estação chuvosa, de outubro a abril, caracterizando-se com um verão úmido e temperaturas mais elevadas. Seu relevo é predominantemente plano e em seu território encontram-se as cabeceiras de afluentes do Rio Maranhão (afluente do Rio Tocantins), Rio Preto (afluente do São Francisco) e os Rios São Bartolomeu e Descoberto (tributários do Rio Paraná), conforme Codeplan (2017).

Mais da metade das áreas de florestas do DF são ocupadas pelo Cerrado sensu stricto (75.002ha), seguido pelas Matas de Galeria (44.453ha). As demais formações florestais naturais - Matas Secas, Cerradão, Vereda, Parque de Cerrado e Palmeiral - ocupam juntas cerca de 11% (14.692ha). Quanto ao uso da terra, 36% (208.448ha) da área do DF é utilizada para agricultura, campos naturais e plantados utilizam 149.518ha, e florestas naturais e plantadas,

142.993 ha. As áreas urbanas correspondem a 69.415ha, corpos d'água 6.458 ha e demais usos 2.056ha (áreas degradadas e solo exposto) (SFB, 2016).

4.1.2 Fonte de dados

As análises da estrutura da fauna de culicídeos das áreas urbanas do DF foram realizadas, a partir de dados secundários advindos dos registros de amostras de formas imaturas coletadas e identificadas pelos serviços de vigilância entomológica da Diretoria de Vigilância Ambiental em Saúde (DIVAL), em 32 Regiões Administrativas, durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018.

As capturas entomológicas foram realizadas pelos Agentes de Vigilância Ambiental - AVAs seguindo os protocolos de amostragem, inspeção de imóveis e coleta de imaturos utilizados pela DIVAL e descritos nas diretrizes do Ministério da Saúde (Brasil. Ministério da Saúde, 2013, 2001). Durante o período foram realizados Levantamentos de índices amostrais incluindo 19 Levantamentos Rápidos de Índice de Infestação de *Ae. aegypti* – LIRAA: 04 em 2014 (nos meses de janeiro, março, agosto e outubro); 04 em 2015 (em janeiro março, julho e setembro) 03 em 2016 (abril, setembro e dezembro) e outros 4 nos anos de 2017 e 2018 (nos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro).

Durante a inspeção, seja no LIA ou no LIRAA, os potenciais criadouros eram examinados e quando positivos para formas imaturas de mosquitos amostras eram coletadas e os criadouros manejados ou tratados com larvicidas, a fim de eliminar os riscos de proliferação de mosquitos. Em formulário próprio (Anexo 1), os achados da inspeção eram anotados, como os tipos de depósitos inspecionados, conforme classificação proposta pelo Ministério da Saúde (Anexo 2). Quando focos de formas imaturas eram encontrados amostras eram coletadas com utilização de pequenas bacias plásticas e pipeta em quantidade de até 10 espécimes por criadouro. As amostras eram armazenadas em tubetes contendo álcool, identificados por etiqueta (Anexo 3) e encaminhados ao laboratório de entomologia de referência local, junto ao boletim diário de serviço para devida identificação.

Em laboratório os espécimes eram processados e identificados com auxílio de microscópio bacteriológico Olympus CS 41, estereoscópico Olympus SZ61 e chaves dicotômicas, contidas em Consoli & Lourenço (1994) e Foratini (2002) e os resultados anotados no boletim enviado e em formulário próprio do laboratório para os registros locais.

O acumulado dos resultados positivos de amostras imaturas de mosquitos coletados no Distrito Federal no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018 seja na rotina do serviço ou nas pesquisas do LIRAA foram disponibilizados, após solicitação por meio de carta de anuência do Subsecretário de Vigilância em saúde do DF, constante no Anexo 4, para as análises dessa pesquisa.

A partir de dados disponibilizados pela DIVAL foi tabulado um banco utilizando Microsoft Excel do pacote Office 365, contendo as variáveis quantidade de formas imaturas identificadas, agregadas as variáveis: data (mês e ano), Região Administrativa (RA), tipo de depósito (grupos e/ou subgrupos dos tipos de depósitos A1, A2, B, C, D1, D2 e E).

Registros de espécimes identificados apenas até gênero foram excluídos das análises estatísticas e de diversidade, permanecendo apenas aqueles identificados ao nível de espécies.

Para as análises de influência dos fatores macroclimáticos, as variáveis climáticas independentes de temperatura mínima (°C), média (°C) e máxima (°C); precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m/s) foram obtidos por consulta automática ao banco de dados das estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019).

4.1.3 Análise de dados

As análises estatísticas foram realizadas usando aplicativo Past (PAleontological STatistics) 326b (Hammer, Harper & Ryan, 2001)

Para descrição adequada dos achados e possíveis inferências estatísticas, antes das escolhas dos índices e testes foram verificadas as distribuições dos dados, a partir da análise da normalidade, utilizando-se dos testes de Shapiro-Wilk e Lilliefors e a homogeneidade de variância a partir dos resultados dos

testes de Levene e Bartlett. Devido à falta de normalidade dos dados, grandes desvios padrão e falta de homogeneidade de variância, foram utilizados testes não paramétricos.

Para testar hipóteses de aleatoriedade nas abundâncias encontradas por tipo de criadouro e meses foram utilizados o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para três ou mais amostras. Teste Dunn, par a par também foi utilizado para as diferenças por tipo de criadouro. Admitiram-se valores de $p < 0,05$ como significantes. Para estes cálculos o aplicativo Past (Hammer *et al.*, 2001) foi utilizado.

Para descrever e analisar os padrões de diversidade de mosquitos em áreas urbanas do DF, por Região Administrativa, por criadouro e no tempo foram escolhidos os atributos de riqueza, abundância, equitabilidade, diversidade e dominância de espécies.

A riqueza consistiu no somatório do número de diferentes espécies registradas no espaço, tempo e por tipo de criadouro. A avaliação da suficiência amostral das coletas de formas imaturas de culicídeos foi verificada por meio da análise da curva de rarefação com o acúmulo de dados da riqueza registrados mensalmente.

Para a classificação da constância utilizou-se a fórmula $C\% = (p/N) \cdot 100$, onde p é o número de ocasiões (meses) em que uma espécie foi capturada e N o total de meses de capturas. A partir dos resultados as espécies foram agrupadas conforme categoria de constância: constante ($C > 50\%$), acessório ($C = 25-50\%$) e acidental ($C < 25\%$) (Silveira Neto *et al.*, 1976).

Já a classificação de dominância foi realizada de acordo com as categorias propostas por (Friebe 1983), a partir da relação entre a abundância relativa de cada espécie e o total de indivíduos capturados, em que os resultados foram categorizados em: eudominantes ($D > 10\%$), dominante (5-10%) subdominantes ($D = 2-5\%$), eventual ($D = 1-2\%$) e raras ($D < 1\%$) (Friebe, 1983).

Para avaliar a uniformidade da distribuição das abundâncias de espécies de culicídeos no tempo, nicho e por RA foi estimado o índice de Pielou (J), que deriva-se do índice de Shannon (H') e busca avaliar a uniformidade na

distribuição das abundâncias das espécies em intervalo [0,1], onde 1 representa uniformidade máxima, ou seja, todas as espécies igualmente representadas e 0 representa uma uniformidade mínima na distribuição dos indivíduos (Ricotta, 2005) e pode ser obtido através da equação:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Em que:

J' = índice de Equabilidade de Pielou

H' max = ln(S) = diversidade máxima;

S = número de espécies amostradas = riqueza.

Opostamente, para avaliar o quanto algumas espécies predominam as comunidades por suas maiores abundâncias, índice de dominância proposto por Simpson (1949) foi calculado para comparar e identificar períodos, grupos de criadouros e RAs em que uma ou poucas espécies dominam a comunidade.

O índice de dominância de Simpson (D) considera o número de espécies (s) e o total de números de indivíduos (N), mas também a proporção do total de ocorrências de cada espécie. Esse índice aproxima seu resultado de zero, quanto maior for a riqueza de espécies distribuídas equitativamente.

A equação proposta por Simpson calcula a probabilidade de amostras aleatórias incluírem dois indivíduos quaisquer como pertencentes à mesma espécie (Simpson, 1949). A diversidade de Simpson é estimada através da seguinte equação:

$$D_s = 1 - \sum_{i=1}^n \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

Onde:

n_i é o número de indivíduos de cada espécie;

N é o número de indivíduos.

O índice de Simpson, varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância e menor a diversidade (Magurran, 2013).

Uma vez que quando D aumenta a diversidade diminui, para converter essa probabilidade a uma medida de diversidade, o índice é expresso como 1/D. Para contornar esta característica e tornar a interpretação mais fácil, será seguida a recomendação de Lande (1996) e o índice de diversidade de Simpson será expresso como 1-D, o que representa a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso serem de espécies diferentes ou 1/D para representar a relação inversa com a dominância.

Para o índice de diversidade de Shannon (H') quanto maior for o valor de H', maior será a diversidade da população em estudo, onde H' é dado por:

$$H' = \frac{\left[N \cdot \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i) \right]}{N}$$

em que:

N = número total de indivíduos amostrados;

n_i = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;

S = número de espécies amostradas;

ln = logaritmo de base neperiana (e).

4.1.4 Análise da influência dos fatores climáticos nas abundâncias das espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Cx. quinquefasciatus*

Para verificação visual das componentes de sazonalidade, tendência e picos nas abundâncias totais de formas imaturas de mosquitos capturadas mensalmente durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018 foram construídos gráficos de tendência linear e média móvel. Gráficos de previsão da série temporal das espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Cx. quinquefasciatus*, para o período de 2014 a 2022 também foram construídos para verificar picos populacionais e projeções nas abundâncias das principais espécies vetoras. Testes de Dickey Fuller foi utilizado conferir a estacionariedade e Mann-Kendall para a tendência admitindo-se p<0,05 como significante.

Para verificar a correlação das variáveis macroclimáticas na estrutura, composição e abundância das espécies capturadas em ambiente urbano do DF

foram calculados os coeficientes de correlação de Spermán (r_s), testando-se a significância das correlações e admitindo-se valores de $p < 0,05$ como significantes.

As análises estatísticas e construção dos gráficos foram realizados com a utilização do Excel, Microsoft 365, aplicativo Past.

4.2 Parte II: Fauna de Culicídeos ACJC e regiões circunvizinhas

4.2.1 Área de estudo

A segunda parte do estudo foi desenvolvida nas proximidades e na área do “Lixão da Estrutural” que atualmente é denominado de Aterro Controlado do Jockey Clube (ACJC).

Situado entre o Parque Nacional de Brasília, a Via Estrutural e o Córrego Cabeceira do Valo, a área do ACJC possui 200 hectares de extensão. Ao Sul encontra-se uma porção de terra, que no passado fez parte do aterro, e que hoje se encontra habitada por famílias de baixa renda. A oeste do ACJC está o córrego Cabeceira do Valo e uma região de chácaras, de pequena produção hortifrutigranjeira. A leste e ao norte está o Córrego do Acampamento e a área do Parque Nacional de Brasília (PNB), conforme mostra a Figura 9.



Figura 9 - Localização geográfica das áreas de estudo na Estrutural. A: Córrego Cabeceira do Valo; B: Setor de Chácaras Cabeceira do Valo; C: Aterro Controlado do Jockey Clube; D: Setor de Chácaras Santa Luzia; F: Via Estrutural. Fonte: Google Maps, 2020.

As áreas selecionadas para o estudo são caracterizadas por: a) área de recente transbordo de resíduos sólidos com presença de lagoa de chorume e de setor administrativo no aterro; b) área com características rurais, utilizada em grande parte para produção de hortaliças, pomar, criação de peixes, abelhas, pequenos animais de produção, circunvizinha à área de transbordo do lixão de Brasília e c) área de mata próxima ao córrego do Valo e mata residual em área do aterro.

Inicialmente, foi realizado levantamento das áreas do estudo. Realizou-se visita ao ACJC, onde foram pactuados com os responsáveis pelo local a seleção de três pontos de instalação das armadilhas, sendo na administração do local, na lagoa de chorume e em área de mata residual, onde eram realizadas as atividades de catação (Figura 10).



Figura 10 – Seleção dos pontos de captura em áreas do ACJC. A: Atividades de catação de resíduos pelos trabalhadores. B: transição entre a área de disposição de resíduos e mata residual; C: Lagoa formada para captação do chorume produzido no local.

Após isso, foram realizadas visitas domiciliares nas chácaras da comunidade da Cabeceira do Valo, devidamente acompanhados pelo Agente Comunitário da Equipe de Estratégia Saúde da Família e Agente de Endemias responsável pelo território para seleção dos pontos de captura. Durante a seleção foi necessário considerar a disponibilidade dos moradores em participar e colaborar com a coleta das amostras no período de um ano.

Para isso, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado por cada participante. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde – FEPECS, CEP N. 55754216.5.0000.5553. Foram selecionadas as casas com presença de chiqueiros, galinheiros e canis, além de vegetação de mata de galeria, junto ao córrego Cabeceira do Valo (Figura 11).



Figura 11 - Visita as chácaras circunvizinhas ao ACJC para seleção das propriedades que participaram da pesquisa. A: Equipe técnica que apoiou a etapa de seleção das propriedades. B: Área de uma propriedade com acesso a mata mais preservada; C: trecho do córrego do Valo; D: plantação de hortaliças; E, F, G e H, observação de animais domésticos e de produção para subsistência familiar.

Definiram-se um total de 14 pontos de captura, distribuídos no intra e peridomicílio das casas, abrigos dos animais (galinheiro, chiqueiro e canil) e 03 pontos que permaneceram próximos a mata do córrego, equidistantes 150m uma da outra. Todos os pontos foram georreferenciados com GPS (Global Positioning System) da marca GARMIN e os mapas foram construídos com auxílio do programa DIVES, que utiliza base de mapas do Google, conforme Figura 12.



Figura 12 - Mapa da área de estudo, aterro do Jóquei e chácaras da comunidade Cabeceira do Valo, Cidade Estrutural - Distrito Federal. Os pins em amarelo são os pontos de instalação de armadilhas CDC.

4.2.2 Capturas entomológicas

Para obtenção das amostras de mosquitos adultos utilizaram-se armadilha do tipo CDC, descrita originalmente por Sudia e Chamberlain (1962), alimentadas por baterias de 6v, 12 A (Figura 13).



Figura 13 - Preparação para as instalações das armadilhas no campo. A: etiquetas permanentes que identificava os pontos fixos a serem instaladas; B: armadilhas devidamente limpas, prontas

para montagem e para instalação; C, D, E: montagem das armadilhas para instalação; F: testes das baterias.

Mensalmente, foram instaladas 14 armadilhas por três noites consecutivas, entre maio de 2018 a maio de 2019. As armadilhas eram ligadas às 18 horas e recolhidas às 8 horas da manhã do dia seguinte. Em seguida, os potes eram recolhidos e substituídos para coleta da noite seguinte. As baterias eram testadas e substituídas quando necessário. O mesmo procedimento era repetido nos dois dias subsequentes e durante os 12 meses de coleta (Figura 14).

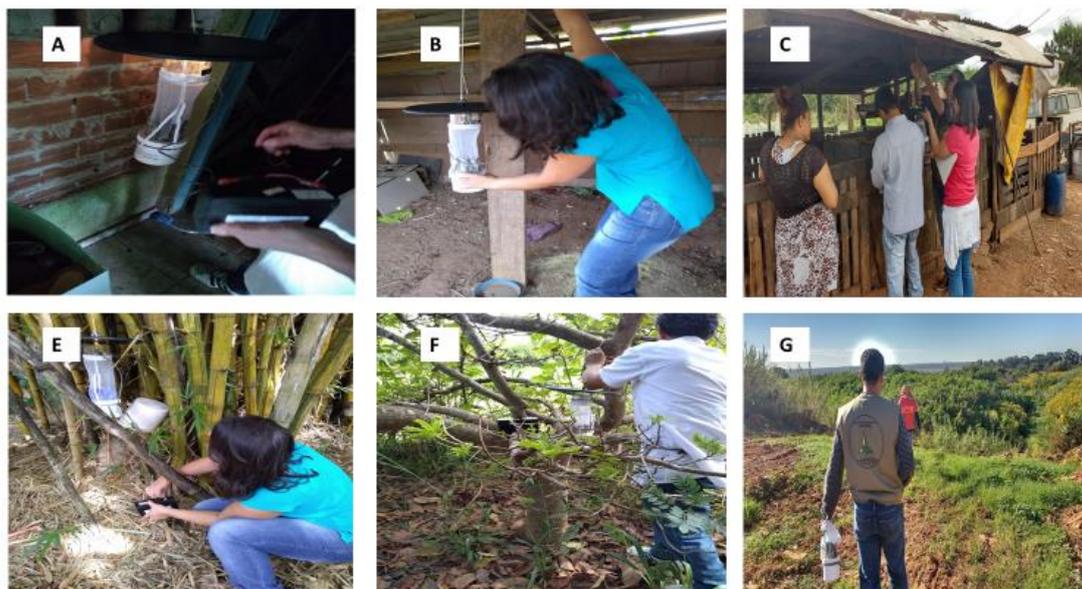


Figura 14 - Procedimento de instalação de armadilhas. A: Instalação de armadilha no intradomicílio, B: Instalação em peridomicílio, galinheiro; C: instalação de armadilha em pocilga; E e F: instalação de armadilha em ambiente de mata; G: instalação de armadilha em área do aterro controlado do Jockey Clube.

Após o recolhimento, as armadilhas eram encaminhadas ao Laboratório de Entomologia da Diretoria de Vigilância Ambiental em Saúde do DF – DIVAL. Em seguida, os mosquitos eram sacrificados em freezer. Após isso, as amostras eram separadas e armazenadas em potes devidamente identificados.

As fêmeas dos mosquitos foram montadas e identificadas (Figura 15). Os machos e as espécies danificadas foram contabilizados. As amostras foram identificadas com auxílio de microscópio bacteriológico Olympus CS 41, estereoscópio Olympus SZ61 e utilizando chaves dicotômicas disponíveis em Lane, 1953; Consoli & Lourenço (1994) e Foratini (2002). Gêneros e subgêneros foram abreviados segundo Reinert (1975). As espécies estão depositadas no

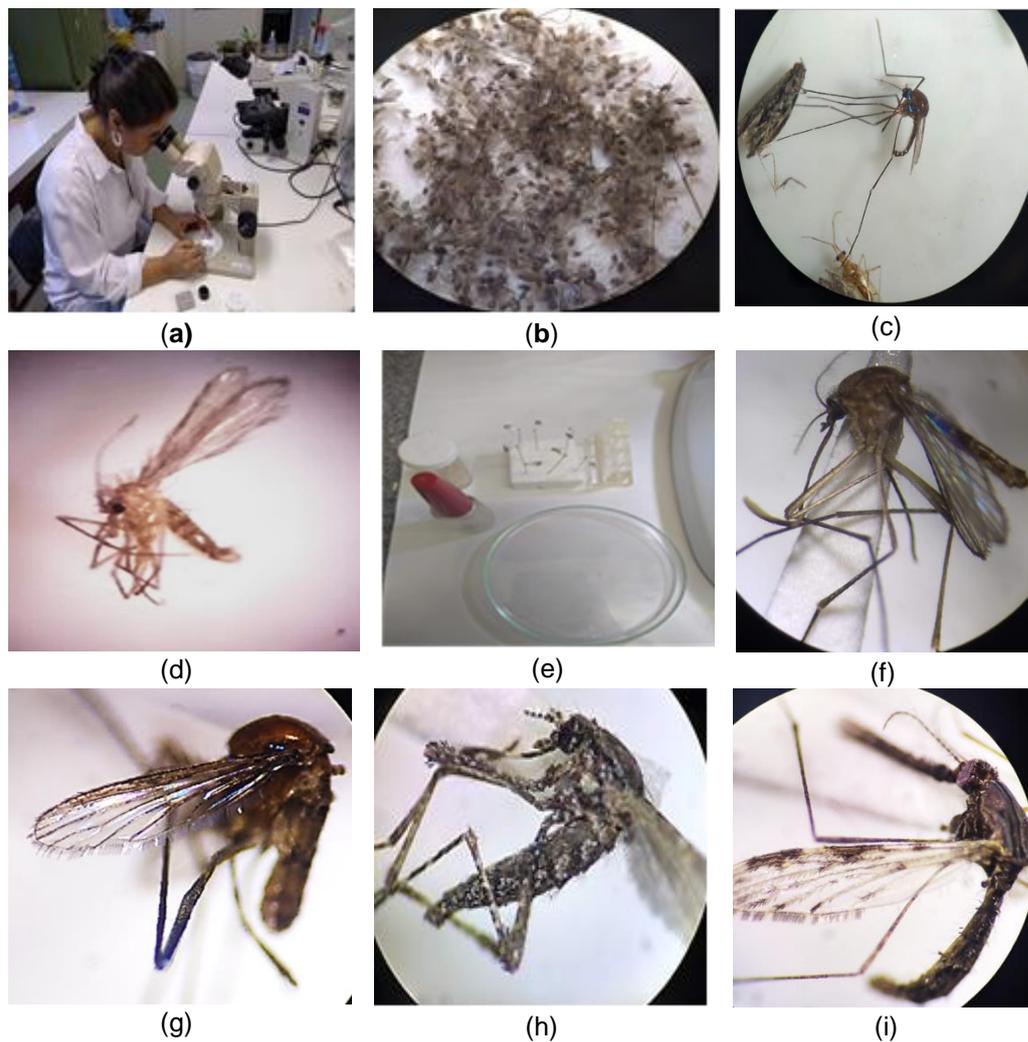


Figura 15 - Processo de triagem, montagem e identificação de espécies. (a): utilização de lupa; (b): visualização de amostra a ser triada; (c): separação de mosquitos entre outros insetos; (d): separação de flebótomo de outros insetos; (e) materiais utilizados para a montagem das fêmeas; (f) identificação de *Culex quinquefasciatus*; (g) identificação de *Limatus durhamii*; (h) identificação de *Aedeomyia squamipennis*; (i) exame de asa de *Anopheles* para identificação da espécie.

4.2.3 Análise de dados

A comparação da riqueza e diversidade entre os ambientes do ACJC e regiões circunvizinhas foi analisada por meio de curvas de rarefação (interpolação) e de predição (extrapolação), construídas com base em indivíduos e de acordo com os modelos propostos por Chao et al. (2014) obtidos com base nos números de Hill (1973). Os índices de diversidade obtidos equivalem ao exponencial do índice de entropia de Shannon (EXP H') e ao inverso do índice de Simpson (1/D). Os intervalos de confiança (IC) de 95% para as estimativas foram calculados pelo método de bootstrap com base em 100 replicações.

Para a classificação da constância das espécies coletadas em toda região do ACJC e circunvizinha utilizou-se a categorização proposta por (Silveira Neto et al. (1976) e já a classificação de dominância foi realizada de acordo com as categorias propostas por Friebe (1983).

O índice quantitativo de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957) foi a métrica utilizada para detectar e comparar o grau de similaridade entre a composição das abundâncias das espécies entre e os ambientes do ACJC e região circunvizinha. A partir da matriz de similaridade/dissimilaridade obtida, utilizando como distância à própria dissimilaridade de Bray-Curtis e o método aglomerativo foi o Average linkage, foi construído um dendograma.

A verificação de relação de causalidade entre as abundâncias e cada uma das variáveis macroclimáticas mensurada foi utilizado modelos lineares generalizados com distribuição de erros binomial negativa, adequada para dados de contagem, a exemplo da abundância de mosquitos.

Todas as análises estatísticas e construção de gráficos foram realizados utilizando o ambiente computacional R (R Core Team, 2019) com o auxílio dos pacotes iNEXT (Hsieh, Ma & Chao, 2016), Vegan (Oksanen et al., 2007) e ggplot2 (Wickham, Chang & Wickham, 2016).

5 Resultados

5.1 Fauna de culicídeos de áreas urbanas do Distrito Federal

Entre 2014 e 2018 foram inspecionados 11.897.748 depósitos dos tipos A1, A2, B, C, D1, D2 e E. Destes 24.889 (0,21%) foram positivos, ou seja, continham larvas e/ou pupas de mosquitos, dos quais foram coletados um total de 296.277 amostras.

Destas amostras coletadas, 288.516 (97,2%) foram identificadas, pertencentes a 12 espécies listadas na Tabela 2. As espécies mais abundantes em áreas urbanas do DF foram: *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762); *Culex (Culex) quinquefasciatus*; *Aedes (Ochlerotatus) fluviatilis* (Lutz, 1904) e *Culex (Culex) coronator* Dyar & Knab, 1906. Juntas foram responsáveis por cerca de 95% dos indivíduos coletados.

Ae. fluviatilis, *Ae. aegypti*, *Cx. coronator* e *Cx. quinquefasciatus* ocorreram em todos os meses pesquisados e assim como as espécies *Aedes (Stegomyia) albopictus*, *Aedes (Ochlerotatus) scapularis* (Rondani 1848), *Culex (Phenacomyia) corniger* (Theobald, 1903), *Culex (Culex) declarator* (Dyar & Knab, 1906), *Cx. (Cux.) dolosus* (Lynch Arribalzaga, 1891) e *Limatus durhamii* (Theobald, 1901) foram classificadas como constantes, estiveram presentes em mais de 50% dos meses de capturas realizadas no DF (Tabela 2).

Apenas *Culex (Culex) chidesteri* (Dyar, 1921) e *Cx. (Cux.) saltanensis* (Dyar, 1928) foram consideradas acessórias por estarem presentes em menos de 50% dos meses amostrados, porém em mais de 25% do total de meses pesquisados (Tabela 2).

Tabela 2 - Distribuição da ocorrência, constância e dominância das espécies de culicídeos capturadas em 32 Regiões Administrativas do DF, entre 2014 a 2018.

Espécie	FOM¹	%	Const.²	N (RAs)	%	N	N (%)	Dom³
<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> (Linnaenus, 1762)	60	100	C	32	100	178.400	61,83	E
<i>Ae. (Stg.) albopictus</i> (Skuse, 1894)	56	93	C	29	91	5.666	1,96	Ev
<i>Aedes (Ochlerotatus) fluviatilis</i> (Lutz, 1904)	60	100	C	30	94	24.121	8,36	D
<i>Ae. (Och.) scapularis</i> (Rondani 1848)	37	62	C	14	44	495	0,17	Rr
<i>Culex (Culex) chidesteri</i> (Dyar, 1921)	29	48	A	10	31	327	0,11	Rr
<i>Cx. (Cux.) coronator</i> (Dyar & Knab, 1906)	60	100	C	31	97	13.461	4,67	Sd
<i>Cx. (Cux.) declarator</i> (Dyar & Knab, 1906)	43	72	C	19	59	997	0,35	Rr
<i>Cx. (Cux.) dolosus</i> (Lynch Arribalzaga, 1891)	57	95	C	25	78	2.720	0,94	Rr
<i>Cx. (Cux.) quinquefasciatus</i> (Say, 1823)	60	100	C	32	100	58.774	20,37	E
<i>Cx. (Cux.) saltanensis</i> (Dyar, 1928)	17	28	A	10	31	161	0,06	Rr
<i>Culex (Phenacomyia) corniger</i> (Theobald, 1903)	48	80	C	26	81	2.421	0,84	Rr
<i>Limatus durhamii</i> (Theobald, 1901)	43	72	C	21	66	973	0,34	Rr
Total	60	100		32	100	288.516	100	

¹FOM: Frequência de Ocorrência Mensal.

²Const: Classificação de constância. C: constante (C>50%), A: acessório (C=25-50%) e Ac: acidental (C<25%).

³Dom: Classificação de dominância proposta por (Friebe, 1983). E: eudominantes (D>10%), D: dominante (D= 5-10%), Sd: subdominante (D=2-5%), Ev: eventual (D=1-2%) e Rr: rara (D<1%).

Todas as espécies estiveram presente em pelo menos 31% das RAs pesquisadas, sendo que 9 das 12 espécies em 50% delas, porém *Cx. saltanensis* (10%), *Ae. scapularis* (10%) e *Cx. chidesteri* (10%) foram as espécies menos dispersas entre as RAs pesquisadas durante o período analisado (Tabela 2).

Ae. aegypti e *Cx. quinquefasciatus* foram as espécies classificadas como eudominantes, *Ae. fluviatilis*, dominante; *Culex coronator*, subdominante e *Ae. albopictus*, eventual. As demais espécies foram classificadas como raras, com abundância relativa menor que 1% (Tabela 2).

A riqueza de 12 espécies foi registrada em todos os anos estudados e atingida já nos primeiros meses analisados. A curva de rarefação (Figura 16) demonstra a assíntota alcançada durante o período do estudo.

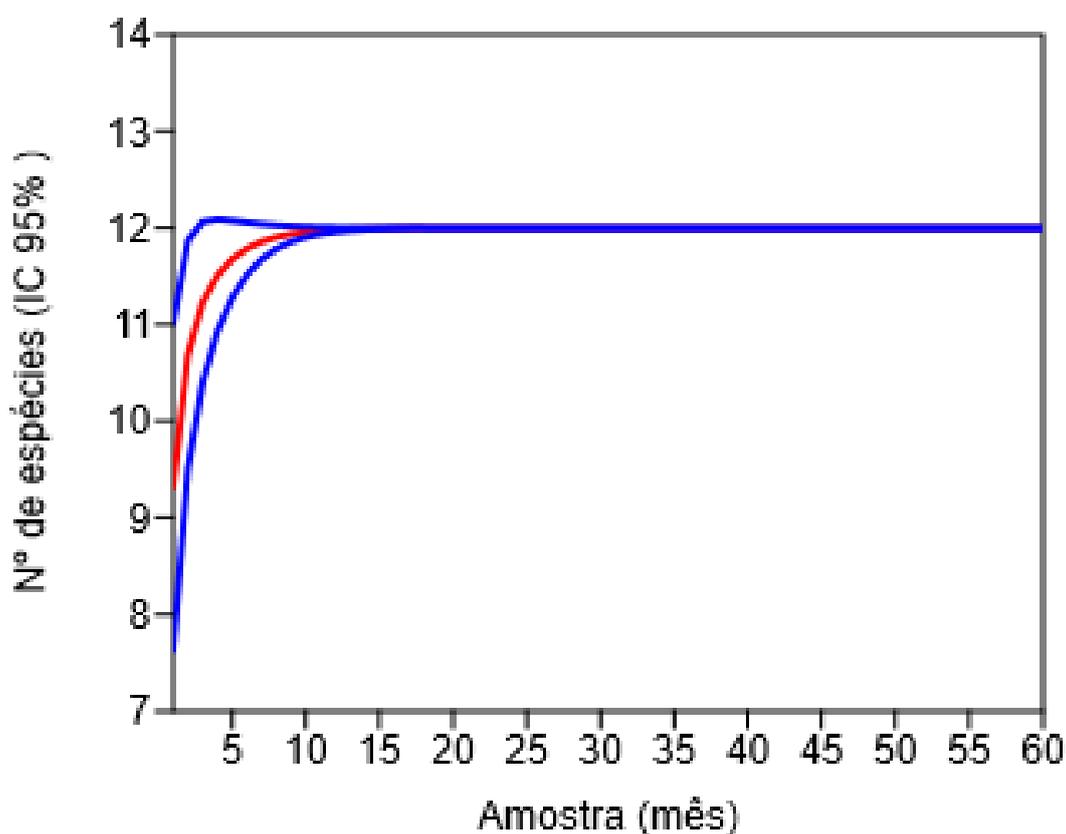


Figura 16 - Curva de rarefação (IC 95%) das amostras mensais capturadas em todo o DF, durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018 (IC 95%).

Os meses de fevereiro de 2015, dezembro de 2016 e dezembro de 2017 foram os meses que registraram a presença de todas as espécies encontradas no DF durante o período estudado (Figura 17).

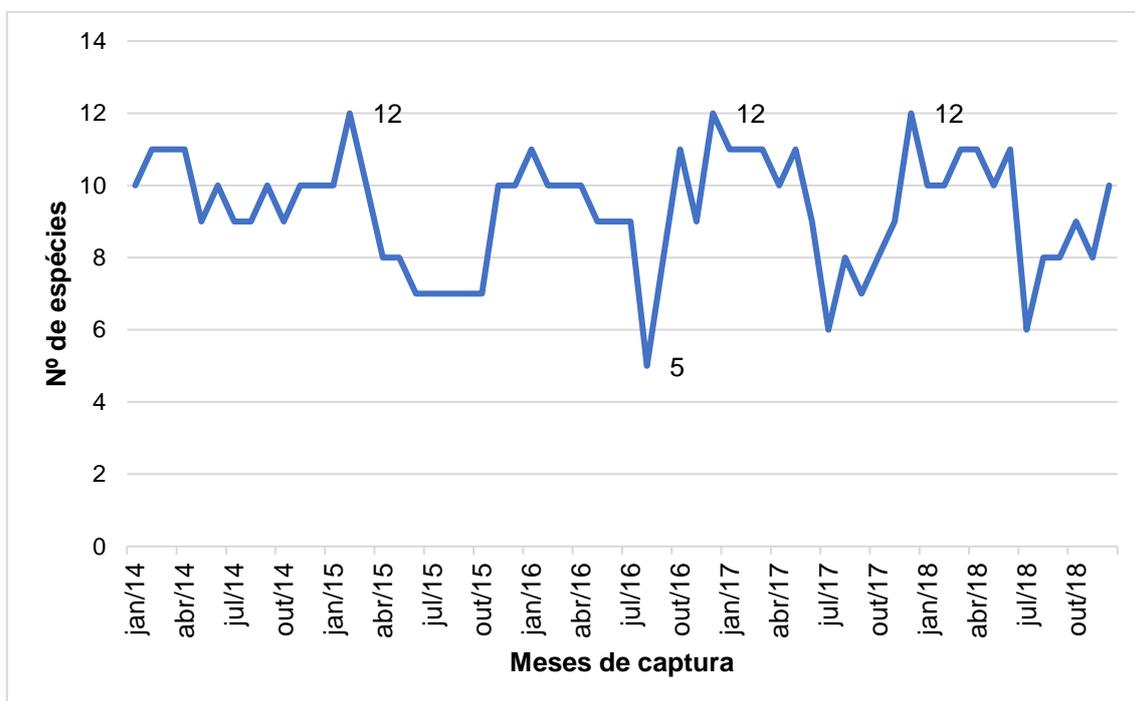


Figura 17 - Riqueza mensal de espécies capturadas em áreas urbanas do DF, janeiro de 2014 a dezembro de 2018.

A maior abundância foi registrada no ano de 2014, 81.204 (28,1%), seguido dos anos 2018 (58.326; 20,2%) e 2017 (58.289; 20,2%), 2016 (54.577; 18,9%) e 2015 (36.120; 12,5%).

Em geral, observou-se que o aumento nas abundâncias de mosquitos iniciou-se a partir dos meses de setembro, com maiores picos registrados em abril de 2014; novembro de 2014; março de 2015; janeiro e dezembro 2016; março e abril de 2017; e março, abril e novembro de 2018 (Figura 18).

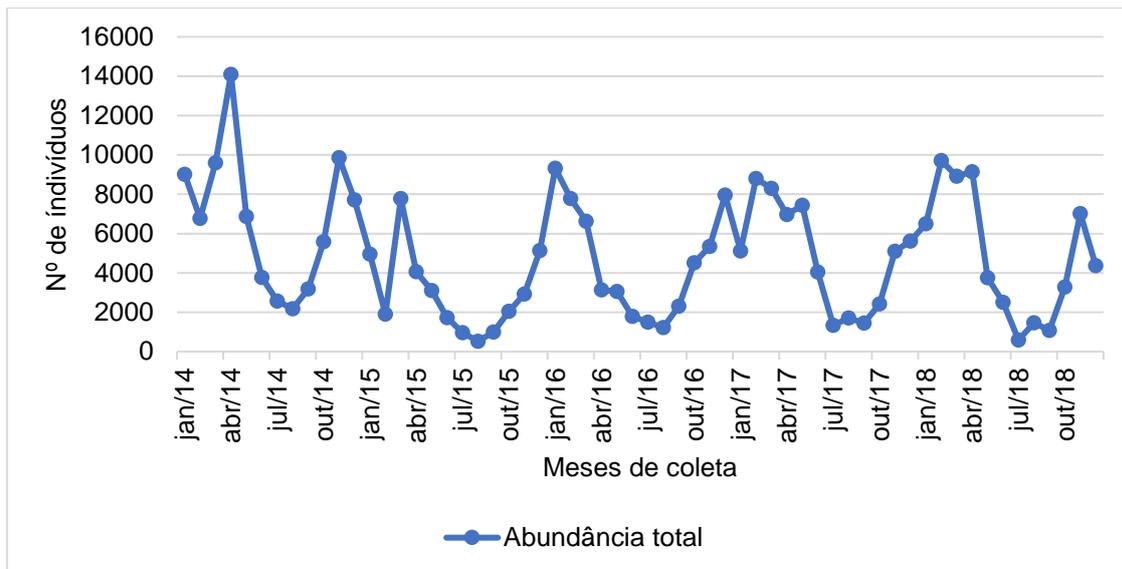


Figura 18 - Abundância mensal e sazonalidade nas coletas de formas imaturas de mosquitos realizadas em áreas urbanas do DF, entre janeiro de 2014 e dezembro de 2018.

Na Figura 19 é possível visualizar os picos populacionais distintos das espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Cx. quinquefasciatus*. Observou-se que *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* registraram picos entre os primeiros meses dos anos e *Cx. quinquefasciatus* entre outubro e dezembro.

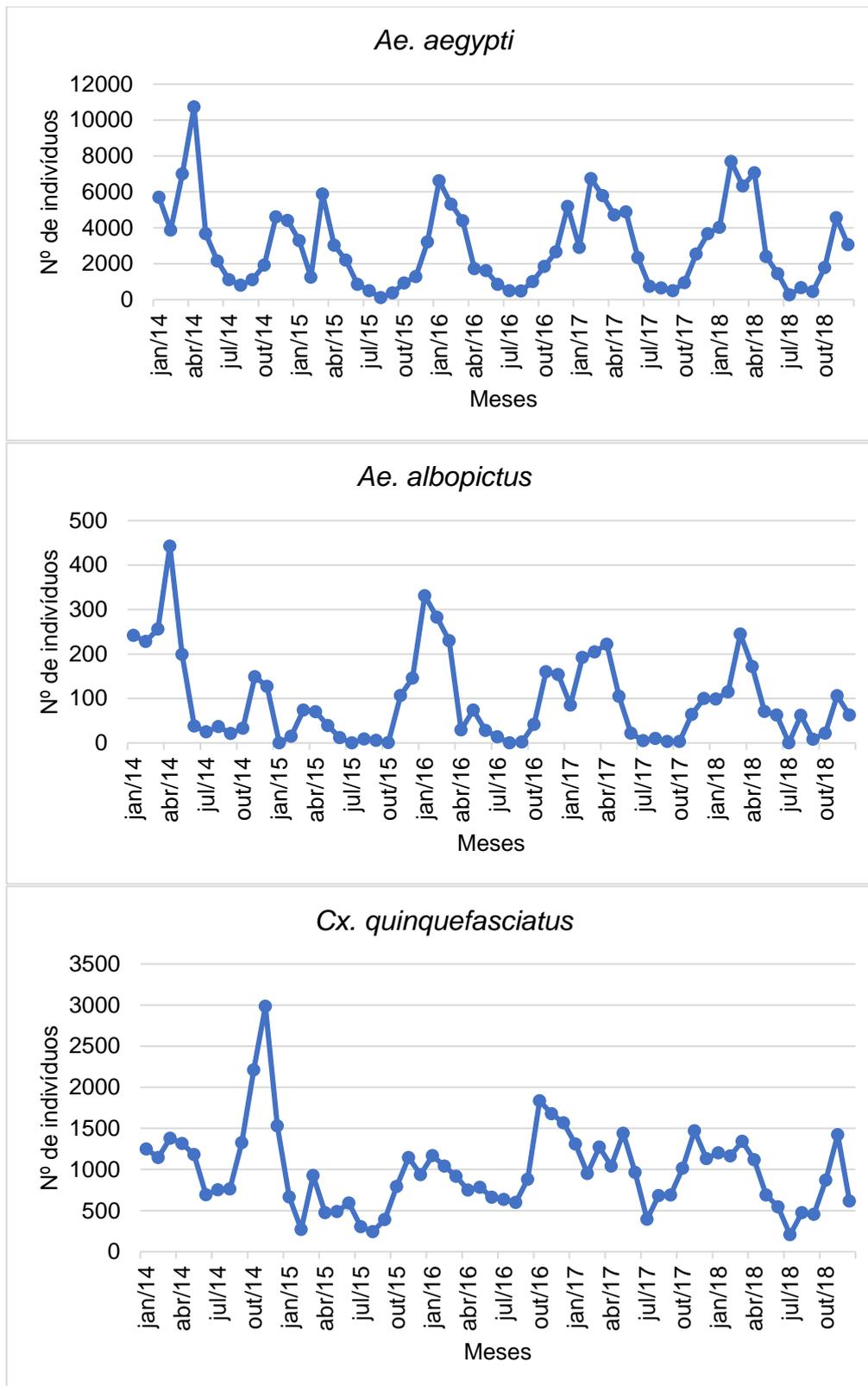


Figura 19 – Distribuição das abundâncias das espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Cx. quinquefasciatus*, DF, entre janeiro de 2014 a dezembro de 2018.

A Figura 20 mostra os índices de equitabilidade, Shannon, Simpson e Dominância mensais. A equitabilidade demonstrou melhor distribuição das abundâncias entre as espécies nos meses de agosto de 2014 ($J=0,6932$); agosto de 2015 ($J=0,7164$); julho ($J=0,6672$) e agosto ($J=0,6639$) de 2016; setembro ($J=0,6424$), outubro ($J=0,6312$) e novembro ($J=0,6311$) de 2017 e; julho ($J=0,6625$) e agosto ($J=0,6737$) de 2018, de forma semelhante ao índice de Shannon, apresentou maior diversidade em agosto de 2014, agosto de 2015, julho de 2015, novembro de 2017 e agosto de 2018. Resultados similares também foram obtidos a partir do índice de diversidade de Simpson, diferenciando-se apenas no ano de 2018, em que agosto foi o mês que apresentou o maior diversidade (Figura 20).

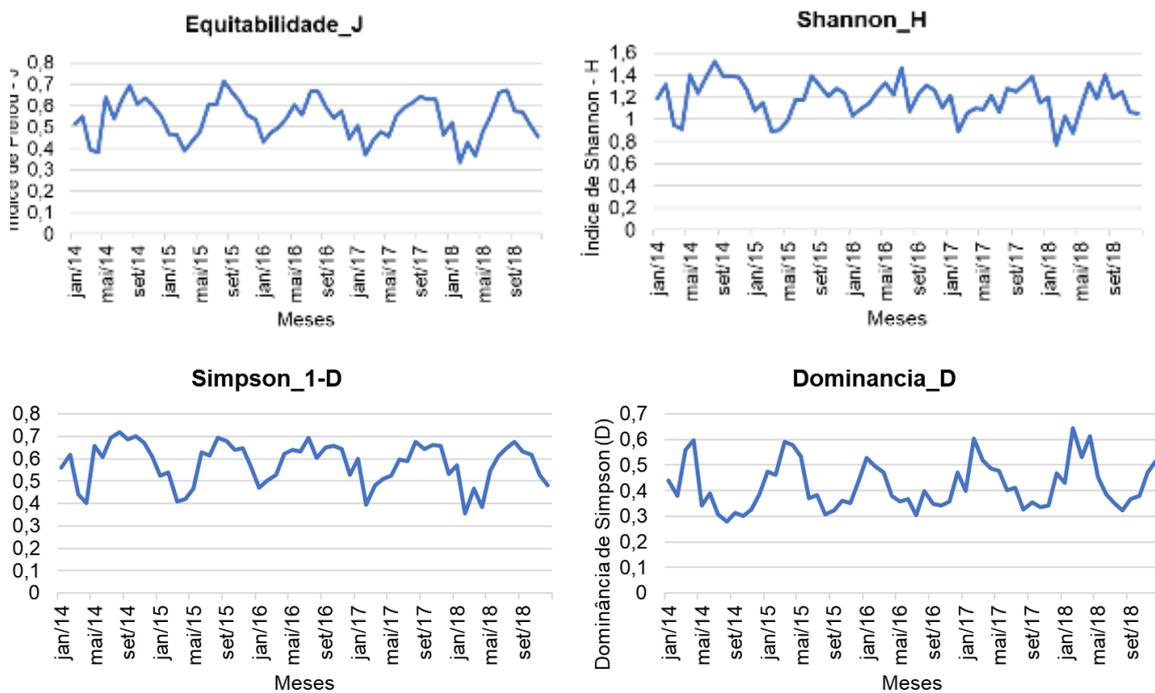


Figura 20 - Parâmetros de diversidade de culicídeos capturados no DF durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018. Equitabilidade de Pielou (J), Diversidade de Shannon (H), Diversidade (1-D) e Dominância (D) de Simpson.

A maior abundância de larvas de mosquitos foi observada no depósito D2 (lixo), 69.961 (24,2%) dos 288.516 indivíduos identificados no DF. Depósitos do tipo A2 (armazenamento de água em nível do solo) contribuíram com 22,9% das coletas positivas para culicídeos, B (19,6%); C (19,5%); D1 (9,4%); A1 (2,5%) e

E (1,8%). A Figura 21 demonstra a distribuição mensal de larvas de mosquitos conforme o tipo de criadouro. Nota-se que as abundâncias das espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Cx. quinquefasciatus* foram mantidas principalmente nos grupos de criadouros fixos, dos tipos A, B e C, que representaram mais de 60% da frequência de formas imaturas durante todos os meses do ano (Figura 21 a, b, c e d). Observou-se também que depósitos transitórios dos grupos D, especialmente os descartáveis (D2), comumente deixados em ambiente descoberto peridomiciliar, reduziram suas potencialidades de criadouro nos meses de junho, julho e agosto que são caracterizados por períodos de seca no DF.

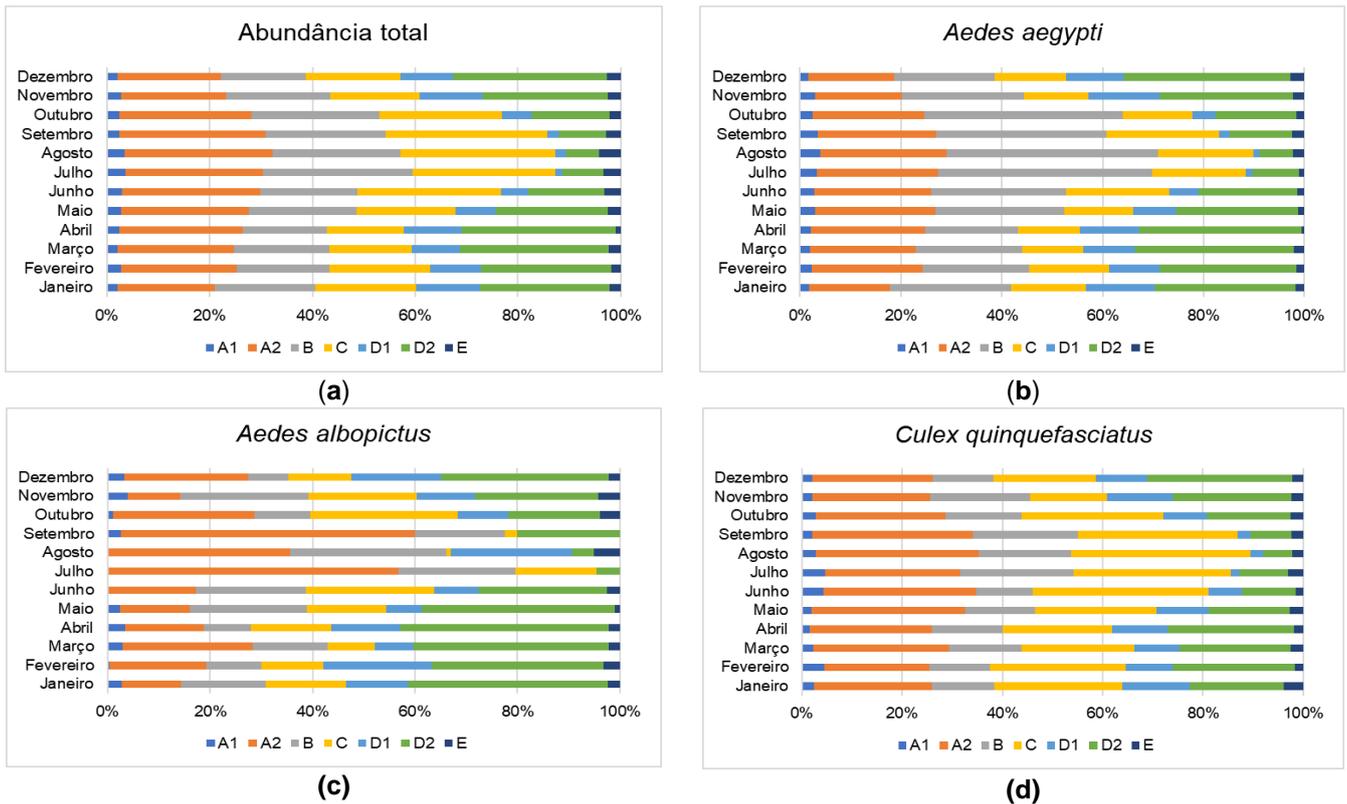


Figura 21 - Distribuição das abundâncias mensais totais (a) das espécies vetoras *Ae. aegypti* (b), *Ae. albopictus*(c) e *Cx. quinquefasciatus* (d) por tipo de criadouro de áreas urbanas do DF, durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018. A1 - Caixa d'água elevada ligada à rede (depósitos elevados); A2 - Depósitos ao nível do solo: consumo doméstico (barril, tina, tonel, tambor, depósito de barro, tanque, poço, cisterna, cacimba; B – Depósitos móveis: vasos/frascos com água (vasos de plantas), pratos, pingadeiras, recipientes de gelo, bebedouros em geral, pequenas fontes, ornamentos, materiais/depósitos de construção, objetos religiosos/rituais ; C – Depósitos fixos: Tanques/depósitos em obras, borracharias e hortas, calhas e lajes em desníveis, sanitários em desuso piscinas não tratadas, fontes ornamentais, floreiras em cemitérios, cacos em muros, toldos, peças arquitetônicas, buieiros, canaletas, ralos ; D - passíveis de remoção D1: Pneus e outros materiais rodantes (manchões/câmaras); D2: Lixo (recipientes plásticos, garrafas, latas), sucatas em pátios, ferros-velhos e recicladoras, entulhos; E – Naturais: Axilas de folhas (bromélias, etc.), buracos em árvores e em rochas, cascatas, restos de animais (cascos, carapaças).

O resultado do teste Kruskal-Wallis demonstrou que as diferenças existentes nas abundâncias das espécies não foram estatisticamente significativas a ponto de indicar que um tipo de depósito predomina sobre outro ($p = 0,0502$). Porém, ao analisar pares específicos de depósitos verificou-se, a partir dos resultados do teste de Dunn, a existência de diferenças nas abundâncias das espécies entre os criadouros A1 (armazenamento de água elevado) com A2, C e D2; e criadouros E (naturais) com A2, C e D2(

Tabela 3).

Tabela 3 - Matriz comparativa de diferenças nas composições de abundâncias de espécies entre pares de criadouros.

	A1	A2	B	C	D1	D2	E
A1							
A2	0,04549						
B	0,1419	0,5951					
C	0,02774	0,8408	0,464				
D1	0,2841	0,3529	0,691	0,2586			
D2	0,02359	0,7921	0,4266	0,95	0,2331		
E	0,8278	0,02658	0,09174	0,01558	0,1975	0,01309	

A Figura 22 apresenta a frequência de cada espécie por tipo de criadouro. *Ae. aegypti* e *Cx. quinquefasciatus* demonstraram ser mais generalistas quanto a colonização em depósitos artificiais. Espécies de *Ae. scapularis* e *Li. durhamii* frequentaram mais os depósitos descartáveis (D2), com exceção de *Ae. fluviatilis* com maior frequência em depósitos A2.

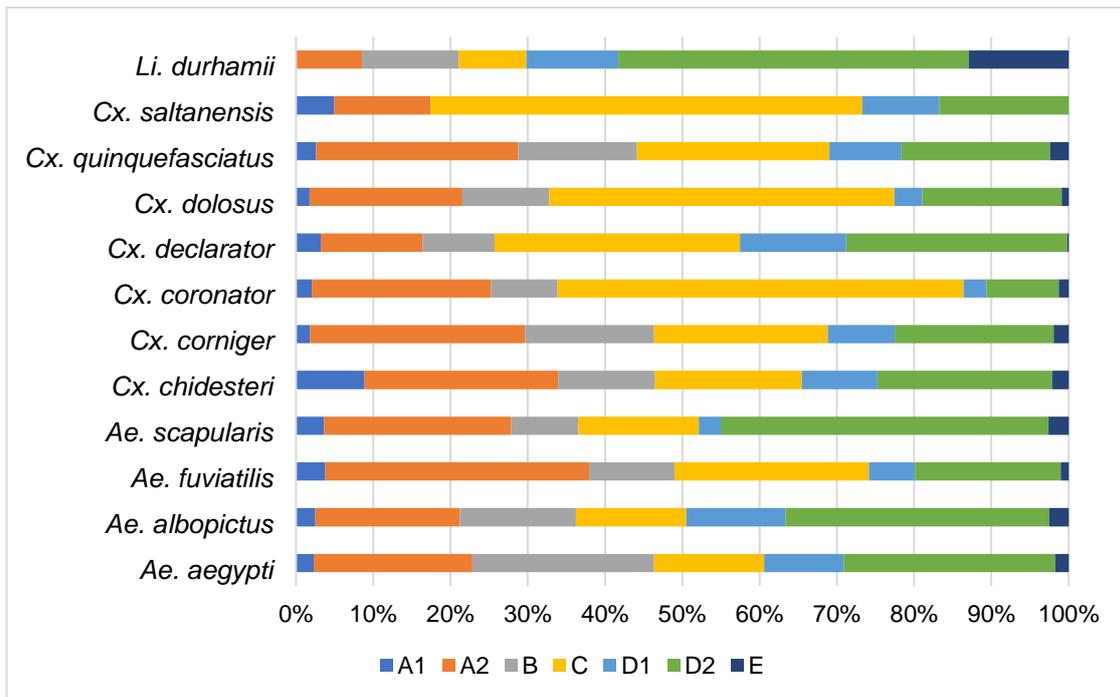


Figura 22 - Distribuição das abundâncias por espécies por tipo de criadouro utilizado em áreas urbanas do DF, no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018. A1 - Caixa d'água elevada ligada à rede (depósitos elevados); A2 - Depósitos ao nível do solo: consumo doméstico (barril, tina, tonel, tambor, depósito de barro, tanque, poço, cisterna, cacimba; B – Depósitos móveis: vasos/frascos com água (vasos de plantas), pratos, pingadeiras, recipientes de gelo, bebedouros em geral, pequenas fontes, ornamentos, materiais/depósitos de construção, objetos religiosos/rituais ; C – Depósitos fixos: Tanques/depósitos em obras, borracharias e hortas, calhas e lajes em desníveis, sanitários em desuso piscinas não tratadas, fontes ornamentais, floreiras em cemitérios, cacos em muros, toldos, peças arquitetônicas, buieiros, canaletas, ralos ; D - passíveis de remoção D1: Pneus e outros materiais rodantes (manchões/câmaras); D2: Lixo (recipientes plásticos, garrafas, latas), sucatas em pátios, ferros-velhos e recicladoras, entulhos; E – Naturais: Axilas de folhas (bromélias, etc.), buracos em árvores e em rochas, cascatas, restos de animais (cascos, carapaças).

Observou-se que criadouros do tipo B (depósitos móveis) e do grupo D dos removíveis, apresentaram maior índice de dominância de espécies e o C (depósitos fixos) os maiores índices de diversidade e equitabilidade (Figura 23).

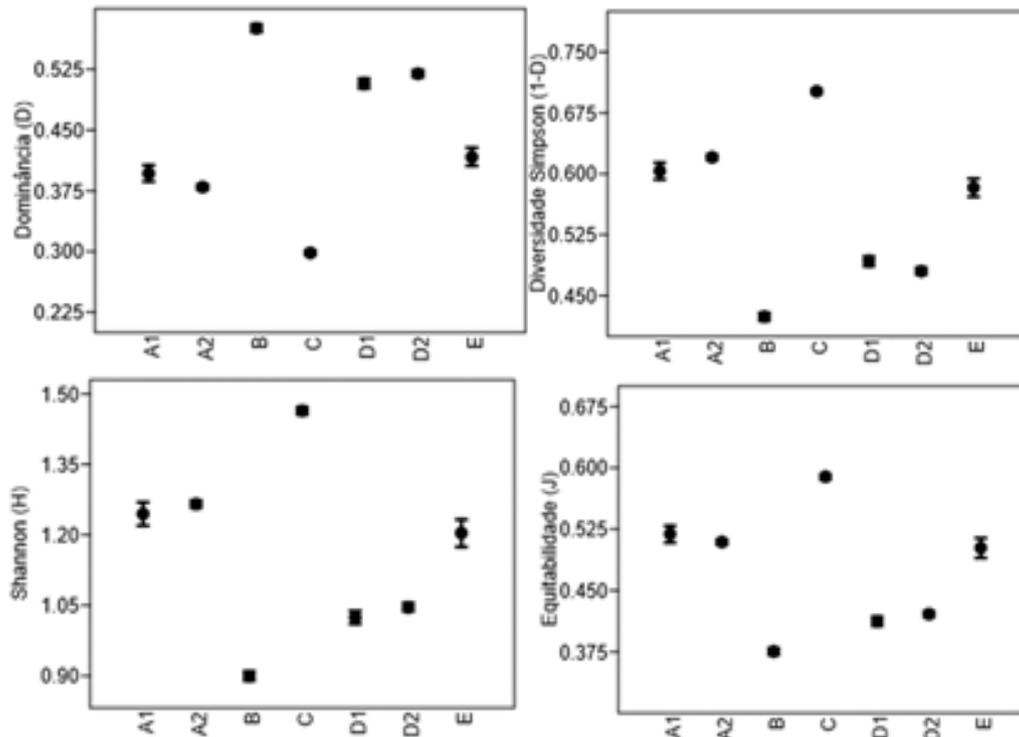


Figura 23 - Dominância de Simpson (D), Diversidade de Simpson (1-D), Diversidade de Shannon (H) e Equitabilidade (J) das espécies encontradas em áreas urbanas do DF, no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018, por tipo de criadouro.

Já na frequência da distribuição de criadouro por RA (Figura 24), observou-se que os depósitos para armazenamento de água em nível do solo (A2), removíveis (B), fixos (C) e descartáveis (D2) foram os mais frequentes na maioria das RAs, onde mais de 30% das capturas de larvas ocorreram em depósitos para armazenamento de água em nível do solo nas regiões de Brazlândia, Ceilândia, Estrutural, Itapoã, Planaltina, Recanto das Emas, Riacho Fundo II e São Sebastião (Figura 24).

Por outro lado, os depósitos removíveis do tipo B exerceram maior influência no Cruzeiro, Lago Sul e Núcleo Bandeirante e os fixos (C) na Asa Sul, Lago Sul e Sudoeste/Octogonal. Os descartáveis (D2) apresentaram frequência de pelo menos 30% nas capturas de larva em Águas Claras, Fercal, Guará, Itapoã, Recanto das Emas, SIA, Sobradinho II, Varjão e Vicente Pires (Figura

24).

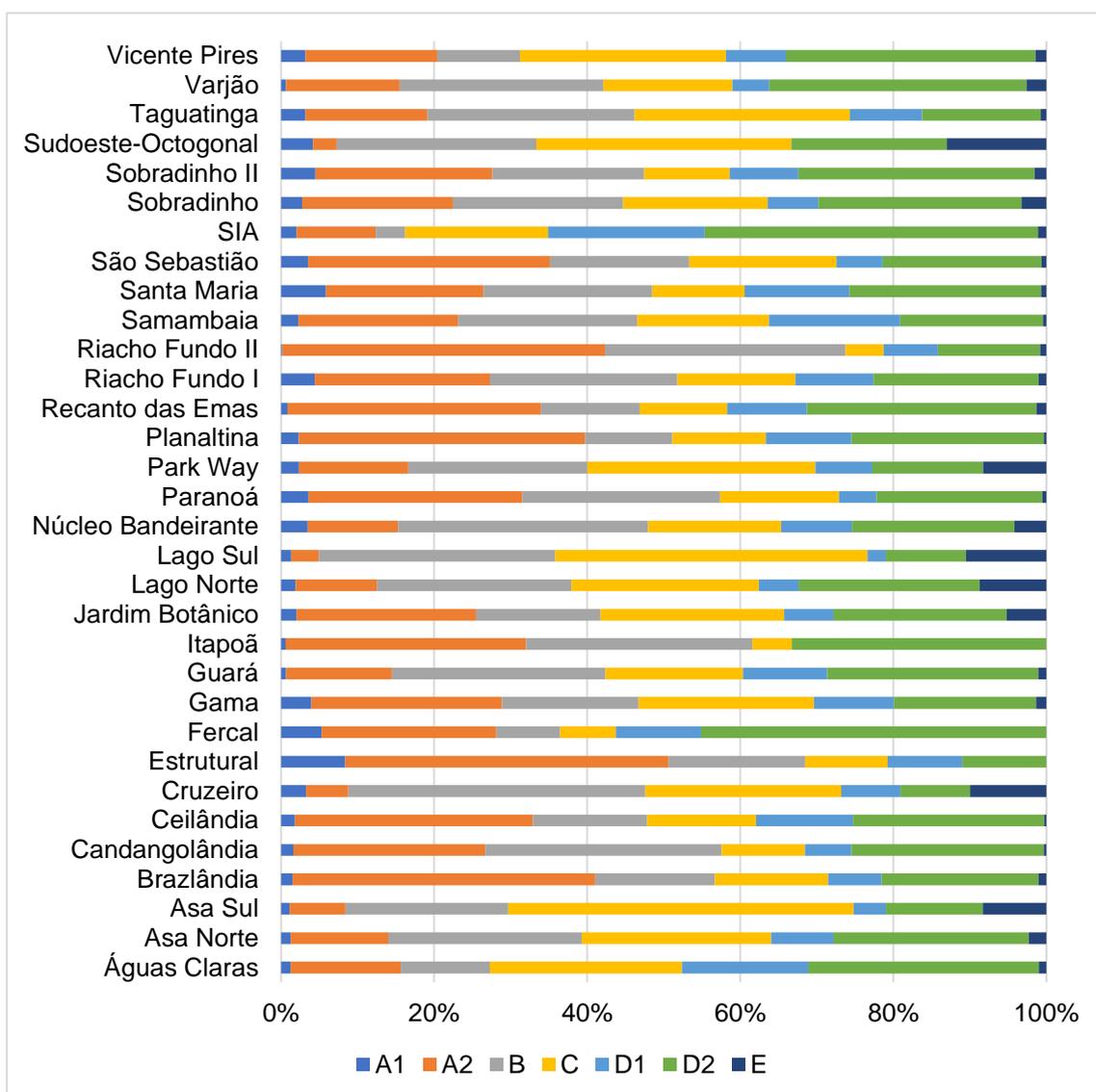


Figura 24 - Percentual de depósitos positivos para larvas de mosquitos por Região Administrativa do DF, no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018. A1 - Caixa d'água elevada ligada à rede (depósitos elevados); A2 - Depósitos ao nível do solo: consumo doméstico (barril, tina, tonel, tambor, depósito de barro, tanque, poço, cisterna, cacimba; B – Depósitos móveis: vasos/frascos com água (vasos de plantas), pratos, pingadeiras, recipientes de gelo, bebedouros em geral, pequenas fontes, ornamentos, materiais/depósitos de construção, objetos religiosos/rituais; C – Depósitos fixos: Tanques/depósitos em obras, borracharias e hortas, calhas e lajes em desníveis, sanitários em desuso piscinas não tratadas, fontes ornamentais, floreiras em cemitérios, cacos em muros, toldos, peças arquitetônicas, buieiros, canaletas, ralos; D - passíveis de remoção D1: Pneus e outros materiais rodantes (manchões/câmaras); D2: Lixo (recipientes plásticos, garrafas, latas), sucatas em pátios, ferros-velhos e recicladoras, entulhos; E – Naturais: Axilas de folhas (bromélias, etc.), buracos em árvores e em rochas, cascatas, restos de animais (cascos, carapaças).

Ae. aegypti e *Cx. quinquefasciatus* foram as espécies mais frequentes em todas as localidades. *Ae. aegypti* com frequência superior a 60% nas RAs, com

excessão apenas de Recanto das Emas, com pouco mais de 30% e de Águas Claras, com pouco menos de 50%. Na Candangolândia a frequência de *Ae. aegypti* superou 90% da abundância total registrada, conforme mostra a Figura 25.

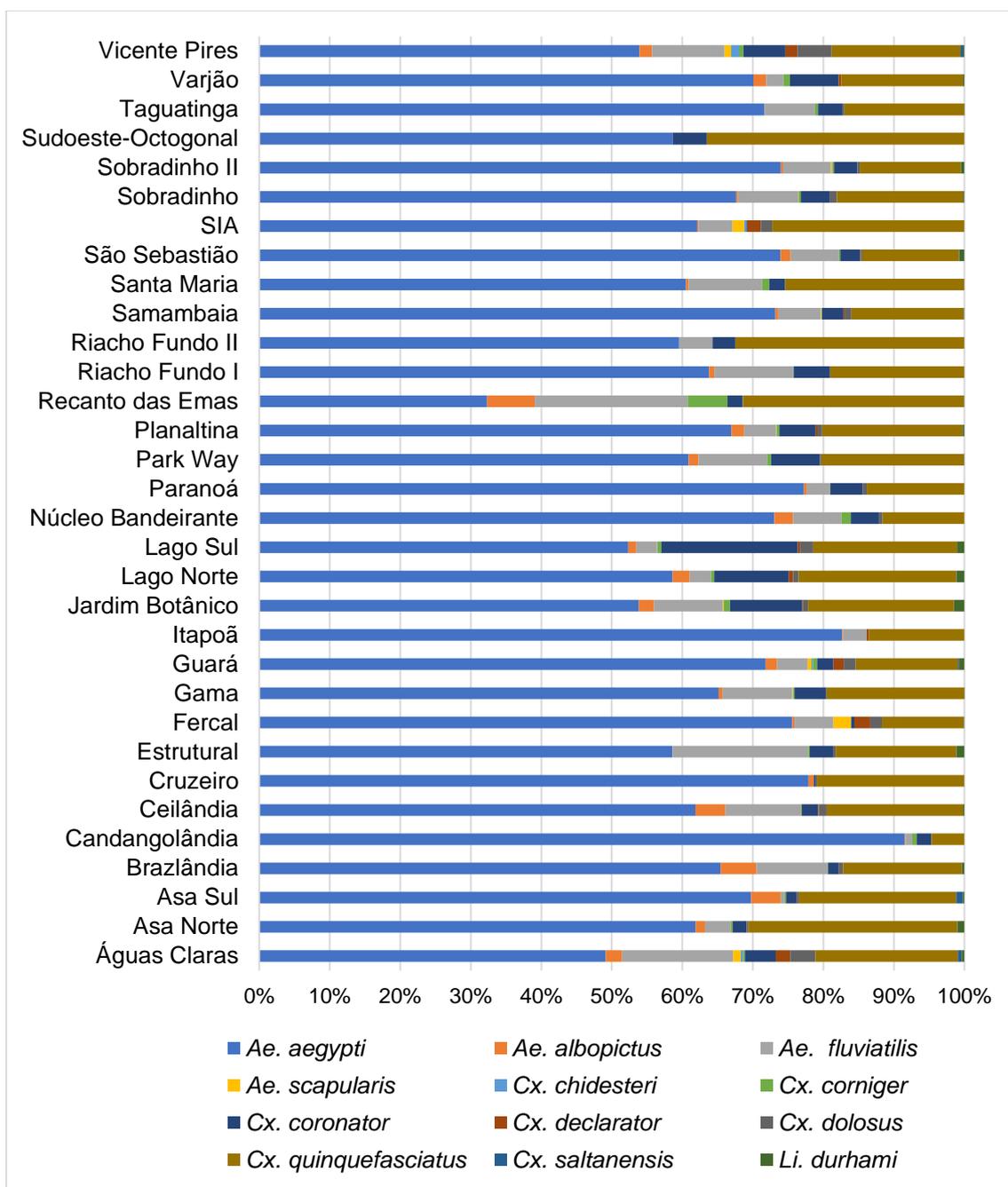


Figura 25 - Distribuição das espécies por RA do DF no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018.

Maior abundância de formas imaturas de mosquitos foi observada em Planaltina, enquanto Águas Claras obteve o maior índice de diversidade, devido maior riqueza de espécies. Candangolândia e Itapoã foram as RAs com os maiores índices de dominância de espécie, conforme mostra a Figura 26.

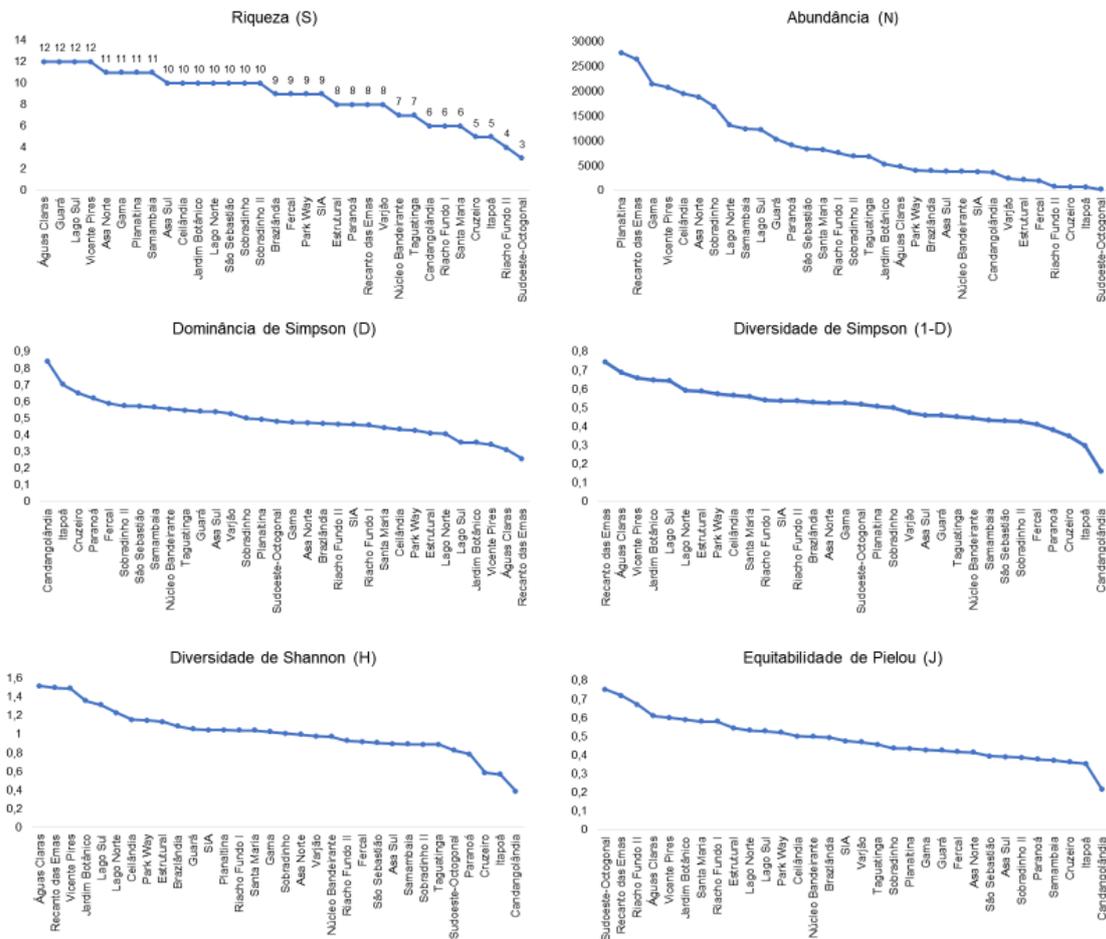
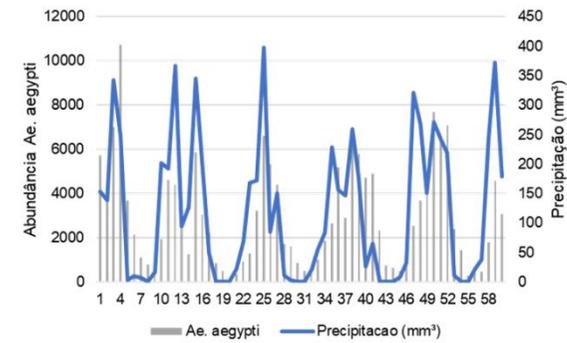


Figura 26 - Índices alfanos de diversidade por Região Administrativa, estimados a partir da coleta de formas imaturas de mosquitos ocorridas entre janeiro de 2014 a dezembro de 2018.

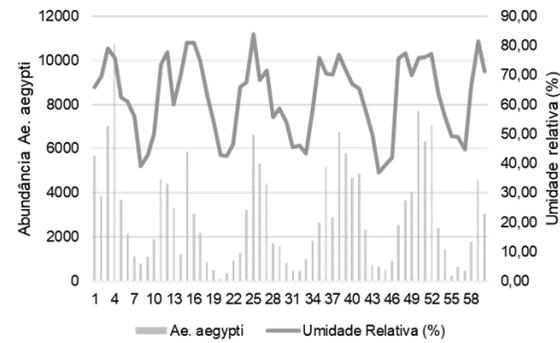
5.2.2 Influência dos fatores climáticos na frequência de *Ae. aegypti* e *Cx quinquefasciatus*

A Figura 27 mostra a influência da variação de temperatura e precipitação na ocorrência das espécies *Ae. aegypti* e *Cx. quinquefasciatus*. Em geral os picos populacionais das duas espécies acompanharam os picos de período de chuva, porém os períodos de seca, baixa umidade do ar e temperaturas abaixo de 20° impactaram a abundância de *Ae. aegypti*, ou seja, reduzindo a densidade populacional durante as estações secas e frias. Já *Cx. quinquefasciatus* registrou uma população mais estável mesmo nesses períodos mais secos e com maior tolerância as variações de temperatura mínima e média.

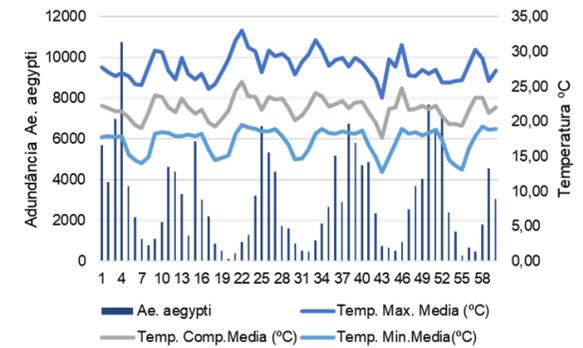
As correlações de Spearman (r_s) demonstraram que *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* possuem correlação forte e positiva com precipitação e umidade relativa do ar e fraca, porém positiva e significativa, com temperatura mínima. *Cx. quinquefasciatus* apresentou correlações positivas significantes com temperatura mínima, média (correlação fraca) umidade relativa do ar e precipitação (Tabela 4).



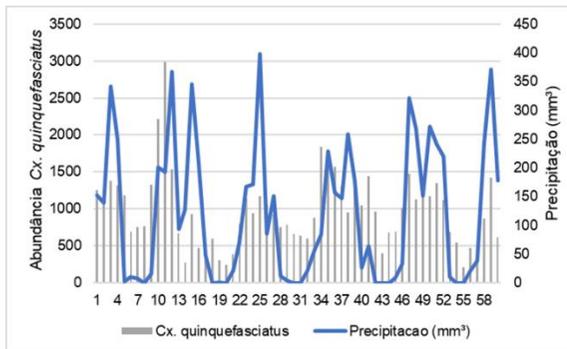
(a)



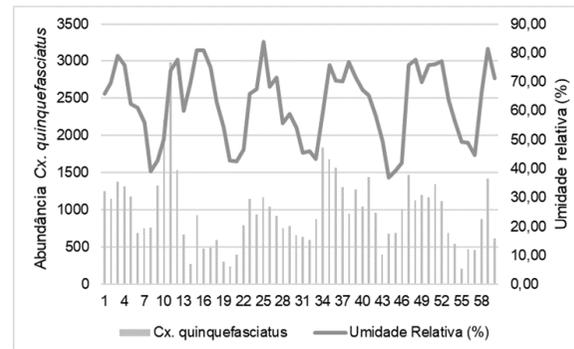
(b)



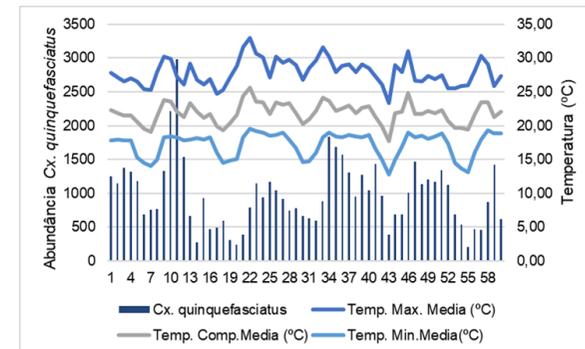
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 27 - Variações dos parâmetros climáticos de precipitação, umidade relativa do ar e de temperatura em áreas urbanas do DF no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018 e o comportamento das espécies mais frequentes *Ae. aegypti* (a), (b) e (c) e *Cx. quinquefasciatus* (d), (e) e (f).

Tabela 4 - Correlação dos fatores abióticos e abundância de espécies vetoras mais frequentes capturadas no DF durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018.

Espécie	T. Max. Média (°C)		T. Média (°C)		T. Min. Média(°C)		Umidade (%)		Prec. (mm)	
	r _s	p-value	r _s	p-value	r _s	p-value	r _s	p-value	r _s	p-value
<i>Ae. aegypti</i>	-0,2292	0,07819	0,01673	0,89902	0,42842	0,00064	0,76936	0,00001	0,69769	<0,001
<i>Ae. albopictus</i>	-0,1129	0,39026	0,0552	0,67527	0,3731	0,00332	0,64742	<0,001	0,54213	<0,001
<i>Ae. fluviatilis</i>	-0,1627	0,21416	0,02453	0,85241	0,27907	0,03083	0,48833	<0,001	0,43174	0,00057
<i>Ae. scapularis</i>	-0,0338	0,79783	0,08014	0,54273	0,21755	0,09496	0,25647	0,04793	0,23776	0,06736
<i>Cx. chidesteri</i>	-0,1404	0,2847	-0,066	0,61655	0,03735	0,77692	0,20083	0,12389	0,20217	0,12135
<i>Cx. corniger</i>	-0,0892	0,49782	0,03547	0,78791	0,18123	0,16581	0,25341	0,05075	0,25199	0,0521
<i>Cx. coronator</i>	-0,0148	0,91037	0,17111	0,19115	0,41674	0,00093	0,50243	<0,001	0,47295	0,00014
<i>Cx. declarator</i>	0,00645	0,961	0,10726	0,41465	0,24472	0,0595	0,21744	0,09515	0,3126	0,01503
<i>Cx. dolosus</i>	0,07714	0,55801	0,25806	0,04651	0,42218	0,00078	0,35268	0,00571	0,42068	0,00082
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	0,086	0,51356	0,26442	0,04119	0,48943	<0,001	0,40969	0,00115	0,51509	<0,001
<i>Cx. saltanensis</i>	0,15947	0,22357	0,22281	0,08706	0,29708	0,02116	0,20512	0,1159	0,32618	0,01098
<i>Li. Durhamii</i>	-0,1873	0,15194	-0,0767	0,56031	0,13701	0,29655	0,4619	0,0002	0,21784	0,09452
Abundância total	-0,1825	0,16275	0,07139	0,5878	0,4744	0,00013	0,75667	<0,001	0,70908	<0,001

5.3 Fauna de culicídeos do Aterro Controlado do Jóquei Clube

O esforço amostral para captura de mosquitos adultos foi de 7.056 horas. Durante os meses de maio de 2018 a maio de 2019 foram obtidas 502 amostras de mosquitos entre 397 fêmeas (79,2%), 78 machos (15,6%) e 26 (5,2%) danificadas. Das fêmeas capturadas, 396 foram identificadas, as quais estão distribuídas em 19 espécies, conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação das espécies quanto a dominância, Aterro Controlado do Jóquei de Brasília e regiões circunvizinhas – DF, maio de 2018 a maio de 2019.

Espécie	N	%	Dom ¹	FOM ²	%	Const ³
<i>Anopheles (Anopheles) punctimacula</i>	1	0,3	R	2	15	Ac
<i>Anopheles (Nyssorhynchus) argyritarsis</i>	1	0,3	R	1	8	Ac
<i>An. (Nys.) benarrochi</i>	13	3,3	S	7	54	C
<i>An. (Nys.) darlingi</i>	2	0,5	R	2	15	Ac
<i>An. (Nys.) lutzi</i>	1	0,3	R	1	8	Ac
<i>An. (Nys.) oswaldoi</i>	1	0,3	R	1	8	Ac
<i>Anopheles sp.</i>	6	1,5	Ev	4	31	A
<i>Aedeomyia (Aedeomyia) squamipennis</i>	6	1,5	Ev	6	46	A
<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i>	3	0,8	R	1	8	Ac
<i>Ae. (Stg.) albopictus</i>	4	1,0	Ev	3	23	Ac
<i>Aedes (Ochlerotatus) albifasciatus</i>	1	0,3	R	1	8	Ac
<i>Ae. (Och.) scapularis</i>	21	5,3	D	5	38	A
<i>Psorophora (Psorophora) ciliata</i>	2	0,5	R	2	15	Ac
<i>Culex (Culex) quinquefasciatus</i>	326	82,3	E	13	100	C
<i>Cx. (Cux.) sp.</i>	1	0,3	R	2	15	Ac
<i>Coquillettidia shannoni</i>	1	0,3	R	1	8	Ac
<i>Limatus durhamii</i>	1	0,3	R	1	8	Ac
<i>Uranotaenia (Uranotaenia) calosomata</i>	3	0,8	R	3	23	Ac
<i>Ur. (Ura.) geometrica</i>	2	0,5	R	2	15	Ac
Total	396	100,0		13	100,0	

¹ Dom: Classificação de dominância proposta por (Friebe, 1983). E: eudominantes (D>10%), D: dominante (D= 5-10%), Sd: subdominante (D=2-5%), Ev: eventual (D=1-2%) e Rr: rara (D<1%).

² FOM: Frequência de Ocorrência Mensal.

³Const: Classificação de constância. C: constante (C>50%), A: acessório (C=25-50%) e Ac: acidental (C<25%).

A Tabela 5 também apresenta as classificações das espécies quanto aos índices de dominância e constância. *Cx. quinquefasciatus* (E) foi a espécie mais frequente e constante, seguida de *Aedes scapularis* (D e A) e *Anopheles benarrochi* (S e C). *Aedeomyia squamipennis* (A) e *Ae. albopictus* (Ac) foram

consideradas espécies eventuais. As demais espécies foram classificadas como espécies raras e de ocorrência acidental (Tabela 5).

A curva de acúmulo de espécies (Figura 28) continuou crescente, não atingiu a assíntota, o que sugere possibilidade de captura de um número maior de espécies a partir dos dados interpolados. A curva também estima e prediz o número de espécies esperadas (extrapolação), caso um número maior de espécies tivesse sido coletado (linha pontilhada). A área cinza representa o intervalo de confiança de 95% da estimativa.

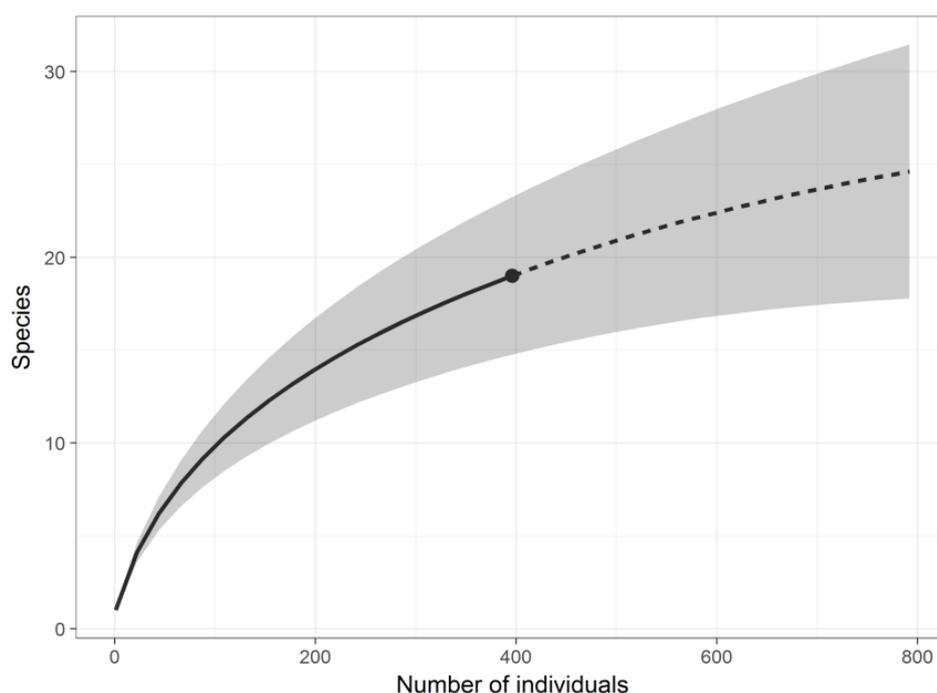


Figura 28 - Curva de acúmulo de espécies de mosquitos capturados em área do Aterro Controlado do Jôquei Clube e região circunvizinha, no período de 2018 a 2019. A linha contínua representa a riqueza observada. Linhas tracejadas indicam o número de indivíduos estimados. A área em cinza mostra o intervalo de confiança de 95%.

A Tabela 6 apresenta os valores observados, estimados e o intervalo de confiança inferior e superior para riqueza, Shannon ($EXP H'$) e Simpson ($1/D$), considerando todos os ambientes do estudo.

Tabela 6 - Valores observados, estimados e o intervalo de confiança inferior e superior para riqueza, Shannon (EXP H') e Simpson (1/D).

	Observado	Estimado	IC 95% inferior	IC 95% superior
Riqueza de espécies	19	30	21	71
EXP H'	2.4	2.5	2.4	2.9
1/D	1.5	1.5	1.5	1.6

A baixa frequência da maioria das espécies e a elevada abundância de *Cx. quinquefasciatus* pode ter refletido em uma baixa estimativa (com 95% de IC) para o exponencial do índice de Shannon e o inverso do índice de Simpson, considerando todos os locais de estudos (Figura 29 e Tabela 6).

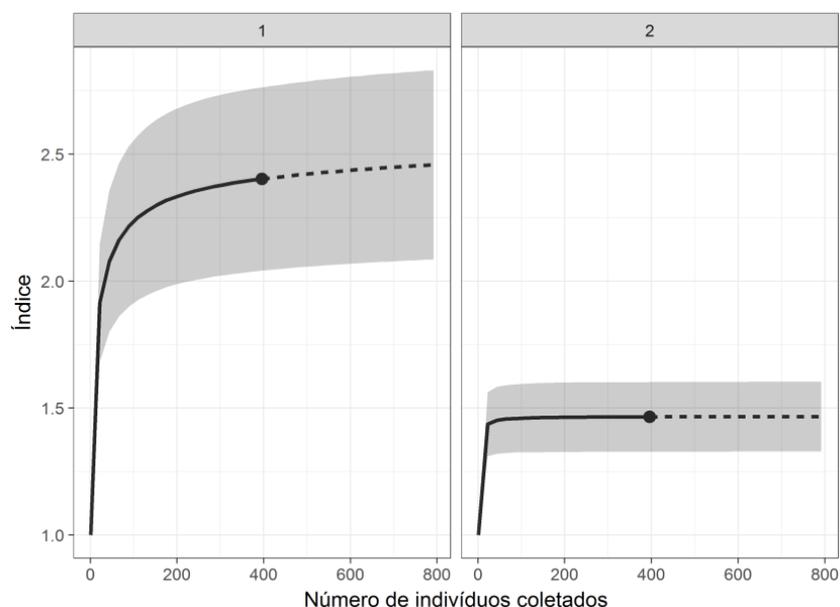


Figura 29 - Exponencial do índice de Shannon (1) e o inverso do índice de Simpson (2) para toda a região pesquisada. A linha contínua representa a riqueza observada. Linhas tracejadas indicam o número de indivíduos estimados. A área em cinza mostra o intervalo de confiança de 95%.

A distribuição e frequência das espécies pode ser verificada na (Tabela 7). A maior abundância foi registrada no peridomicílio (163; 41,2%) e no intradomicílio (160; 40,7%). A mata registrou 43 (10,9%) espécies, a sede administrativa 17 (4,3%) e apenas 13 (3,3%) espécies foram capturadas na lagoa de Chorume.

Tabela 7 - Distribuição de abundância e abundância relativa de espécies em cada ambiente, caracterizado por ser intradomicílio, peridomicílio, mata residual e aterro controlado (sede administrativa e lagoa de chorume), maio 2018 a maio 2019, DF.

Espécie	Intra	%	Peri	%	Mata	%	Sede	%	Chorume	%	Total	%
<i>Aedeomyia squamipennis</i>	5	3,1	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	1,5
<i>Aedes aegypti</i>	0	0,0	1	0,6	1	2,3	0	0,0	1	7,7	3	0,8
<i>Aedes albifasciatus</i>	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
<i>Aedes albopictus</i>	0	0,0	1	0,6	2	4,7	1	5,9	0	0,0	4	1,0
<i>Aedes scapularis</i>	4	2,5	16	9,8	1	2,3	0	0,0	0	0,0	21	5,3
<i>Anopheles argyritarsis</i>	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
<i>Anopheles benarrochi</i>	6	3,8	6	3,7	0	0,0	1	5,9	0	0,0	13	3,3
<i>Anopheles darlingi</i>	1	0,6	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,5
<i>Anopheles lutzi</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	5,9	0	0,0	1	0,3
<i>Anopheles oswaldoi</i>	0	0,0	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
<i>Anopheles punctimacula</i>	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
<i>Anopheles sp.</i>	2	1,3	3	1,8	1	2,3	0	0,0	0	0,0	6	1,5
<i>Coquillettidia shannoni</i>	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
<i>Culex quinquefasciatus</i>	133	83,1	133	81,6	35	81,4	14	82,4	11	84,6	326	82,3
<i>Culex sp.</i>	1	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
<i>Li. durhamii</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	7,7	1	0,3
<i>Psorophora ciliata</i>	2	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,5
<i>Uranotaenia calosomata</i>	0	0,0	0	0,0	3	7,0	0	0,0	0	0,0	3	0,8
<i>Uranotaenia geométrica</i>	2	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,5
Total Geral	160	100,0	163	100,0	43	100,0	17	100,0	13	100,0	396	100,0

A Tabela 8 apresenta os valores observados, estimados e o intervalo de confiança inferior e superior para riqueza, Shannon (EXP H') e Simpson (1/D), conforme os cinco ambientes. Observa-se que do total de espécies coletadas (S =19), o intradomicílio foi o ambiente que apresentou a maior riqueza, 13 espécies distintas, seguidas do peridomicílio (9), Mata (6) e nos ambientes do Aterro Controlado do Jóquei (ACJ), a sede administrativa (4) e lagoa de chorume (3).

Tabela 8 - Valores dos parâmetros de riqueza e exponencial do índice de Shannon (H') e o inverso do índice de Simpson (1/D) observados e estimados para os ambientes intradomicílio, peridomicílio, mata, sede administrativa do ACJC e lagoa de chorume, Estrutural, maio de 2019 a maio de 2020.

Riqueza de espécies	Observado	Estimado	IC 95% inferior	IC 95% superior
Peridomicílio	9	19	11	61
Intradomicílio	13	19	14	46
Mata	6	10	6	46
Sede ADM	4	7	4	27
Chorume	3	4	3	15
EXP (H')	Observado	Estimado	IC 95% inferior	IC 95% superior
Peridomicílio	2.1	2.2	2.1	2.7
Intradomicílio	2.3	2.4	2.3	3
Mata	2.2	2.5	2.2	3.5
Sede ADM	1.9	2.4	1.9	3.6
Chorume	1.7	2	1.7	2.7
1/D	Observado	Estimado	IC 95% inferior	IC 95% superior
Peridomicílio	1.5	1.5	1.5	1.7
Intradomicílio	1.4	1.4	1.4	1.6
Mata	1.5	1.5	1.5	2
Sede ADM	1.5	1.5	1.5	2.1
Chorume	1.4	1.4	1.4	2

Para as estimativas extrapoladas (linha tracejada), o número de espécies no intradomicílio continuaria maior, embora haja uma maior sobreposição nos intervalos de confiança entre os dois ambientes. Nenhuma das curvas demonstra ter atingido a assíntota (Figura 30a).

A estimativa (com 95% de IC) para o exponencial do índice de Shannon (1) e o inverso do índice de Simpson (2), comparando peri e intradomicílio demonstra que há uma pequena diferença entre as curvas e uma grande

sobreposição entre os intervalos de confiança, sugerindo que a diversidade observada entre os dois ambientes seja muito similar (Figura 30b).

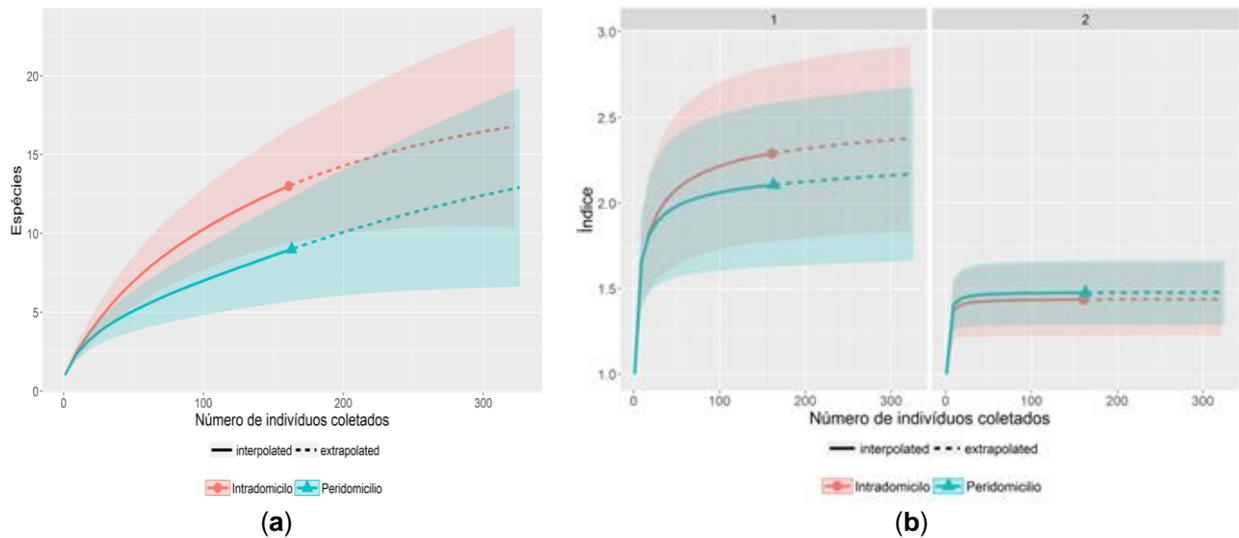


Figura 30 - Comparação entre as riquezas observadas e extrapoladas dos ambientes de intra e peridomicílio (a). Em (b) comparação do exponencial do índice de Shannon (1) e o inverso do índice de Simpson (2) entre os ambientes de intra e peridomicílio.

Devido ao baixo número de indivíduos obtidos nos ambientes de ‘Mata’, ‘Sede Adm’ e ‘Chorume’ o erro associado à estimativa nestas áreas foi maior. A comparação da riqueza interpolada e extrapolada nesses ambientes pode ser visualizado a partir da Figura 31a. Já na Figura 31b observa-se as comparações entre esses ambientes a partir da diversidade observada e extrapolada.

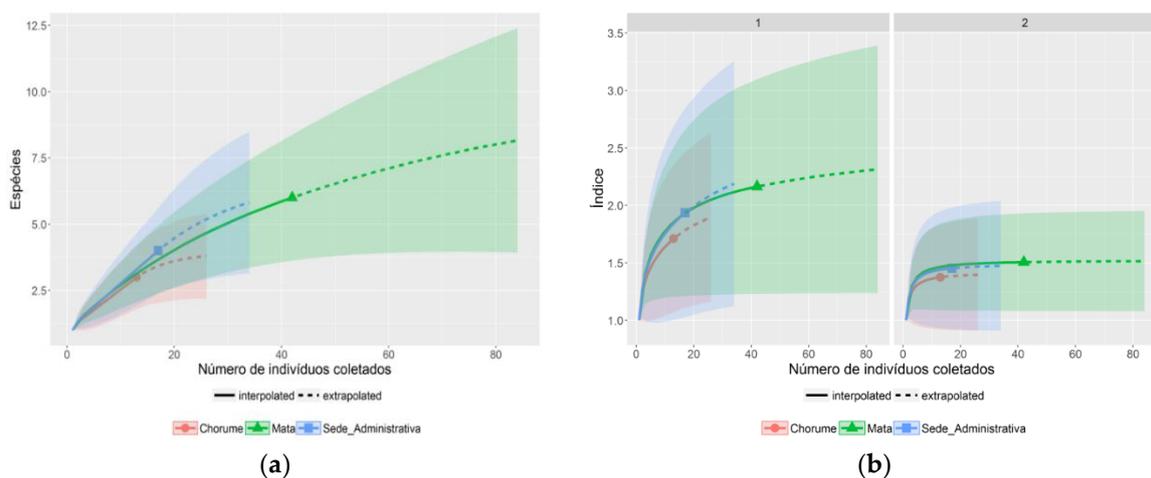


Figura 31 - Comparação entre as riquezas observadas e extrapoladas dos ambientes do aterro, sede administrativa, chorume e a mata (a). Em (b) comparação do exponencial do índice de Shannon (1) e o inverso do índice de Simpson observados e extrapolados entre os ambientes de mata, e do lixão (sede administrativa e lagoa de chorume).

O intra e peridomicílio demonstraram maior similaridade, assim como os ambientes que representam o aterro, a sede administrativa e lagoa de chorume (Figura 32). A mata foi o ambiente que apresentou a maior dissimilaridade.

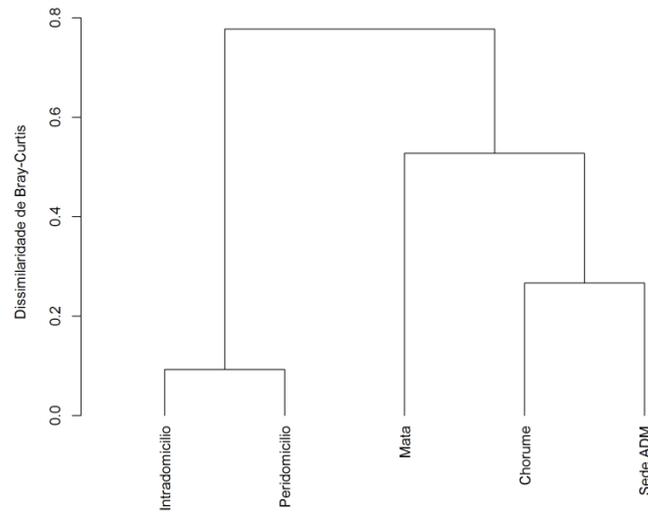


Figura 32 - Dendrograma hierárquico das dissimilaridades de Bray-Curtis entre os ambientes de intradomicílio, peridomicílio, mata, chorume e sede administrativa do ACJC.

5.2.1 Relações da variação climática com a espécie *Cx. quinquefasciatus* coletadas no ACJC

A Figura 35 apresenta as abundâncias de *Cx. quinquefasciatus* observadas em cada coleta e as variações na precipitação, umidade e temperatura. Após, os primeiros registros de chuva observaram-se aumento da população de *Cx. quinquefasciatus*, onde a umidade foi maior que 60% e as temperaturas maiores que 20°C. Porém, as menores abundâncias só coincidiram com temperaturas mínimas abaixo de 15°C.

A Tabela 9 apresenta os resultados dos parâmetros estimados para avaliação da causalidade entre abundância e cada uma das variáveis sazonais mensuradas, onde apenas temperatura mínima apresentou relações significantes para *Cx. quinquefasciatus*. As figuras Figura 34 e Figura 35 ilustram melhor essas relações.

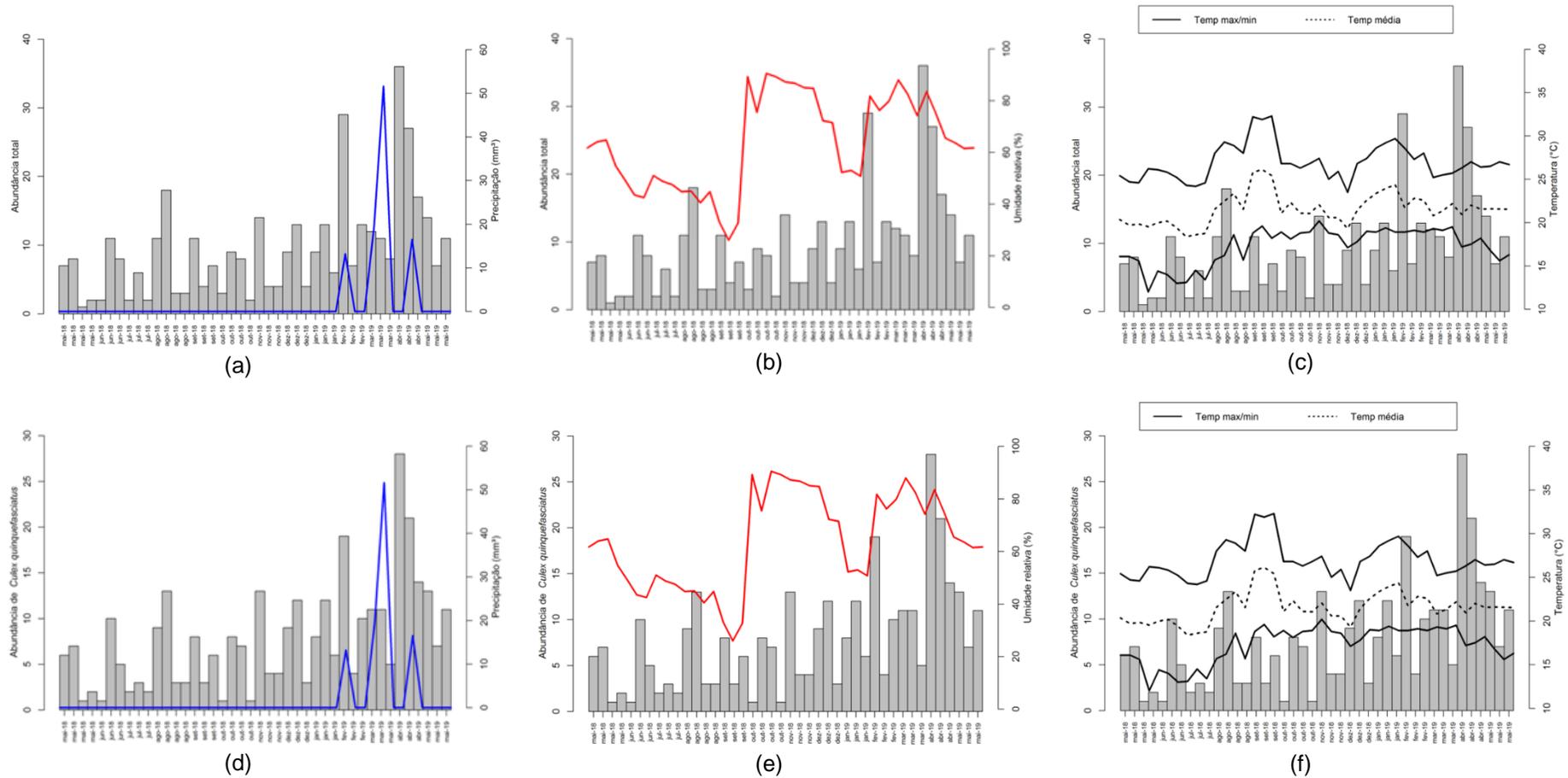


Figura 33 - Variações dos parâmetros climáticos de precipitação, umidade relativa do ar e de temperatura e o comportamento das abundâncias totais (a), (b) e (c) e *Cx. quinquefasciatus* (d), (e) e (f) registradas no período de maio de 2018 a maio de 2019 em capturas realizadas no ACJCB e regiões circunvizinhas.

Tabela 9 - Estimativa dos parâmetros do modelo linear generalizado das variáveis climáticas explanatórias como resposta para as abundâncias totais e da espécie *Cx. quinquefasciatus*.

Variável resposta	Variável explanatória	Intercepto	Inclinação	Theta	P
Abundância Total	Precipitação	2.17 (0.1)	0.02 (0.01)	2.6 (0.7)	0.049
	Umidade relativa	1.49 (0.4)	0.01 (0.005)	2.6 (0.7)	0.055
	Temperatura máxima	0.63 (1.4)	0.06 (0.05)	2.5 (0.7)	0.265
	Temperatura mínima	0.4 (0.9)	0.10 (0.05)	2.6 (0.7)	0.045
	Temperatura média	0.45 (1.3)	0.08 (0.06)	2.5 (0.7)	0.174
Abundância de <i>Cx. quinquefasciatus</i>	Precipitação	1.98 (0.1)	0.02 (0.01)	2.75 (0.8)	0.056
	Umidade relativa	1.28 (0.4)	0.01 (0.006)	2.8 (0.8)	0.052
	Temperatura máxima	0.87 (1.5)	0.04 (0.05)	2.5 (0.7)	0.418
	Temperatura mínima	0.22 (0.93)	0.10 (0.05)	2.75 (0.8)	0.049
	Temperatura média	0.36 (1.3)	0.08 (0.06)	2.6 (0.8)	0.200

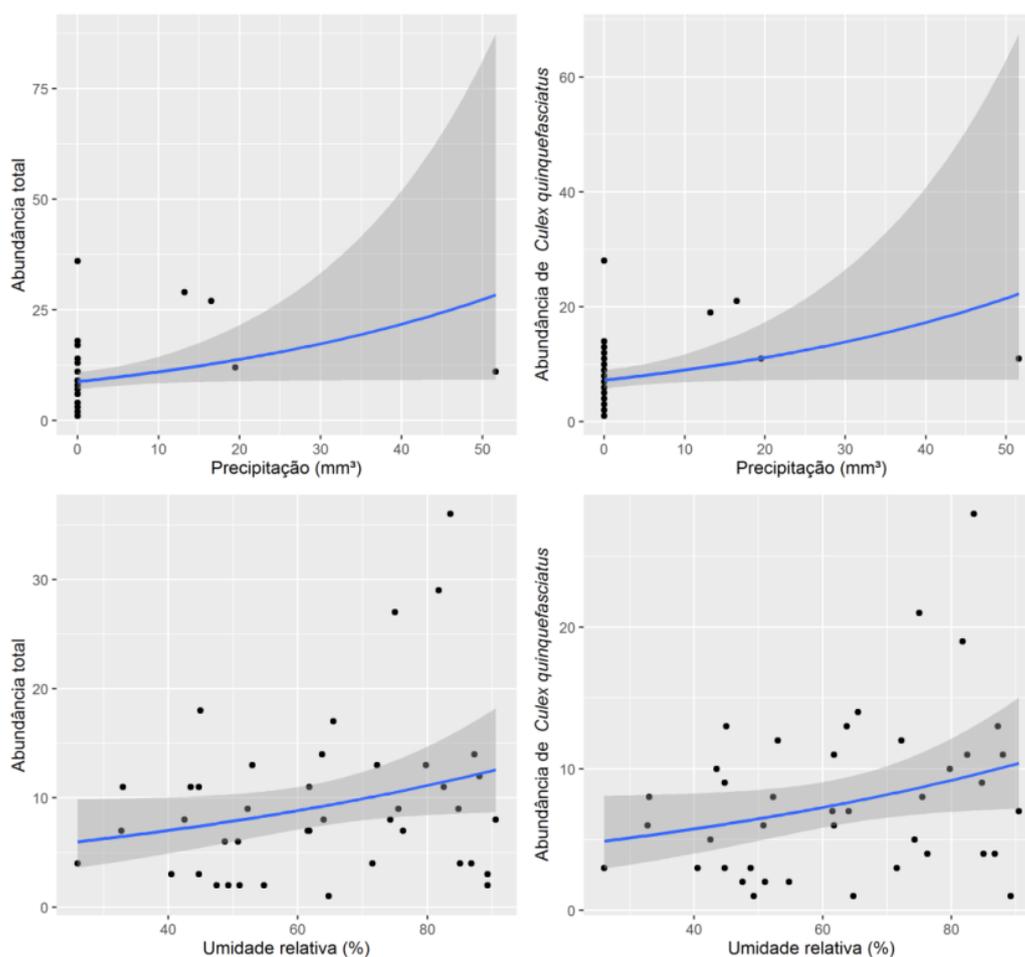


Figura 34 – Relações observadas entre as abundâncias totais de mosquitos da espécie *Culex quinquefasciatus* com as variáveis climáticas de precipitação (mm³) e umidade relativa (%) registradas durante as coletas de adultos realizadas no ACJC e região periurbana circunvizinha, no período de maio de 2018 a maio de 2019.

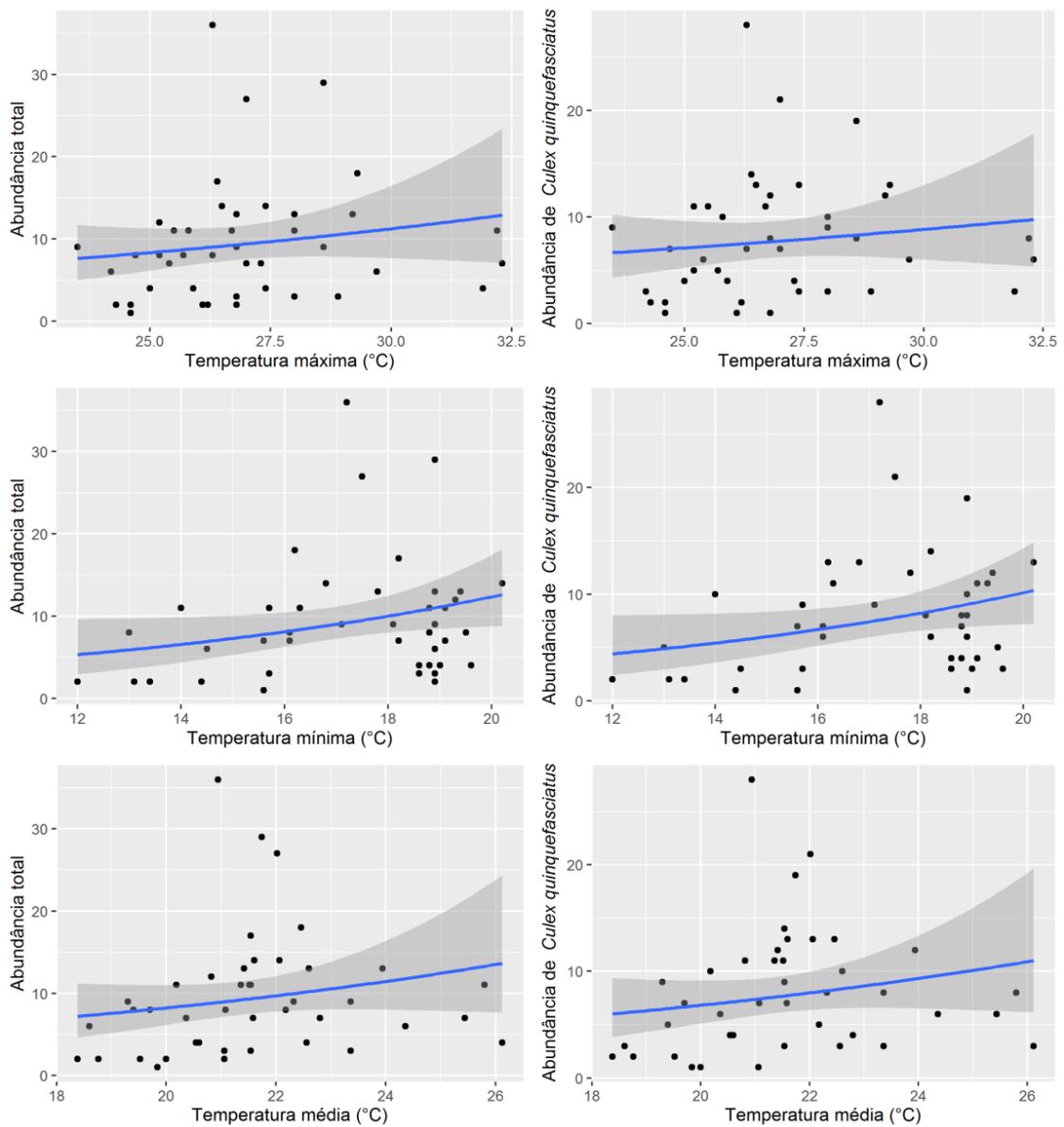


Figura 35 - Relações observadas entre as abundâncias totais de mosquitos da espécie *Culex quinquefasciatus* e as variáveis térmicas registradas durante as coletas de adultos realizadas no ACJC e região periurbana circunvizinha, no período de maio de 2018 a maio de 2019.

6 Discussão

6.1 Fauna de culicídeos de áreas urbanas do Distrito Federal

Foram identificadas as espécies *Aedes aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ae. fluviatilis*, *Ae. sacapularis*, *Culex chidesteri*, *Cx. coronator*, *Cx. declarator*, *Cx. dolosus*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. saltanensis*, *Cx. corniger* e *Limatus durhamii* em áreas urbanas do DF. No presente estudo, as espécies mais abundantes e dominantes foram, em ordem, *Ae. aegypti* (E), *Cx. quinquefasciatus* (E), *Cx. coronator* (D) e *Ae. fluviatilis* (Sd).

Araújo (2003), há pelo menos 17 anos, também registraram as espécies *Cx. quinquefasciatus* (41,92%), *Ae. aegypti* (29,2%) *Ae. fluviatilis* (11,00%), *Cx. coronator* (5,39%) e *Ae. albopictus* (3,0%) como sendo as mais frequentes em áreas urbanas do DF, conforme levantamentos de fauna realizados pela DIVAL entre os meses maio a setembro de 2003.

Observou-se que com o decorrer dos anos *Ae. aegypti* passou a ser a espécie mais frequente e dominante do DF, sendo encontrado em grande parte dos criadouros em todas as Regiões Administrativas dos DF, com picos populacionais explosivos durante as estações chuvosas, especialmente nos primeiros meses dos anos.

Em contexto urbano *Aedes aegypti* é a principal espécie vetora dos arbovirus DENV, ZIKV e CHIKV no Brasil e no Distrito Federal. Ocorre que em estudo realizado por (Long et al., 2011) foi demonstrado que *Ae. aegypti* possui também alto grau de susceptibilidade a infecção pelo MAYV em laboratório.

Em 2016 um surto de Dengue vivenciado em Cuiabá, estado do Mato Grosso, o MAYV foi identificado por PCR em pools de mosquitos *Ae. aegypti* e *Culex quinquefasciatus* (Pereira Serra et al., 2016). Assim, considerando a importância dessas espécies como vetores do MAYV e sua ampla distribuição em cenários urbanos do Distrito Federal a vigilância desse arbovírus torna-se importante para avaliação de possíveis contextos de circulação e urbanização do MAYV.

Portanto, novas abordagens de controle de *Ae. aegypti* devem ser implantadas, considerando a complexidade do ambiente urbano e a influência dos fatores climáticos que impulsionam a elevada capacidade reprodutiva dessa espécie em ambientes urbanos do DF, conforme padrões já registrados em outros estudos (Pereira *et al.*, 2019).

As espécies *Ae. scapularis* (0,28%), *Cx. corniger* (0,8%), *Cx. declarator* (0,3%), *Cx. dolosus* (0,9%), *Cx. saltanensis* (0,1%) e *Li. durhamii* (0,3%), com exceção de *Cx. chidesteri* e *Cx. saltanensis*, foram consideradas constantes, pois estiveram presentes em mais de 50% em criadouros artificiais.

Registros de alta dominância de determinada espécie vetora é um indicativo de possíveis períodos epidêmicos de doenças associadas a transmissão vetorial. A exemplo, destaca-se o aumento explosivo no número de casos de dengue, principal arbovirose do DF, ocorrido nos anos posteriores a este estudo. Em 2019, registrou-se um aumento de 2.500% no número de casos prováveis, em relação a 2018 (Distrito Federal. SES-DF, 2019). Ainda em 2020, até o mês de agosto ocorreu um aumento de 22,1% no número de casos prováveis, quando comparado ao mesmo período de 2019, em que foram registrados 36.476 casos prováveis de dengue no DF (Distrito Federal. SES-DF, 2020b).

Nota-se também elevada sazonalidade na distribuição das espécies urbanas do DF, onde observa-se picos explosivos de densidade em períodos mais quentes e úmidos e diminuição nas épocas mais frias e secas, sendo a temperatura mínima, umidade relativa do ar e precipitação os fatores mais importantes que influenciam as flutuações populacionais para a maioria das espécies. Assim, os picos populacionais de *Cx. quinquefasciatus* demonstraram ser mais constantes e menos espaçados, quando comparados aos picos das espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, que foram mais espaçados, porém, mais explosivos para a espécie *Ae. aegypti*.

Temperaturas médias e máximas pouco influenciaram as abundâncias das espécies, indicando ampla valência ecológica na tolerância das variações térmicas no DF, durante o período estudado. Com exceção de *Cx.*

quinquefasciatus, as oscilações térmicas parecem não influenciar na dinâmica dessas populações como um fator limitante.

Em fragmento de mata, em São José do Rio Preto - SP, resultados distintos foram apontados por Dibo et al (2011a) que encontraram correlação positiva entre temperatura média e números de exemplares das espécies *Cx. declarator* ($r_s = 0,67$; $p = 0,0174$) e *Ae. scapularis* ($r_s = 0,72$; $p = 0,0084$). Por outro lado, *Ae. scapularis* ($r_s = 0,59$; $p = 0,0444$) e *Cx. coronator* ($r_s = 0,62$; $p = 0,0314$) coletados em mata de São Carlos, São Paulo, apresentaram correlação positiva entre precipitação e densidade, corroborando com os achados deste estudo.

No Parque Ecológico do Tietê, Urbinatti et al. (2007) analisando a ocorrência de *Ae. albopictus* em criadouros naturais e artificiais identificaram que as chuvas ($r=0,69$; $p<0,001$) possuem maior influência no aumento da abundância, em comparação com a temperatura ($r=0,35$; $p<0,001$).

No município de Potim, também no estado de São Paulo, registrou-se associação significativa com temperatura máxima para a espécie *Ae. aegypti* ($p=0,04$) e *Ae. albopictus* ($p=0,01$) e pluviosidade, somente para *Ae. albopictus* ($p=0,02$) (Serpa et al., 2006).

Neste estudo, *Cx. quinquefasciatus* apresentou um aumento populacional, entre outubro e dezembro, enquanto *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* nos primeiros meses do ano. Esse padrão sazonal de crescimento populacional de espécie do gênero *Aedes*, nos primeiros meses dos anos, tem sido verificado em vários estados brasileiros que registraram temperaturas mais elevadas com chuvas intensas e espessadas (Maciel-de-Freitas et al., 2008). A distribuição sazonal de *Culex quinquefasciatus* no município de Barreiras, Bahia, foi maior nos meses de setembro e novembro (Costa e Calado, 2016).

No estado de Goiás, um estudo realizado em 246 municípios, no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2005, demonstrou que a densidade larvária da espécie *Ae. aegypti* apresenta importante incremento nos primeiros meses de cada ano e redução entre junho e setembro (Costa et al., 2008b).

Ae. aegypti e *Ae. albopictus* também demonstraram correlações semelhantes com os fatores climáticos e aumento na abundância populacional.

Esses resultados demonstraram que essas espécies consideradas competidoras interespecíficas (Juliano, 2008) têm encontrado disponibilidade de recursos suficientes para coexistirem, mesmo com a dominância de *Ae. aegypti*.

O processo de diapausa dos ovos das espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* devem ser considerados para explicar, além da capacidade de dispersão, o aumento explosivo de eclosão de ovos e, conseqüentemente o crescimento de número de larvas nos períodos chuvosos (Diniz et al., 2017).

Por outro lado, a menor abundância de ambas as espécies pode, em parte, ser justificada pela dessecação dos ovos, a qual é esperada em períodos de seca (Juliano et al., 2002), onde observa-se maior desidratação de ovos. Na Tailândia, ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* permaneceram com baixos registros na estação seca, chegando à ausência em *Ae. albopictus* no final da estação, mas aumentaram exponencialmente durante a primeira metade da estação chuvosa (Mogi et al., 1988).

Assim, os processos de diapausa dos ovos das espécies de *Aedes* devem ser considerados para explicar, além da capacidade de dispersão, o aumento explosivo de eclosão de ovos e, conseqüentemente o crescimento de número de indivíduos nos períodos chuvosos (Diniz et al., 2017).

Diferente das espécies de *Aedes*, *Cx. quinquefasciatus* não apresenta diapausa dos ovos e realiza a postura diretamente na água e em grupo, em forma de jangada, portanto buscam criadouros que já dispõem de água para a eclosão dos ovos e são também mais ecléticos para escolha de criadouros, que podem ser naturais, artificiais, bem como em águas subterrâneas, inclusive mais ricas em matéria orgânica (Juliano & Philip Lounibos, 2005).

O DF caracteriza-se pela ausência de chuvas, principalmente entre julho a setembro, e ainda assim, houve o registro da presença e abundância de espécies potencialmente vetoras, indicando que a estrutura da cidade e a população vem mantendo criadouros em condições favoráveis à oviposição e desenvolvimento das formas imaturas, durante as estações secas. Tal fato pode contribuir para a ocorrência de arboviroses nas estações secas.

Resultado semelhante foi verificado em área urbana de Uberlândia, MG. Ao analisarem aspectos da dinâmica populacional de *Ae. aegypti* em períodos mais frios e secos do ano, Costa et al. (2008b) observaram a presença dessa espécie nesses períodos, porém em menor proporção.

Para Maciel-de-Freitas et al (2008) o baixo impacto da sazonalidade no padrão de infestação de *Ae. aegypti* obtido entre a estação seca e chuvosa em coletas realizadas em áreas endêmicas de dengue, no Rio de Janeiro, foi devido à produção constante e alta de grandes recipientes de água, como tambores de metal e caixas d'água que não são afetados pelas chuvas.

No DF, os criadouros D1 (pneus e rodantes) e D2 (descartáveis) contribuíram para os picos explosivos de mosquitos nas estações chuvosas e os depósitos A2 (usado para armazenamento de água para consumo humano ao nível do solo), B (móveis) e C (fixos) demonstraram ser constantemente importantes para as abundâncias das espécies e manutenção das populações de mosquitos em período de seca característico do DF, quando os depósitos transitórios como os do tipo D2 (descartáveis), mesmo que disponíveis, deixam de ser criadouros produtivos pela ausência de água.

Em Santa Catarina, os depósitos com maiores taxas de colonização pelo mosquito *Ae. aegypti* foram os do grupo D1 com média de 34,46% e D2 com 28,7% e para o *Ae. albopictus* os criadouro do tipo B (Rossi & da Silva, 2007).

Os criadouros do grupo C (depósitos fixos) representam os conectores de águas pluviais ou mesmo de esgoto dos ambientes domésticos. São habitats ricos em matéria orgânica, onde *Cx. quinquefasciatus* demonstra ser adaptada (Byrne & Nichols, 1999; Kay et al., 2000).

Pesquisadores na Austrália descobriram que habitats subterrâneos podem ser responsáveis pela reprodução de até 78% dos mosquitos vetores, entre eles *Ae. aegypti*, durante a estação seca, quando a água superficial é escassa (Kay et al., 2000). Russel et al. (2002) mencionaram que a exposição ao vírus da dengue, transmitida localmente por *Ae. aegypti*, é aproximadamente 2,5 vezes maior para as pessoas que vivem a 160 metros de um poço ou bueiro de escoamento de água.

A contribuição dos sistemas subterrâneos e superficiais de águas pluviais para abundância de mosquitos vetores ainda é pouco explorada pelos serviços de entomologia e controle de vetores. Por exemplo, nos Estados Unidos, pequenas regiões urbanas como o condado de Nassau, Nova York, onde o vírus do Nilo Ocidental emergiu, possuem aproximadamente 650 bacias de recarga, 70.000 bacias de ruas, 200 milhas de riachos e 50 lagoas (Nasci et al., 2001).

Geery & Holub (1989) destacam a importância de monitorar esses criadouros, devido a ameaça do vírus do Nilo Ocidental e a propensão desses sistemas a abrigar mosquitos do gênero *Culex*, envolvidos no ciclo de transmissão deste vírus.

No grupo C também se encontram, criadouros importantes que contribuem para a manutenção das espécies durante todo o ano, como piscinas e fontes ornamentais. São criadouros que constantemente são mantidos com água e que necessitam de reposições frequentes, justamente em épocas de seca.

Tanques/depósitos em obras, barracharias e hortas, são também próprios das estruturas urbanas e pela manutenção constante de criadouros devem ser considerados como pontos estratégicos para o controle vetorial.

Depósitos do grupo B (vasos/frascos com água, vasos de plantas, pratos, pingadeiras, recipientes de gelo, bebedouros em geral, pequenas fontes, ornamentos, materiais/depósitos de construção, objetos religiosos/rituais) também são importantes em períodos de seca, onde a irrigação de plantas passa a ser mais frequentes em vasos, por exemplo. Recipientes de gelo, bebedouros e fontes também são mais utilizados pela população humana em períodos de seca, tornando-se criadouros adequados para mosquitos que passam a contar cada vez mais com esses criadouros para manutenção de suas populações em períodos de maiores estresses ambientais.

Armazenamento de água para consumo humano em nível do solo também foi um criadouro importante. A manutenção de depósitos de armazenamento de água ao nível do solo (A2) como fonte constante de focos de mosquitos pode ter sido consequência do fornecimento irregular de água entre as RAs iniciado com a crise hídrica vivenciada no DF, entre 2016 até 2018, em que medidas como

restrição no uso e fornecimento de água, redução da pressão na rede e tarifas de contingência foram adotadas (Capodeferro et al., 2018).

Os depósitos do tipo D2 (descartáveis) foi, entre os criadouros removíveis, o grupo que apresentou a maior abundância de espécies, sendo, portanto, o tipo de criadouro mais importante para albergar e transportar diferentes espécies de mosquitos. Outros criadouros passíveis de remoção, tipo B (móveis, como os vasos de plantas) e D1 (pneus) também apresentaram altos índices de dominância. Esses resultados apontam para a importância desses depósitos na dispersão das espécies dominantes entre as RAs do DF, sendo que D2 e B, foram os principais criadouros responsáveis pelos picos populacionais de *Ae. aegypti* e o B o que registrou o maior índice de dominância dessa espécie.

A importância de criadouros móveis e removíveis na dispersão passiva de formas imaturas já foi observada para *Ae. aegypti*. Na região de São José do Rio Preto, São Paulo, pneus e vasos de plantas foram incriminados como os principais responsáveis pela dispersão e colonização de *Ae. aegypti* (Neto, 1997).

Espécies vetoras que se dispersam pelo transporte passivo serão sempre uma preocupação para saúde pública pois, além de apresentarem ampla vantagem quanto à garantia de sua sobrevivência como população, mesmo quando são eliminadas de uma região, representarão constante ameaça, devido a possibilidade de re-infestação de formas imaturas viáveis transportada por criadouros móveis.

Ressalta-se que, embora os depósitos de armazenamento de água elevados (A1) tenham apresentado pouca importância na abundância de espécies no DF, trata-se de criadouros importantes para espécies vetoras como *Ae. aegypti*, porém, de difícil acesso (Forattini & De Brito, 2003).

Em geral, os criadouros fixos e mais relacionados as residências como os utilizados para armazenamento de água para consumo humano, plantas, ralos e bueiros foram os mais frequentes em todas as localidades pesquisadas, sendo que juntos representaram mais de 50% dos criadouros disponibilizados positivos para formas imaturas de mosquitos de todas as RAs. Nesse sentido, o

monitoramento desses criadouros deve ser priorizado durante todo o ano e em todas as RAs, considerando a aplicação de medidas corretivas definitivas, sempre que possível.

A frequência de criadouros viáveis relacionados aos depósitos para armazenamento de água para consumo humano verificado especialmente em Brazlândia, Ceilândia, Estrutural, Itapoã, Planaltina, Recanto das Emas, Riacho Fundo II e São Sebastião denunciam a necessidade de políticas públicas que garantam a segurança no acesso e fornecimento de água para consumo humano e de ações focadas para minimizar os efeitos desses depósitos como potenciais criadouros.

Em bairros de Fortaleza, Ceará, as espécies *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* também demonstraram capacidade de manutenção em depósitos fixos. Tanques (13,8%), tambores (11,8%) e caixas d'água (9,8%), foram os criadouros mais utilizados por *Ae. aegypti*, enquanto para *Ae. albopictus*, as caixas d'água (11,6%), os tanques (10,5%) e os potes (9,4%) foram os criadouros mais frequentados (Martins et al., 2010).

Tauil (2001), já destacava, entre os fatores de urbanização e expansão das populações de *Ae. aegypti*, os problemas relacionados a falta de abastecimento regular de água, que levava a necessidade de armazenamento precário, facilitando a proliferação de formas imaturas, bem como a larga produção de material descartável e a ausência de destinação adequada, que ao serem deixados expostos a chuva, com a água acumulada transformam-se em potentes criadouros.

Assim, as frequências das espécies por tipo de criadouro parecem estar mais associadas a disponibilidade do recurso ofertado por cada território. Diante disso, esses resultados revelam além dos aspectos ecológicos das espécies estudadas, os fatores sociais, culturais e ambientais permanentes ou transitórios que caracterizam os territórios pesquisados no período do estudo e que devem ser utilizados como indicadores para o planejamento de ações de controle de espécies vetoras.

Em relação a abundância de espécies destaca-se que o Recanto das Emas que foi a RA com melhor distribuição espécies, enquanto Candangolândia registrou a maior dominância de *Ae. aegypti*. Essa última espécie representou mais de 90% da fauna registrada no presente estudo, reforçando a hipótese de que as espécies vetoras se beneficiam com declínio da diversidade de mosquitos, dinâmica já demonstrada por Medeiros-Sousa et al (2017) em parques urbanos do estado de São Paulo.

Segundo Weaver & Reisen (2010) todos os arbovírus que circulam entre animais selvagens produzem doenças, após a transmissão para humanos e animais domésticos que são hospedeiros acidentais. Alguns deles, como o vírus da dengue (DENV) e Chikungunya (CHIKV), já perderam a necessidade de amplificação enzoótica e agora produzem epidemias extensas em centros urbanos tropicais.

O ciclo enzoótico primitivo dos vírus da dengue, por exemplo, envolvia mosquitos *Aedes* que viviam em copas de árvores e primatas não humanos nas florestas tropicais da Ásia e da África, sem movimentos das áreas de floresta para urbanas. O que se sugere é que inicialmente *Ae. aegypti* adaptou-se à ecologia peridoméstica de pequenas vilas africanas dispersando-se para outros continentes a partir do tráfico de pessoas escravizadas (Gubler, 1997).

Outra espécie que demonstrou grande capacidade de domiciliação foi *Cx. coronator*, a qual esteve presente em 31 localidades, sete tipos de criadouros, preferencialmente os do tipo C (fixos), corroborando com um estudo realizado em Belize, América Central (Pecor et al., 2002), onde formas imaturas de *Cx. coronator* também foram encontrados em diversos tipos de criadouros, em ambientes rurais, silvestres e urbanos.

Na Venezuela está associada a fragmentos florestais e focos enzoóticos de Encefalite Equina Venezuelana (Alfonzo et al., 2005), enquanto que no Brasil, há registro de *Cx. coronator* em diversos tipos de criadouros na Região Sul do país (Lopes et al., 1993) e em São Paulo também já foi associada a ambientes modificados pelo homem (Urbinatti et al., 2001; Ribeiro et al., 2012).

Na região Amazônica, *Cx. coronator* têm sido frequentemente encontrados com o vírus de encefalite Saint Louis, desempenhando importante papel na manutenção do ciclo desse arbovírus (Vasconcelos et al., 1991). Nessa região também já foi encontrado naturalmente infectado com os vírus da Encefalite Mucambo, Caraparu e Tucunduba (Vasconcelos et al., 1991).

Neste estudo, merecem atenção também as espécies *Aedes scapularis*, *Li. durhamii* e *Cx. declarator*. Esse último considerado vetor do vírus da Encefalite Saint Louis (SLEV) na Amazônia (Vasconcelos et al., 1991) e que juntamente com *Cx. dolosus*, *Cx. corniger*, *Cx. saltanensis* e *Cx. chidesteri* vem sendo capturadas em ampla gama de criadouros artificiais e naturais no DF.

Como limitações destacam-se a utilização de apenas uma única técnica de captura e a dificuldade de identificação taxonômica das larvas por parte dos técnicos da DIVAL que não chegaram até o nível de espécie, ou seja, o treinamento de laboratorista é direcionado para as espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e pouca importância é dada a outras espécies. Além disso, a dificuldade de acessar os criadouros crípticos durante as coletas das formas imaturas, é uma outra limitação que deve ser considerada, pois nem todos os criadouros são vistoriados, principalmente aqueles de difícil acesso.

6.2 Fauna de culicídeos do Aterro Controlado do Jôquei Clube e região circunvizinha

As observações sobre a composição específica de mosquitos revelaram a ocorrência de 19 espécies, entre os quais destaca-se a marcante presença de *Culex quinquefasciatus* em todos os ambientes pesquisados. Trata-se de uma espécie invasora adaptada a ambientes antropizados, com hábito alimentar e ovipostura crepuscular noturna (Beehler et al., 1993; Schreiber et al., 1988), cujas larvas preferem águas eutróficas com alto conteúdo orgânico e portanto são bem adaptados a áreas de degradação ambiental (Ribeiro et al., 2012, 2004; Urbinatti et al., 2001).

Cx. quinquefasciatus é uma espécie altamente antropofílica e eficiente na transmissão do parasita causadores da filariose bancroftiana, doença endêmica presente em regiões tropicais e subtropicais, e que no Brasil, já esteve inserida em áreas urbanas dos estados de Alagoas (Maceió), Pará (Belém) e Pernambuco, Região Metropolitana do Recife até início dos anos 2000 (Medeiros et al., 2004). Atualmente com resultados que apontam para a eliminação dessa doença no país, porém com relatos de casos em imigrantes de países endêmicos o que reforça a necessidade de vigilância constante para evitar a reintrodução da doença, dada a ampla distribuição de *Cx. quinquefasciatus* pelo país (BRASIL, 2019).

Por se alimentar também de sangue de aves vem sendo associada ao WNV nos Estados Unidos (Chancey et al., 2015). Na província de Hainan, na China, *Cx. quinquefasciatus* foi incriminado como um vetor ZIKV (Guo et al., 2016). No Brasil já foram detectados EEV, SLEV, OROV (Segura e Castro, 2007), ZIKV (Guedes et al., 2017), MAYV e DENV (Pereira Serra et al., 2016), porém a competência vetorial do *Cx. quinquefasciatus* para esses vírus ainda não está esclarecida (Viveiros-rosa et al., 2020).

Nesse estudo, o gênero *Anopheles* foi o mais bem representado quanto ao número de espécies: *Anopheles (Anopheles) punctimacula* (1), *Anopheles (Nyssorhynchus) argyritarsis* (1), *An. (Nys.) benarrochi* (13), *An. (Nys.) darlingi*

(2), *An. (Nys.) lutzi* (2), *An. (Nys.) oswaldoi* (1). Em levantamento entomológico de fauna anofélica no DF, na Fazenda Riacho Frio, em 1987, foram registradas as espécies *Anopheles lanei* (1), *An. triannulatus* (1), *An. darlingi* (2) e *An. nuneztovari* (1) (Elisa & Carvalho, 1989).

Em 2008 houve o registro de *Anopheles kompi* (Obara et al., 2012), e logo depois, em 2010, foram registradas as espécies *Anopheles (Lophopodomyia) gilesi* Peryassu 1908 (10), *Anopheles (Nyssorhynchus) argyritarsis* Robineau-Desvoidy, 1827 (1), *Anopheles (Nyssorhynchus) parvus* Chagas, 1907 (2) e *Anopheles (Stethomyia) kompi* Edwards, 1930 (54) (Lira-Vieira et al., 2013), procedentes do Parque Nacional de Brasília.

Nessa pesquisa foi possível identificar 4 espécies, até então sem registros de ocorrência no DF - *Anopheles (Anopheles) punctimacula* Dyar & Knab, 1906; *An. (Nys.) benorrachi* Gabaldon, Cova, Garcia & Lopez, 1941; *An. (Nys.) lutzi* Cruz, 1901 e *An. (Nys.) oswaldoi* Peryassú, 1922. As espécies *An. argyritarsis*, *An. benorrachi*, *An. lutzi* e *An. oswaldoi* destacam-se pela importância secundária na transmissão de plasmódios nas Américas do Norte, Central e do Sul (Marcondes, 2001).

Merece atenção *An. (Nyssorhynchus) darlingi* que foi capturada em área circunvizinha à cidade Estrutural e ao ACJC. Essa espécie foi classificada como rara e acidental e capturada em ambientes intra e peridomiciliar, conforme características já descritas como próprias da espécie, em relação a endofilia e antropofilia (Deane, 1988). Em estudo realizado por Souza-Santos (2002) no estado de Rondônia, *An. darlingi* foi a espécie capturada em maior número, tanto no intra como no peridomicílio. Segundo Tadei & Thatcher (2000) a presença dessa espécie relaciona-se a casos humanos de malária, mesmo quando presente em baixa densidade pode manter a malária endêmica.

A maioria das espécies de mosquitos do gênero *Anopheles* capturados possuem hábitos noturnos e geralmente desenvolvem-se no solo em poças e lagoas. Porém, em coletas de formas imaturas realizadas em São Paulo e Mato Grosso já revelaram a presença de larvas da espécie *An. argyritarsis* em criadouros artificiais do tipo caixa d'água em nível do solo, evidenciando

alterações na escolha de habitats para desenvolvimento de formas imaturas dessa espécie (Forattini et al., 1998; Silva et al., 2008). No presente estudo observou-se a presença dessas espécies especialmente em ambiente domiciliar.

Amplia-se o registro para as espécies *Aedeomyia (Aedeomyia) squamipennis* (Lynch Arribáizaga, 1978), *Aedes (Ochlerotatus) albifasciatus* (Macquart, 1838) e *Psorophora (Psorophora) ciliata* (Fabricius, 1794), *Coquillettidia shannoni* (Lane & Antunes, 1937) e *Uranotaenia geometrica* (Theobald, 1901) capturadas em ambiente domiciliar no DF.

Ae. scapularis, a segunda espécie mais presente e abundante no estudo, subdominante e acessória, é reconhecida como mosquito antropofílico oportunista, se alimenta de sangue de aves, humanos e primatas não humanos (Cunha et al., 2020). Essa espécie já foi considerada uma das principais vetoras do flavivírus Rocio, durante epidemia de encefalite viral em municípios de São Paulo, na década de 1970 (Forattini et al., 1978). Pesquisas já demonstraram ampla distribuição dessa espécie no Rio de Janeiro, inclusive com pool positivo para YFV7, no Espírito Santo (Cunha et al., 2020). Em São Paulo, pesquisa recente também demonstrou infectividade por vírus da febre amarela em *Ae. scapularis* (Cunha et al., 2020).

Aedeomyia squamipennis e *Ae. albopictus* foram consideradas espécies eventuais e acessórias, enquanto *Uranotaenia colosomata* foi classificada como rara e acidental. A princípio, *Ad. squamipennis* não apresentava características de domiciliação (Dibo et al., 2011; Pereira et al., 2017), porém neste estudo a presença dessa espécie foi detectada nos ambientes intra e peridomicílio. Essa espécie é considerada vetor de plasmódios de aves e encontrada naturalmente infectada com o vírus Gamboa (Dutary et al., 1989; Eastwood et al., 2016; Burkett-Cadena & Blosser, 2017; Chiang et al., 2018), podendo se adaptar aos ambientes antropizados.

Ae. albopictus foi capturado no peridomicílio, mata e sede administrativa do ACJC. Essas casas localizam-se em área periurbana, levantando a preocupação dessa espécie em servir como ponte na transmissão de arboviroses entre áreas periurbanas e urbanas, pois trata-se de uma espécie reconhecida pela sua

capacidade de adaptação aos ambientes urbanos, de ser oportunista e competente para transmissão do vírus da Febre Amarela (Amraoui et al., 2018). Nos Estados Unidos, já tem sido sugerido que *Ae. albopictus* pode contribuir para o estabelecimento de uma conexão entre os ciclos silvestre e urbano do vírus do Oeste do Nilo (Turell et al., 2001).

Os ambientes podem ser caracterizados a partir da presença ou ausência de espécies de mosquitos, as quais servem também para indicar de mudanças ambientais. A presença de mosquitos que pertencem, por exemplo, ao subgênero *Kerteszia* caracterizam-se por ambientes conservados, pois desenvolvem-se em habitats naturais como buracos de árvore ou bromélias, assim como, espécies do gênero *Sabethes* que também vivem em ambientes que não sofreram com alterações antrópicas. Em contraste, *Cx. quinquefasciatus* caracterizam por ambientes com alto grau de antropização e *Ae. scapularis* e *Ae. serratus* são notáveis por seu caráter onipresente, especialmente em ambientes florestais modificados (Dorvillé, 1996).

Nesse estudo, observou-se evidências de uma fauna afetada pela intensa atividade antrópica, ou seja, pela presença marcante de *Cx. quinquefasciatus* e *Ae. scapularis*, espécies indicadoras de terrenos degradados, conforme estudo realizado por Gomes *et al* (2007).

Além disso, as espécies podem se tornar mais ou menos abundantes pela influência do ambiente em mudança, principalmente por meio da perturbação do habitat (Connell, 1978; Grime, 1973). Assim, a baixa riqueza de espécies identificada no ambiente do lixão e a dominância de *Cx. quinquefasciatus* no local são indícios da intensa degradação ambiental sofrida, durante os consecutivos anos de atividade de despejo de resíduos sólidos. Essa espécie também foi coletada na lagoa de chorume (11 exemplares) e sede administrativa do ACJC (14 exemplares), portanto, altamente associadas a ambientes antropizados.

Por outro lado, no fragmento de mata residual do ACJC registra-se a presença da espécie *Uranotaenia colosomata*, evidenciando um ambiente menos alterado, corroborando com os registros de (Lira-Vieira et al., 2013) para

essa mesma espécie realizado no Parque Nacional de Brasília, em 2011. Porém, *Cx. quinquefasciatus* também foi a espécie dominante nessa mata de transição, na qual pode ser justificada por um processo de dispersão de espécies.

Segundo Sousa (1984), dependendo do grau das mudanças ou distúrbios nos ambientes, a biodiversidade de espécies local é afetada podendo levar a dispersão, eliminação ou mesmo a extinção local de espécies. A riqueza de espécies no ACJB, parece ainda estar pouco estabelecida e pode ser reflexo de dispersão de espécies em busca de adaptação a novos cenários alterados provocados pela degradação do aterro.

Connell (1978) menciona que, espécie com menor poder de dispersão e crescimento mais lento podem ser excluídas de ambientes com perturbações frequentes, podendo migrar, se estabelecer e iniciar uma colonização em um ambiente com níveis intermediários de degradação ambiental.

De um modo geral, entre as espécies encontradas no ACJB, destacam-se as antropofílicas, domiciliadas e típicas de ambiente urbano - *Ae. aegypti* e *Cx. quinquefasciatus*. Por outro lado, as áreas circunvizinhas e a mata secundária apresentaram uma maior riqueza, com registro de espécies semelhantes às encontradas em ambientes menos degradados, a exemplo, *An. punctimacula*, *An. argyritarsis*, *An. benorrachi*, *An. oswaldoi*, *Ad. squamipennis*, *Ps. ciliata*, *Cq. shannoni*, *Ur. geometrica* e *Ur. calosomata*. Resultados diferentes foram encontrados por (Barbosa et al., 2008) que ao comparar fauna de culicídeos de uma área rural de Manaus, Amazonas, entre agosto de 2001 a julho de 2002, registrou maior riqueza em ambiente de mata (86,9%) quando comparado ao intra (5%) e peridomicílio (8,1%).

A baixa diversidade observada pode ter sido impactada pela alta dominância de *Cx. quinquefasciatus*, pois os impactos produzidos pelo ACJC refletiram em uma menor diversidade de espécies, com a presença predominante de *Cx. quinquefasciatus*, seguida de *Ae. scapularis*.

Ainda a heterogeneidade ambiental desta área demonstrou o desafio de inventariar a fauna existente, como revelou a curva de acúmulo de espécies e as extrapolações da diversidade observada em cada ambiente, que não

mostraram sinais de atingirem uma assíntota, indicando que espécies novas aguardam por serem descobertas no local.

As variáveis climáticas demonstraram pouca influência nas abundâncias totais e de *Cx. quinquefasciatus*, apenas relações fracas e moderadas foram obtidas entre temperatura e precipitação. Ressalta-se, como limitação, que o método de captura utilizado não é efetivo para capturas quando da ocorrência de períodos chuvosos, onde os mosquitos adultos buscam refúgio e pouco se movimentam, diminuindo as chances de captura. Além, disso recomenda-se para outros estudos uma análise de dados defasados para dados de pluviosidade, pela média dos últimos 10 ou 15 dias anteriores a data da coleta, que podem influenciar, principalmente na abundância das formas imaturas.

Outra limitação foi a utilização de um único método de captura nesta área direcionado para espécies crepusculares e noturnas que pode ter subamostrado espécies com hábitos diurnos.

Novas capturas associadas a outros métodos poderão ampliar o número de espécies capturadas para um melhor entendimento dos possíveis cenários de transmissão de arboviroses, a fim de fortalecer os serviços de entomologia do DF e auxiliar os gestores locais na tomada de decisões frente aos riscos de transmissão de arboviroses. Além disso, estudos abordando aspectos ecológicos, infecção natural e preferência alimentar dos mosquitos em cenário urbano, rural e periurbano podem trazer informações adicionais sobre o risco potencial de transmissão de novos agentes infecciosos.

6 Conclusões

Os índices faunísticos utilizados possibilitaram uma descrição e análise detalhada dos padrões de diversidade de mosquitos em áreas urbanas do DF por RA, criadouros e no tempo e foram úteis para a descrição dos achados da fauna capturada em área peri-urbana e do Aterro Controlado do Jôquei Clube de Brasília.

Ae. aegypti e *Cx. quinquefasciatus* foram consideradas eudominantes, e juntamente com *Ae. fluviatilis* e *Cx. coronator* foram responsáveis por cerca de 95% das espécies coletadas em áreas urbanas do DF. Portanto, novas alternativas de controle, sobretudo para as duas primeiras, devem ser avaliadas, considerando a complexidade do ambiente urbano e a influência dos fatores climáticos que impulsionam a reprodução dessas espécies no DF;

De um modo geral, os criadouros dos tipos A, B e C representaram mais de 60% da frequência de formas imaturas das espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Cx. quinquefasciatus*. Além disso, os criadouros D1 (pneus e rodantes) e D2 (descartáveis) contribuíram para os picos explosivos de mosquitos nas estações chuvosas, mas que durante os períodos de secas reduzem a sua produção. Nesse período de seca, os depósitos A2 (usado para armazenamento de água para consumo humano ao nível do solo), B (móveis) e C (fixos) são os responsáveis pela manutenção das populações de mosquitos no DF, portanto, atenção especial deve ser dada por parte dos serviços de controle vetorial para esses potenciais criadouros no DF;

Os resultados nos apontam que quando desafiadas, essas espécies encontram refúgio nos domicílios, que passam a ser o ambiente seguro para essas espécies dominantes. A manutenção de espécies como o *Ae. aegypti* nesses períodos mais secos poderá afetar o padrão sazonal de ocorrência de arboviroses no território.

Ae. aegypti e *Ae. albopictus* registraram picos entre os primeiros meses dos anos, enquanto *Cx. quinquefasciatus* entre outubro e dezembro, sendo que a temperatura mínima, umidade relativa do ar e precipitação foram os fatores mais

importantes que influenciaram as flutuações populacionais para a maioria das espécies.

Essas características devem ser consideradas para o planejamento e monitoramento do controle vetorial com ações intensificadas mesmo antes dos primeiros meses do ano, considerando a potencialidade dos criadouros e empenhando esforços inclusive no período em que fatores ambientais exercem o papel controlador e assim somando às medidas integradas artificiais, àquelas oferecidas pela natureza.

Esses resultados demonstraram ainda a necessidade de políticas públicas voltadas para a garantia de fornecimento regular de água a toda população humana residente do DF, ao monitoramento das redes de água subterrâneas, gestão adequada de resíduos sólidos e alerta a população para a necessidade de adoção de práticas de fechamento de ralos e manutenção de outros depósitos fixos devidamente tampados durante os períodos de desuso, bem como protegidos da chuva.

Águas Claras, Guará, Vicente Pires e Lago Sul contribuíram em 100% para a diversidade total de culicídeos encontrada no DF, sendo áreas importantes para monitoramento e futuros estudos sobre conservação de espécies. Já Regiões de alta dominância de *Ae. aegypti*, como Candangolândia, ações de controle e monitoramento da fauna devem ser intensificados.

Estratégias que visem a retirada de recursos essenciais à permanência dessas espécies em território urbano, associado às que busquem a conservação de espécies não sugadoras que possam contribuir para o equilíbrio natural das populações podem ser estratégias que, a médio e longo prazo, resultem em cenários melhores que reflitam na diminuição de transmissão de doenças.

A análise da diversidade de mosquito da área do ACJC e região circunvizinha revelou uma fauna marcada pela eudominância e dispersão de *Cx. quinquefasciatus* e dominância de *Ae. scapularis* e pela variedade de espécies resilientes principalmente em ambientes de intradomicílio e peridomicílio.

A maior frequência de *Cx. quinquefasciatus* e *Ae. scapularis* indicou elevada interferência antrópica na área do aterro controlado e de fragmento residual de

mata, além da dispersão de espécies vetoras para áreas domiciliadas, de intra e peridomicílio que apresentaram uma maior riqueza e maiores índices de diversidade entre os ambientes estudados.

Nessa área, a maior abundância foi registrada no peridomicílio (163; 41,2%) e no intradomicílio (160; 40,7%). Esse último foi o ambiente que apresentou a maior riqueza (13 espécies), seguidas do peridomicílio (9), mata secundária (6), a sede administrativa (4) e lagoa de chorume (3). Para essa área ações mitigatórias dos danos causados à área do ACJC devem ser tomadas visando o reestabelecimento gradual da área, retirada de criadouros artificiais que veem favorecendo espécies de mosquitos vetores.

Cx. quinquefasciatus manteve-se em todas as coletas da região do ACJC com aumento de suas atividades em temperaturas superiores a 15°, condições que devem ser consideradas para ações específicas de controle vetorial de *Cx. quinquefasciatus* no ACJC.

Ações específicas de controle vetorial devem ser realizadas para *Cx. quinquefasciatus* no ACJC, porém de forma a considerar os impactos à fauna existente e os benefícios que espécies invasoras possuem para resistência aos fatores antrópicos, como aos inseticidas, de forma que essas medidas não sejam mais um impulsionador para o estabelecimento de espécies invasivas e vetoras de patógenos.

Amplia-se a lista de espécies do DF pelo registro de *An. punctimacula*, *An. benorrachi*, *An. lutzi*, *An. oswaldoi*, *Ad. squamipennis*, *Ae. albifasciatus*, *Ps. ciliata*, *Cq. shannoni* e *Ur. geometrica*.

Alerta-se para a ocorrência das espécies *An. darlingi* em ambientes domiciliares área periurbana no DF e aos riscos inerentes à distribuição de *Cx. quinquefasciatus*, *Ae. albopictus* e *Ae. scapularis*, em região periurbana próxima ao Parque Nacional de Brasília, área de proteção ambiental, com elevada diversidade de animais silvestres, uma vez que, além de serem vetores de patógenos reconhecidamente competentes, estes mosquitos destacam-se também pelas características oligófilas e oportunistas, com facilidade de

frequentar ambientes de transição, rurais e urbanos, que podem servir de ponte de transição de patógenos silvestres para ambientes urbanos.

O Distrito Federal encontra-se em meio ao cerrado com uma área urbana densa e centralizada e extensa área rural, expandindo-se para periurbana, com reservas e parques urbanos também inseridos ao território e com uma fauna culicidae ainda por ser descoberta e com potencial de expansão.

Assim, o monitoramento entomológico da fauna culicidae do DF deve ser mantido e expandido como prioridade para a vigilância e controle de doenças transmitidas por mosquitos e considerando a possibilidade do surgimento de novas arboviroses, que muitas vezes só são identificadas quando a doença já passa a ocorrer entre humanos.

O monitoramento deve também ser interpretado como indicador para avaliação das ações de controle vetorial e deve dialogar com os saberes da ecologia, entomologia e epidemiologia para que, de forma integrada possam ser construídas estratégias sustentáveis e mais efetivas que minimizem os problemas de saúde ambiental e coletiva que refletem na transmissão de doenças por mosquitos vetores.

8. Referências Bibliográficas

- Aagaard-Hansen, J., Nombela, N., Alvar, J., 2010. Population movement: a key factor in the epidemiology of neglected tropical diseases. *Trop. Med. Int. Heal.* 15, 1281–1288. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2010.02629.x>
- ABRELPE, 2017. *Panorama 2017* 15.
- Alfonzo, D., Grillet, M.E., Liria, J., Navarro, J., Weaver, S.C., Barrera, R., 2005. Ecological Characterization of the Aquatic Habitats of Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Enzootic Foci of Venezuelan Equine Encephalitis Virus in Western Venezuela. *J. Med. Entomol.* 42, 278–284. <https://doi.org/10.1093/jmedent/42.3.278>
- Alonso, D.P., Campos, M., Troca, H., Kunii, R., Tripet, F., Ribolla, P.E.M., 2019. Gene expression profile of *Aedes aegypti* females in courtship and mating. *Sci. Rep.* 9, 1–9.
- Amraoui, F., Pain, A., Piorkowski, G., Vazeille, M., Couto-Lima, D., de Lamballerie, X., Lourenço-de-Oliveira, R., Failloux, A.-B., 2018. Experimental adaptation of the yellow fever virus to the mosquito *Aedes albopictus* and potential risk of urban epidemics in Brazil, South America. *Sci. Rep.* 8, 1–8.
- Araújo, M.O., 2003. Distribuição de espécies de Culicidae em criadouros no Distrito Federal no período de maio a setembro de 2003. Centro Universitário de Brasília.
- Barbosa, A.A., Navarro-Silva, M.A., Calado, D., 2003. Atividade de Culicidae em remanescente florestal na região urbana de Curitiba (Paraná, Brasil). *Rev. Bras. Zool.* 20, 59–63.
- Barbosa, M. das G.V., Fé, N.F., Marcião, A.H.R., Silva, A.P.T. da, Monteiro, W.M., Guerra, M.V. de F., Guerra, J.A. de O., 2008. Registro de Culicidae de importância epidemiológica na área rural de Manaus, Amazonas. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 41, 658–663.
- Barghini, A., Urbinatti, P.R., Natal, D., 2004. Fluorescent and incandescent light attractiveness to mosquitos (Diptera: Culicidae). *Entomol. y Vectores* 11, 611–622.
- Barros, F.S.M., Honório, N.A., 2015. Deforestation and malaria on the amazon frontier: Larval clustering of *Anopheles darlingi* (Diptera: Culicidae) determines focal distribution of malaria. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 93, 939–953. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0042>
- Beehler, J.W., Webb, J.P., Mulla, M.S., 1993. Spatial and circadian oviposition patterns in an urban population of *Culex quinquefasciatus*. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 9, 385–388.
- Beerntsen, B.T., James, A.A., Christensen, B.M., 2000. Genetics of mosquito vector competence. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 64, 115–137.
- Begon, M., Townsend, C.R., Harper, J.L., 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*.
- Benchimol, J.L., 1907. Synopsis and systematization of the mosquitoes of Brazil 0–2.
- Benchimol, J.L., Da Silva, A.F.C., 2008. *Ferrovias, doenças e medicina tropical*

- no Brasil da Primeira República. *Hist. Ciências, Saúde - Manguinhos* 15, 719–762. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702008000300009>
- Benchimol, J.L., Sá, M.R., 2006. Adolpho Lutz e a entomologia médica no Brasil (apresentação histórica).
- Bentley, M.D., Day, J.F., 1989. Chemical ecology and behavioral aspects of mosquito oviposition. *Annu. Rev. Entomol.* 34, 401–421.
- Bhatt, S., Gething, P.W., Brady, O.J., Messina, J.P., Farlow, A.W., Moyes, C.L., Drake, J.M., Brownstein, J.S., Hoen, A.G., Sankoh, O., Myers, M.F., George, D.B., Jaenisch, T., Wint, G.R.W., Simmon, C.P., Farrar, J.J., Hay, S.I., 2013. The global distribution and burden of dengue. *Nature* 496, 504–507. <https://doi.org/10.1038/nature12060>.
- Black, W., Moore, C., 1996. Population biology as a tool for studying vector-borne diseases. In *The Biology of Disease Vectors*.
- Black, W., Moore, C.G., Beaty, B.J., Marquardt, W.C., 1996. Population biology as a tool for studying vector-borne diseases, pp. 393–416. *Biol. Dis. vectors*.
- Borge de Prada, M., Rodríguez-Sosa, M.A., Vásquez-Bautista, Y.E., Guerrero, K.A., Alarcón-Elbal, P.M., 2018. Mosquitos (Diptera, Culicidae) de importancia médica asociados a residuos sólidos urbanos en Jarabacoa, República Dominicana. *Salud Jalisco* 5, 20–27.
- Boyer, S., Calvez, E., Chouin-Carneiro, T., Diallo, D., Failloux, A.-B., 2018. An overview of mosquito vectors of Zika virus. *Microbes Infect.* 20, 646–660. <https://doi.org/10.1016/j.micinf.2018.01.006>
- Bradley, C.A., Altizer, S., 2007. Urbanization and the ecology of wildlife diseases. *Trends Ecol. Evol.* 22, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.11.001>
- Brasil. Ministério da Saúde, 2020. Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes. *Bol. Epidemiológico Arboviroses* 51, 1–13.
- Brasil. Ministério da Saúde, 2019. Guia de Vigilância em Saúde: Volume único, 3ª. ed. Ministério da Saúde, Brasília.
- Brasil. Ministério da Saúde, 2018. Situação epidemiológica e estratégias de prevenção, controle e eliminação das doenças tropicais negligenciadas no Brasil, 1995 a 2016. *Bol. Epidemiológico da Secr. Vigilância em Saúde* 49, 1–15.
- Brasil. Ministério da Saúde, 2013. Levantamento Rápido de índices para – LIRAA – para vigilância entomológica do Aedes aegypti no Brasil. Ministério da Saúde, Brasília.
- Brasil. Ministério da Saúde, 2006. Ações de controle da malária: manual para profissionais de saúde na atenção básica. Editora do Ministério da Saúde, Brasília.
- Brasil. Ministério da Saúde, 2001. Dengue, Instruções para Pessoal de Combate ao Vetor - Manual de Normas Técnicas. Ministério da Saúde, Brasília.
- BRASIL, 2019. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim Epidemiológico Vigilância em Saúde no Brasil de 2003-2019 06–154.
- Bray, J.R., Curtis, J.T., 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27, 326–349.
- Brown, H.E., Paladini, M., Cook, R.A., Kline, D., Barnard, D., Fish, D., 2014.

- Effectiveness of mosquito traps in measuring species abundance and composition. *J. Med. Entomol.* 45, 517–521.
- Brown, K.S., 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *J. Insect Conserv.* 1, 25–42. <https://doi.org/10.1023/A:1018422807610>
- Burkett-Cadena, N.D., Blosser, E.M., 2017. *Aedeomyia squamipennis* (Diptera: Culicidae) in Florida, USA, a new state and country record. *J. Med. Entomol.* 54, 788–792.
- Byrne, K., Nichols, R.A., 1999. *Culex pipiens* in London Underground tunnels: differentiation between surface and subterranean populations. *Heredity (Edinb)*. 82, 7–15.
- Calderón-Arguedas, O., Troyo, A., Moreira-Soto, R.D., Marín, R., Taylor, L., 2015. Dengue viruses in *Aedes albopictus* Skuse from a pineapple plantation in Costa Rica. *J. Vector Ecol.* 40, 184–186. <https://doi.org/10.1111/jvec.12149>
- Calisher, C.H., Lazuick, J.S., Justines, G., Francy, D.B., Monath, T.P., Gutierrez, E., Sabbatini, M.S., Bowen, G.S., Jakob, W.L., 1981. Viruses isolated from *Aedeomyia squamipennis* mosquitoes collected in Panama, Ecuador, and Argentina: establishment of the Gamboa serogroup. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 30, 219–223.
- Cantuária, M.F., 2012. Ecologia de culicídeos (Diptera: Culicidae) da área de proteção ambiental do rio Curiaú, Macapá, Amapá. Macapá Programa Pós Grad. em Biodiversidade Trop.
- Capodeferro, M.W., Smiderle, J.J., Oliveira, L.A.D., Diniz, D.T.L., 2018. Mecanismos adotados pelo Distrito Federal no combate à crise hídrica.
- Casseb, A. do R., Casseb, L.M.N., Silva, S.P. da, Vasconcelos, P.F. da C., 2013. Arbovírus: importante zoonose na Amazônia brasileira. *Veterinária e Zootec.* 20, 391–403.
- Chadee, D.D., Corbet, P.S., Talbot, H., 1995. Proportions of eggs laid by *Aedes aegypti* on different substrates within an ovitrap in Trinidad, West Indies. *Med. Vet. Entomol.* 9, 66–70. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.1995.tb00118.x>
- Chancey, C., Grinev, A., Volkova, E., Rios, M., 2015. The global ecology and epidemiology of West Nile virus. *Biomed Res. Int.* 2015.
- Chao, A., Colwell, R., Lin, C.-W., Gotelli, N., 2009. Sufficient sampling for asymptotic minimum species richness estimators. *Ecology* 90, 1125–1133. <https://doi.org/10.1890/07-2147.1>
- Chao, A., Gotelli, N., Hsieh, T.C., Sander, E., Ma, K., Colwell, R., Ellison, A., 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecol. Monogr.* 84, 45–67. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- Charlwood, J.D., 1979. Observações sobre o comportamento de acasalamento de *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera-Culicidae). *Acta Amaz.* 9, 463–470.
- Chaves, L.F., Hamer, G.L., Walker, E.D., Brown, W.M., Ruiz, M.O., Kitron, U.D., 2011. Climatic variability and landscape heterogeneity impact urban mosquito diversity and vector abundance and infection. *Ecosphere* 2, art70.

- <https://doi.org/10.1890/ES11-00088.1>
- Chen, Z., Liu, F., Liu, N., 2019. Human Odour Coding in the Yellow Fever Mosquito, *Aedes aegypti*. *Sci. Rep.* 9, 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49753-2>
- Chiang, J.O., de Souza, W.M., Nunes, M.R.T., Acrani, G.O., de Freitas, N.M., da Silva, S.P., da Silva, P.H.D., de Sousa, A.W., Rodrigues, S.G., Quaresma, J.A.S., 2018. Characterization of the Gamboa virus serogroup (Orthobunyavirus genus, Peribunyaviridae family). *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 98, 1502–1511.
- Chivian, E., Bernstein, A., 2008. *Sustaining life: how human health depends on biodiversity*. Oxford University Press.
- Ciprandi, A., Horn, F., Termignoni, C., 2003. Saliva de animais hematófagos: fonte de novos anticoagulantes. *Rev. Bras. Hematol. Hemoter.* 25, 250–262.
- Co-operation on Health and Biodiversity, 2010. *The Importance of Biodiversity to Human Health*. *Biodivers. Glob. Heal.* 10, 1–4.
- Codeplan, 2017. *Atlas do Distrito Federal - 2017*. Brasília/DF.
- Cohen, J.E., 2003. Human population: the next half century. *Science* (80-.). 302, 1172–1175.
- Cohuet, A., Harris, C., Robert, V., Fontenille, D., 2010. Evolutionary forces on Anopheles: what makes a malaria vector? *Trends Parasitol.* 26, 130–136.
- Committee, Steering, Committee, Scientific, 2014. *Waste Atlas The World's 50 Biggest Dumpsites*.
- Connell, J., 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* (80-.). <https://doi.org/10.1126>
- Consoli, Lourenço-de-Oliveira, R., 1994. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil, *Cadernos de Saúde Pública*. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1995000100027>
- Consoli, R.A., Oliveira, R.L. de, 1994. *Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil*. Ed. Fiocruz, Rio de Janeiro.
- Corbet, A.S., Fisher, R.A., Williams, C.B., 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *J. Anim. Ecol.* 12, 42–58.
- Costa, F.S., Junqueira, J., Mara, C., Souza, D., Mendes, J., 2008a. Dinâmica populacional de *Aedes aegypti* (L) em área urbana de alta incidência de dengue Population dynamics of *Aedes aegypti* (L) in an urban area with high incidence of dengue 41, 309–312.
- Costa, F.S., Silva, J.J. da, Souza, C.M. de, Mendes, J., 2008b. Dinâmica populacional de *Aedes aegypti* (L) em área urbana de alta incidência de dengue. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 41, 309–312.
- Costa, I.M.P., Calado, D.C., 2016. Incidência dos casos de dengue (2007-2013) e distribuição sazonal de culicídeos (2012-2013) em Barreiras, Bahia. *Epidemiol. e Serviços Saúde* 25, 735–744.
- Cruvinel, V.R.N., Marques, C.P., Cardoso, V., Novaes, M.R.C.G., Araújo, W.N., Angulo-Tuesta, A., Escalda, P.M.F., Galato, D., Brito, P., da Silva, E.N., 2019. Health conditions and occupational risks in a novel group: waste pickers in the largest open garbage dump in Latin America. *BMC Public*

- Health 19, 581. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6879-x>
- Cruvinel, V.R.N., Zolnikov, T.R., Takashi Obara, M., Oliveira, V.T.L. de, Vianna, E.N., Santos, F.S.G. do, Oliveira, K.C. de, Scott, J.A., 2020. Vector-borne diseases in waste pickers in Brasília, Brazil. *Waste Manag.* 105, 223–232. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.02.001>
- Cunha, M.S., Faria, N.R., Caleiro, G.S., Candido, D.S., Hill, S.C., Costa, C., Nogueira, J.S., Maeda, A.Y., Gisele, F., Souza, R.P. De, Spinola, R., Tubaki, R.M., Maria, R., Menezes, T. De, Abade, L., Sabino, E., Candido, D.S., Claro, I.M., 2020. Genomic evidence of yellow fever virus in *Aedes scapularis*, southeastern Brazil, 2016. *Acta Trop.* 105390. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105390>
- d'Avila, F.A., 2011. Estudo do impacto da construção de duas barragens na dinâmica populacional de mosquitos (Diptera: Culicidae) na Região Metropolitana de São Paulo.
- de Azevedo, P.B., Leite, J.C.A., de Oliveira, W.S.N., da Silva, F.M., da Lima Ferreira, P.M., 2015. Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal, PB. *Rev. Verde Agroecol. e Desenvol. Sustentável* 10, 20–34.
- De Oliveira, M.A., Gomes, C.F.F., Pires, E.M., Marinho, C.G.S., Lucia, T.M.C. Della, 2014. Bioindicadores ambientais: Insetos como um instrumento desta avaliação. *Rev. Ceres* 61, 800–807. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461000005>
- Deane, L.M., 1988. Malaria studies and control in Brazil. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 38, 223–230.
- Dégallier, N., Teixeira, J.M.S., Vilarinhos, P. de T.R., Pinto, S.C.F., Pereira, R.D., 2000. Primeiro isolamento do vírus dengue 1 a partir de *Aedes aegypti* no Distrito Federal, Brasil. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 33, 95–96.
- Dibo, M.R., de Menezes, R.M.T., Ghirardelli, C.P., Mendonça, A.L., Neto, F.C., 2011a. Presença de culicídeos em município de porte médio do estado de São Paulo e risco de ocorrência de febre do nilo ocidental e outras arboviroses. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 44, 496–503. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822011000400019>
- Dibo, M.R., Menezes, R.M.T. de, Ghirardelli, C.P., Mendonça, A.L., Chiaravalloti Neto, F., 2011b. Presença de culicídeos em município de porte médio do Estado de São Paulo e risco de ocorrência de febre do Nilo Ocidental e outras arboviroses. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 44, 496–503.
- Diniz, D.F.A., De Albuquerque, C.M.R., Oliva, L.O., De Melo-Santos, M.A.V., Ayres, C.F.J., 2017. Diapause and quiescence: Dormancy mechanisms that contribute to the geographical expansion of mosquitoes and their evolutionary success. *Parasites and Vectors* 10, 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2235-0>
- Distrito Federal. SES-DF, 2020a. Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya, doença aguda pelo vírus Zika e febre amarela, Semanas Epidemiológicas 1 a 38 de 2020. *Bol. Epidemiológico* 32.
- Distrito Federal. SES-DF, 2020b. Monitoramento dos casos de dengue, Semanas Epidemiológicas 1 a 35 de 2020. *Bol. Epidemiológico* 29, 7–11.
- Distrito Federal. SES-DF, 2019. Comportamento epidemiológico das

- arboviroses, Distrito Federal, até a semana epidemiológica nº 44. *Inf. Epidemiológico* 28.
- Distrito Federal. SES-DF, 2018. Levantamento Rápido de Índices para o *Aedes aegypti* no Resumo da Situação Entomológica *Aedes aegypti* Regiões de Saúde Levantamento Rápido de Índices para o *Aedes aegypti* no Distrito Federal – LIRAA 1–15.
- Diuk-Wasser, M.A., Brown, H.E., Andreadis, T.G., Fish, D., 2006. Modeling the spatial distribution of mosquito vectors for West Nile virus in Connecticut, USA. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 6, 283–295. <https://doi.org/10.1089/vbz.2006.6.283>
- Donalisio, M.R., Ricardo, A., Freitas, R., Paula, A., Zuben, B. Von, 2017. Arboviroses emergentes no Brasil: desafios para a clínica e implicações para a saúde pública. *Rev. Saude Publica* 10–15.
- Dorvillé, L.F.M., 1996. Mosquitoes as bioindicators of forest degradation in southeastern Brazil, a statistical evaluation of published data in the literature. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 31, 68–78. <https://doi.org/10.1076/snfe.31.2.68.13331>
- Dutary, B.E., Petersen, J.L., Peralta, P.H., Tesh, R.B., 1989. Transovarial transmission of Gamboa virus in a tropical mosquito, *Aedeomyia squamipennis*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 40, 108–113.
- Duvall, L.B., 2019. Mosquito Host-Seeking Regulation: Targets for Behavioral Control. *Trends Parasitol.* 35, 704–714. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2019.06.010>
- Eastwood, G., Loaiza, J.R., Pongsiri, M.J., Sanjur, O.I., Pecor, J.E., Auguste, A.J., Kramer, L.D., 2016. Enzootic arbovirus surveillance in forest habitat and phylogenetic characterization of novel isolates of Gamboa virus in Panama. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 94, 786–793.
- Edge, D.A., Mecenero, S., 2015. Butterfly conservation in southern Africa. *J. Insect Conserv.* 19, 325–339.
- Elisa, M., Carvalho, S.D., 1989. Anofelinos de Oito Municípios do Estado do Goiás e Fazenda Riacho Frio, Distrito Federal - 1981-1987. *Rev. Pat. Trop.* 18, 1987–1990.
- Engelbrecht, I., 2010. Invertebrate species inventories in protected area management: are they useful? *African Entomol.* 18, 235–245.
- Espínola, L.A., 2007. Espécies invasoras: conceitos, modelos e atributos.
- Fischer, P., Büttner, D.W., Bamuhiiga, J., Williams, S.A., 1998. Detection of the filarial parasite *Mansonella streptocerca* in skin biopsies by a nested polymerase chain reaction-based assay. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 58, 816–820.
- Flores, E.F., Weiblen, R., 2009. O vírus do Nilo Ocidental. *Ciência Rural* 39, 604–612.
- Fontenille, D., Powell, J.R., 2020. From Anonymous to Public Enemy: How Does a Mosquito Become a Feared Arbovirus Vector? *Pathog. (Basel, Switzerland)* 9, 265. <https://doi.org/10.3390/pathogens9040265>
- Forattini, O., Gomes, A., 1988. Biting activity of *Aedes scapularis* (Rondani) and *Haemagogus* mosquitoes in Southern Brazil (Diptera: Culicidae). *Rev.*

- Forattini, O.P., 2002. *Culicidologia médica*. São Paulo.
- Forattini, O.P., 1998. Mosquitos Culicidae como vetores emergentes de infecções. *Rev. Saude Publica* 32, 497–502.
- Forattini, O.P., de Castro Gomes, A., Galati, E.A., Rabello, E.X., Iversson, L.B., 1978. Estudos ecológicos sobre mosquitos Culicidae no sistema da Serra do Mar, Brasil. 1--Observações no ambiente extradomiciliar. *Rev. Saude Publica* 12, 297–325. <https://doi.org/10.1590/s0034-89101978000400008>
- Forattini, O.P., Gomes, A. de C., Natal, D., Santos, J.L.F., 1986. Observações sobre atividade de mosquitos Culicidae em matas primitivas da planície e perfis epidemiológicos de vários ambientes no Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil. *Rev. Saude Publica* 20, 178–203.
- Forattini, O.P., Kakitani, I., Marques, G.R.A.M., De Brito, M., 1998. Novos encontros de anofelíneos em recipientes artificiais. *Rev. Saude Publica* 32, 598–599. <https://doi.org/10.1590/s0034-89101998000600015>
- Forattini, O.P., Kakitani, I., Massad, E., Marucci, D., 1995. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment: 9-Synanthropy and epidemiological vector role of *Aedes scapularis* in South-Eastern Brazil. *Rev. Saude Publica* 29, 199–207.
- Forattini, P.O., De Brito, M., 2003. Reservatórios domiciliares de água e controle do *Aedes aegypti* Household water reservoirs and control of *Aedes aegypti* 37, 676–677.
- Friebe, B., 1983. Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 3. Die Kaferfauna. *Beitrage zur naturkundlichen Forsch. Sudwestdtsch. Beihefte*.
- Garcia, E.S., 1995. Biodiversidade, biotecnologia e saúde. *Cad. Saude Publica* 11, 495–500.
- García, I., Benito, M., Araújo, M., Aguirre, A., Polo, I., Ana, R., Moreno, G., Refoyo, P., 2009. Manual de laboratorio de Parasitología. *Reduca (biologia). Série Parasitol.* 2 (5), 80–105.
- Geery, P.R., Holub, R.E., 1989. Seasonal abundance and control of *Culex* spp. in catch basins in Illinois. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 5, 537–540.
- Gomes, A. de C., Natal, D., Paula, M.B. de, Urbinatti, P.R., Mucci, L.F., Bitencourt, M.D., 2007. Riqueza e abundância de Culicidae (Diptera) em área impactada, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rev. Saude Publica* 41, 661–664.
- Gomes, A. de C., Paula, M.B. de, Natal, D., Gotlieb, S.L.D., 2010. Ecologia de *Anopheles* (*Nyssorhynchus*) *darlingi* Root em área de implantação de empreendimento hidrelétrico, na divisa dos Estados do Mato Grosso do Sul e São Paulo. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 43, 272–276.
- Gomes, A. de C., Torres, M.A.N., Gutierrez, M.F. de C., Lemos, F.L., Lima, M.L.N., Martins, J.F., Costa, Z.G.A., 2008. Registro de *Aedes albopictus* em áreas epizoóticas de febre amarela das Regiões Sudeste e Sul do Brasil (Diptera: Culicidae). *Epidemiol. e Serviços Saúde* 17, 71–76.
- Gorenflo, L.J., Romaine, S., Mittermeier, R.A., Walker-Painemilla, K., 2012. Co-occurrence of linguistic and biological diversity in biodiversity hotspots and

- high biodiversity wilderness areas. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 109, 8032–8037.
- Gotelli, N.J., Ellison, A.M., 2016. *Princípios de estatística em ecologia*. Artmed Editora, São Paulo.
- Gouveia de Almeida, A.P., 2011. Os Mosquitos (Diptera, Culicidae) e a Sua Importância Médica em Portugal: Desafios para o Século XXI. *Acta Med. Port.* 24, 961–974.
- Grime, J.P., 1973. Competitive exclusion in herbaceous vegetation. *Nature* 242, 344–347.
- Gubler, D.J., 1997. Dengue and dengue hemorrhagic fever: its history and resurgence as a global public health problem. *Dengue and dengue hemorrhagic fever*.
- Guedes, D.R.D., Paiva, M.H.S., Donato, M.M.A., Barbosa, P.P., Krokovsky, L., Rocha, S.W. dos S., Saraiva, K.L.A., Crespo, M.M., Rezende, T.M.T., Wallau, G.L., 2017. Zika virus replication in the mosquito *Culex quinquefasciatus* in Brazil. *Emerg. Microbes Infect.* 6, 1–11.
- Guedes, M.L.P., 2012. Culicidae (Diptera) No Brasil: Relações Entre Diversidade, Distribuição E Enfermidades. *Oecologia Aust.* 16, 283–296. <https://doi.org/10.4257/oeco.2012.1602.07>
- Guimarães, A.É., Gentile, C., Alencar, J., Lopes, C.M., Mello, R.P. de, 2004. Ecology of anopheline (diptera, culicidae), malaria vectors around the Serra da Mesa reservoir, state of Goiás, Brazil: 1-frequency and climatic factors. *Cad. Saude Publica* 20, 291–302.
- Guimarães, A.É., Gentile, C., Lopes, C.M., Sant'Anna, A., Jovita, A.M., 2000. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) em áreas do Parque Nacional da Serra da Bocaina, Brasil. I-Distribuição por habitat. *Rev. Saude Publica* 34, 243–250.
- Guo, X.X., Li, C.X., Deng, Y.Q., Xing, D., Liu, Q.M., Wu, Q., Sun, A.J., Dong, Y. De, Cao, W.C., Qin, C.F., Zhao, T.Y., 2016. *Culex pipiens quinquefasciatus*: A potential vector to transmit Zika virus. *Emerg. Microbes Infect.* 5, e102-5. <https://doi.org/10.1038/emi.2016.102>
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* 4, 9.
- Harbach, R.E., 2020. Mosquito Taxonomic Inventory. *Mosq. Taxon. Invent. Valid Species List* 1–60.
- Harbach, R.E., 2007. The Culicidae (Diptera): A review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa* 591–638. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1668.1.28>
- Harbach, R.E., Knight, K.L., 1980. *Taxonomists' glossary of mosquito anatomy*. Plexus Publishing Inc.
- Hill, M., 1973. Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology* 54, 427–432. <https://doi.org/10.2307/1934352>
- Hsieh, T.C., Ma, K.H., Chao, A., 2016. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods Ecol. Evol.* 7, 1451–1456.
- Hurlbert, S.H., 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and

- alternative parameters. *Ecology* 52, 577–586.
- Huston, M.A., 1994. *Biological diversity.* Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Hutchings, R.S.G., Sallum, M.A.M., Ferreira, R.L.M., Hutchings, R.W., 2005. Mosquitoes of the Jaú National Park and their potential importance in Brazilian Amazonia. *Med. Vet. Entomol.* 19, 428–441.
- Janni, A.M.Z., 2005. Biodiversidade e Saúde Pública: questões para uma nova abordagem. *Saúde e Soc.* 14, 77–88.
- IBRAM, 2012. Planos de Manejo das Áreas de Proteção da Vila Estrutural.
- INMET, I.N. de M., 2019. Banco de dados meteorológicos [WWW Document]. URL <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>
- Juliano, S.A., 2008. Species Interactions Among Larval Mosquitoes: Context Dependence Across Habitat Gradients. *Annu. Rev. Entomol.* 54, 37–56. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.54.110807.090611>
- Juliano, S.A., O'Meara, G.F., Morrill, J.R., Cutwa, M.M., 2002. Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. *Oecologia* 130, 458–469. <https://doi.org/10.1007/s004420100811>
- Juliano, S.A., Philip Lounibos, L., 2005. Juliano, Steven A., and L. Philip Lounibos. 2005. “Ecology of Invasive Mosquitoes: Effects on Resident Species and on Human Health.” *Ecology Letters* 8 (5): 558–74. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00755.x>. Ecology of invasive mosquitoes: Effects on. *Ecol. Lett.* 8, 558–574. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00755.x>
- Kay, B.H., Ryan, P.A., Russell, B.M., Holt, J.S., Lyons, S.A., Foley, P.N., 2000. The importance of subterranean mosquito habitat to arbovirus vector control strategies in north Queensland, Australia. *J. Med. Entomol.* 37, 846–853.
- Keesing, F., Belden, L.K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C.D., Holt, R.D., Hudson, P., Jolles, A., Jones, K.E., Mitchell, C.E., Myers, S.S., Bogich, T., Ostfeld, R.S., 2010. Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature* 468, 647–652. <https://doi.org/10.1038/nature09575>
- Knox, M.B., Degallier, N., 2001. Aspectos da Capacidade Vetorial de *Aedes aegypti* na Transmissão de Dengue no Distrito Federal no Ano de 2001 10, 21–22.
- Koide, S., Bernardes, R.S., 1998. Contaminação do lençol freático sob a área do aterro do Jockey Club, Distrito Federal. *Águas Subterrâneas.*
- Kramer, L.D., Ebel, G.D., 2003. Dynamics of flavivirus infection in mosquitoes. *Adv Virus Res* 60, 187–232.
- Krebs, C.J., 1999. Species diversity measures. *Ecol. Methodol.*
- Lande, R., 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos* 5–13.
- Lane, J., 1953. Neotropical Culioidae. Volumes I & II. *Neotrop. Culioidae. Vol. I II.*
- Laurentino, S., Carvalho, D., Dutra, E., Degallier, N., Yoshizawa, C., Britto, M., Oliveira, D., 2004. Suscetibilidade de larvas de *Aedes aegypti* ao inseticida temefós no Distrito Federal Susceptibility of *Aedes aegypti* larvae to the

- insecticide temephos in the Federal District , 38, 623–629.
- Leite, A.C. da C.F., 2014. Biodiversidade e ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae), vetores potenciais de doenças humanas, em áreas da Usina Hidrelétrica de São Salvador, Estado do Tocantins, Brasil.
- Lett, E., 2006. Effects of species diversity on disease risk. *Ecol. Lett.* 9, 485–498. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00885.x>
- Lévêque, C., 1999. A biodiversidade. Edusc.
- Levins, R., 1968. Evolution in changing environments: some theoretical explorations. Princeton University Press.
- Lima, C.A., Almeida, W.R., Hurd, H., Albuquerque, C.M.R., 2003. Reproductive aspects of the mosquito *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) infected with *Wuchereria bancrofti* (Spirurida: Onchocercidae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 98, 217–222.
- Lindahl, J.F., 2014. Urbanisation and Vector-Borne Disease Emergence—a Possibility for Japanese Encephalitis Virus. *Br. J. Virol.* 1, 10–20.
- Lindahl, J.F., Grace, D., 2015. The consequences of human actions on risks for infectious diseases: a review. *Infect. Ecol. Epidemiol.* 5, 30048. <https://doi.org/10.3402/iee.v5.30048>
- Lira-Vieira, A.R., Gurgel-Gonçalves, R., Moreira, I.M., Yoshizawa, M.A.C., Coutinho, M.L., Prado, P.S., de Souza, J.L., Chaib, A.J. de M., Moreira, J.S., de Castro, C.N., 2013. Ecological aspects of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the gallery forest of Brasília National Park, Brazil, with an emphasis on potential vectors of yellow fever. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 46, 566–574. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0136-2013>
- Loaiza, J.R., Dutari, L.C., Rovira, J.R., Sanjur, O.I., Laporta, G.Z., Pecor, J., Foley, D.H., Eastwood, G., Kramer, L.D., Radtke, M., Pongsiri, M., 2017. Disturbance and mosquito diversity in the lowland tropical rainforest of central Panama. *Sci. Rep.* 7, 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07476-2>
- Long, K.C., Ziegler, S.A., Thangamani, S., Hausser, N.L., Kochel, T.J., Higgs, S., Tesh, R.B., 2011. Experimental transmission of Mayaro virus by *Aedes aegypti*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 85, 750–757. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2011.11-0359>
- Longino, J.T., Coddington, J., Colwell, R.K., 2002. THE ANT FAUNA OF A TROPICAL RAIN FOREST: ESTIMATING SPECIES RICHNESS THREE DIFFERENT WAYS. *Ecology* 83, 689–702. [https://doi.org/doi:10.1890/0012-9658\(2002\)083\[0689:TAFOAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/doi:10.1890/0012-9658(2002)083[0689:TAFOAT]2.0.CO;2)
- Lopes, J., da Silva, M.A., Borsato, A.M., de Oliveira, V.D., Oliveira, F.J., 1993. *Aedes* (Stegomyia) *aegypti* L. e a culicidaeofauna associada em área urbana da região sul, Brasil. *Rev. Saude Publica* 27, 326–333. <https://doi.org/10.1590/s0034-89101993000500002>
- Lopes, N., Nozawa, C., Linhares, R.E.C., 2014. Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil. *Rev. Pan-Amazônica Saúde* 5, 55–64. <https://doi.org/10.5123/S2176-62232014000300007>
- Lorenz, C., Virginio, F., Breviglieri, E.L., 2018. O fantástico mundo dos mosquitos. Livro novo.

- Lounibos, L.P., 2002. Invasions by insect vectors of human disease. *Annu. Rev. Entomol.* 47, 233–266. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145206>
- Luna, E.J.A., Pereira, L.E., Souza, R.P. de, 2003. Encefalite do Nilo Ocidental, nossa próxima epidemia? *Epidemiol. e Serviços Saúde* 12, 7–19.
- Macdonald, G., 1957. The epidemiology and control of malaria., *The Epidemiology and Control of Malaria*. Oxford Univ. Pr., London.
- Maciel-de-Freitas, R., Peres, R.C., Souza-Santos, R., Lourenço-de-Oliveira, R., 2008. Occurrence, productivity and spatial distribution of key-premises in two dengue-endemic areas of Rio de Janeiro and their role in adult *Aedes aegypti* spatial infestation pattern. *Trop. Med. Int. Heal.* 13, 1488–1494. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2008.02162.x>
- Magurran, A.E., 2013. Medindo a diversidade biológica. Ed. DA UFPR, Curitiba.
- Magurran, A.E., 2004. Measuring biological diversity. Blackwells.
- Magurran, A.E., 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton university press.
- Marcondes, C.B., 2001. Entomologia Médica e Veterinária, 1º ed. São Paulo.
- Martins, V.E.P., de Alencar, C.H.M., Facó, P.E.G., Dutra, R.F., Alves, C.R., Pontes, R.J.S., Guedes, M.I.F., 2010. Distribuição espacial e características dos criadouros de *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* em Fortaleza, Estado do Ceará. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 43, 73–77. <https://doi.org/10.1590/s0037-86822010000100016>
- Mayer, S. V, Tesh, R.B., Vasilakis, N., 2017. The emergence of arthropod-borne viral diseases: A global prospective on dengue, chikungunya and zika fevers. *Acta Trop.* 166, 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.11.020>
- McGeoch, M.A., Sithole, H., Samways, M.J., Simaika, J.P., Pryke, J.S., Picker, M., Uys, C., Armstrong, A.J., Dippenaar-Schoeman, A.S., Engelbrecht, I.A., 2011. Conservation and monitoring of invertebrates in terrestrial protected areas. *koedoe* 53, 131–143.
- Medeiros-Sousa, A.R., Ceretti-Junior, W., Urbinatti, P.R., Natal, D., Carvalho, G.C. de, Paula, M.B. de, Fernandes, A., Mello, M.H.S.H. de, Oliveira, R.C. de, Orico, L.D., 2013. Biodiversidade de mosquitos (Diptera: Culicidae) nos parques da cidade de São Paulo I. *Biota Neotrop.* 13, 317–321.
- Medeiros-Sousa, A.R., Fernandes, A., Ceretti-Junior, W., Wilke, A.B.B., Marrelli, M.T., 2017. Mosquitoes in urban green spaces: Using an island biogeographic approach to identify drivers of species richness and composition. *Sci. Rep.* 7, 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18208-x>
- Medeiros, Z., Oliveira, C., Quaresma, J., Barbosa, E., Aguiar-Santos, A.M., Bonfim, C., Almeida, J., Lessa, F., 2004. A filariose bancroftiana no município de Moreno - Pernambuco, Brasil. *Rev. Bras. Epidemiol.* 7, 73–79. <https://doi.org/10.1590/s1415-790x2004000100009>
- Melo, A., 2004. A critique of the use of jackknife and related non-parametric techniques to estimate species richness. *Community Ecol. - COMMUNITY ECOL* 5, 149–157. <https://doi.org/10.1556/ComEc.5.2004.2.1>
- Melo, A.S., 2008. O que ganhamos' confundindo'riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? *Biota Neotrop.* 8, 0.

- Mendes, J., Schramm, D.A., 2015. Burden of disease in Brazil and its regions , 2008 Carga de doença no Brasil e suas regiões , 2008 Carga de enfermedad en Brasil y sus regiones , 2008. *Cad. Saúde Pública* 31, 1–13. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00111614>
- Messina, J.P., Brady, O.J., Golding, N., Kraemer, M.U.G., Wint, G.R.W., Ray, S.E., Pigott, D.M., Shearer, F.M., Johnson, K., Earl, L., Marczak, L.B., Shirude, S., Davis Weaver, N., Gilbert, M., Velayudhan, R., Jones, P., Jaenisch, T., Scott, T.W., Reiner, R.C., Hay, S.I., 2019. The current and future global distribution and population at risk of dengue. *Nat. Microbiol.* 4, 1508–1515. <https://doi.org/10.1038/s41564-019-0476-8>
- MOGI, M., KHAMBOONRUANG, C., CHOOCHOTE, W., SUWANPANIT, P., 1988. Ovitrap surveys of dengue vector mosquitoes in Chiang Mai, northern Thailand: seasonal shifts in relative abundance of *Aedes albopictus* and *Ae. aegypti*. *Med. Vet. Entomol.* 2, 319–324. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.1988.tb00203.x>
- Moncada-Álvarez, Inés, L., Salazar-Terreros, Janeth, M., López-Páez, Consuelo, M., 2011. Allergy in humans induced by saliva from insects from the family culicidae. *Rev. la Fac. Med.* 59, 133–148.
- Morais, S.A. de, Marrelli, M.T., Natal, D., 2006. Aspectos da distribuição de *Culex* (*Culex*) *quinquefasciatus* Say (Diptera, Culicidae) na região do rio Pinheiros, na cidade de São Paulo, estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* 50, 413–418.
- Morales-Betoulle, M.E., Morales, H., Blitvich, B.J., Powers, A.M., Davis, E.A., Klein, R., Córdón-Rosales, C., 2006. West Nile virus in horses, Guatemala. *Emerg. Infect. Dis.* 12, 1038.
- Nagashima, L.A., Júnior, C.D.B., Andrade, C.C. De, Tenório, E., 2011. Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos – uma proposta para o município de Paranavaí , Estado do Paraná , Brasil 39–47. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v33i1.581>
- Nasci, R.S., Newton, N.H., Terrillion, G.F., Parsons, R.E., Dame, D.A., Miller, J.R., Ninivaggi, D. V, Kent, R., 2001. Interventions: vector control and public education: panel discussion. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 951, 235–254.
- Natal, D., Paganelli, C.H., Santos, J.L.F. dos, 1991. Composição da população adulta de *Culex* (*Culex*) *quinquefasciatus* Say, 1823 em ecótopos próximos à Represa Edgard de Souza, no município de Santana de Parnaíba, Estado de São Paulo, Brasil. *Rev Bras Entomol* 35, 539–543.
- Navarro-Silva, M.A., Barbosa, A.A., Calado, D., 2004. Atividade de *Mansonia* spp.(*Mansoniini*, Culicidae) em fragmento florestal na área urbana de Curitiba, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 21, 243–247.
- Neto, F.C., 1997. DESCRIÇÃO DA COLONIZAÇÃO DE *Aedes Aegypti* NA REGIÃO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO , SÃO PAULO. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 30, 279–285.
- Nguyen, N.M., Thi Hue Kien, D., Tuan, T.V., Quyen, N.T.H., Tran, C.N.B., Vo Thi, L., Thi, D. Le, Nguyen, H.L., Farrar, J.J., Holmes, E.C., Rabaa, M.A., Bryant, J.E., Nguyen, T.T., Nguyen, H.T.C., Nguyen, L.T.H., Pham, M.P., Nguyen, H.T., Luong, T.T.H., Wills, B., Nguyen, C.V.V., Wolbers, M., Simmons, C.P.,

2013. Host and viral features of human dengue cases shape the population of infected and infectious &Aedes aegypti mosquitoes. Proc. Natl. Acad. Sci. 110, 9072 LP – 9077. <https://doi.org/10.1073/pnas.1303395110>
- Niemi, G.J., McDonald, M.E., 2004. Application of ecological indicators. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 35, 89–111.
- Noriega, M.H.P. and F.G., 2013. Aedes aegypti pharate 1st instar quiescence: A case for anticipatory reproductive plasticity. J Insect Physiol. 59, 318–324. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2012.12.007>
- Noriega, M.H.P. and F.G., 2012. Aedes aegypti pharate 1st instar quiescence affects larval fitness and metal tolerance. J Insect Physiol. 58, 824–829. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2012.03.005>
- Novotný, V., Basset, Y., 2000. Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of singletons. Oikos 89, 564–572. <https://doi.org/doi:10.1034/j.1600-0706.2000.890316.x>
- Obara, M.T., Monteiro, H., Paula, M.B. de, Gomes, A. de C., Yoshizawa, M.A.C., Lira, A.R., Boffil, M.I.R., Carvalho, M. do S.L. de, 2012. Infecção natural de Haemagogus janthinomys e Haemagogus leucocelaenus pelo vírus da febre amarela no Distrito Federal, Brasil, 2007-2008. Epidemiol. e Serviços Saúde 21, 457–463. <https://doi.org/10.5123/s1679-49742012000300011>
- Oksanen, J., Kindt, R., Legendre, P., O'Hara, B., Stevens, M.H.H., Oksanen, M.J., Suggests, M., 2007. The vegan package. Community Ecol. Packag. 10, 719.
- Oliveira-Ferreira, J., Lacerda, M.V.G., Brasil, P., Ladislau, J.L.B., Tauil, P.L., Daniel-Ribeiro, C.T., 2010. Malaria in Brazil: an overview. Malar. J. 9, 115. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-9-115>
- Pagès, F., Peyrefitte, C.N., Mve, M.T., Jarjaval, F., Brisse, S., Iteman, I., Gravier, P., Nkoghe, D., Grandadam, M., 2009. Aedes albopictus mosquito: The main vector of the 2007 chikungunya outbreak in Gabon. PLoS One 4, 2007–2010. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004691>
- Parker, A.T., Gardner, A.M., Perez, M., Allan, B.F., Muturi, E.J., 2019. Container Size Alters the Outcome of Interspecific Competition between Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) and Aedes albopictus. J. Med. Entomol. 56, 708–715. <https://doi.org/10.1093/jme/tjy215>
- Pecor, J.E., Harbach, R.E., Peyton, E.L., Roberts, D.R., Rejmankova, E., Manguin, S., Palanko, J., 2002. Mosquito studies in Belize, Central America: Records, taxonomic notes, and a checklist of species. J. Am. Mosq. Control Assoc. 18, 241–276.
- Peet, R.K., 1974. The measurement of species diversity. Annu. Rev. Ecol. Syst. 285–307.
- Pereira, A.C.N., 2016. Ecologia de mosquitos (Diptera: Culicidae) na Área de Proteção Ambiental do Maracanã, São Luís, Maranhão, Brasil.
- Pereira, A.N., Moraes, J., Pereira Filho, A., Brito, G., Rebêlo, J.M., 2017. First record of Aedeomyia squamipennis (Lynch Arribálzaga, 1878)(Diptera: Culicidae) in the state of Maranhão: epidemiological implications and distribution in Brazil. Check List 13, 1.

- Pereira, D., Alvarenga, R., Marques, M., 2019. Vetores de arboviroses no estado de São Paulo : 30 anos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* 1–12.
- Pereira Serra, O., Fernandes Cardoso, B., Maria Ribeiro, A.L., dos Santos, F.A.L., Dezengrini Shessarenko, R., 2016. Mayaro virus and dengue virus 1 and 4 natural infection in culicids from Cuiabá, state of Mato Grosso, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 111, 20–29. <https://doi.org/10.1590/0074-02760150270>
- Pontes, Z.M. de F., 2009. Análise das implicações dos anofelinos (Diptera: Culicidae) no entorno do aproveitamento múltiplo de manso, estado de Mato Grosso, Brasil.
- Poole, C.B., Sinha, A., Ettwiller, L., Apone, L., McKay, K., Panchapakesa, V., Lima, N.F., Ferreira, M.U., Wanji, S., Carlow, C.K.S., 2019. In silico identification of novel biomarkers and development of new rapid diagnostic tests for the filarial parasites *Mansonella perstans* and *Mansonella ozzardi*. *Sci. Rep.* 9, 1–12.
- R Core Team, 2019. A language and environment for statistical computing, URL <https://www.R-project.org>. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Raccurt, C.P., 2018. *Mansonella ozzardi* and its vectors in the New World: an update with emphasis on the current situation in Haiti. *J. Helminthol.* 92, 655–661.
- Ramos, N.F., Gomes, J.C., Castilhos Jr, A.B., Gourdon, R., 2017. Desenvolvimento de ferramenta para diagnóstico ambiental de lixões de resíduos sólidos urbanos no Brasil. *Eng. Sanit. e Ambient.* 22, 1233–1241.
- Reinert, J.F., 1975. Mosquito generic and subgeneric abbreviations (Diptera: Culicidae). WALTER REED ARMY INST OF RESEARCH WASHINGTON DC DEPARTMENT OF ENTOMOLOGY.
- Reisen, W.K., 2010. Landscape epidemiology of vector-borne diseases. *Annu. Rev. Entomol.* 55, 461–483. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085419>
- Ribeiro, A.F., Urbinatti, P.R., De Castro Duarte, A.M.R., De Paula, M.B., Pereira, D.M., Mucci, L.F., Fernandes, A., De Mello, M.H.S.H., De Matos Júnior, M.O., De Oliveira, R.C., Natal, D., Dos Santos Malafrente, R., 2012. Mosquitoes in degraded and preserved areas of the Atlantic Forest and potential for vector-borne disease risk in the municipality of São Paulo, Brazil. *J. Vector Ecol.* 37, 316–324. <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2012.00233.x>
- Ribeiro, P.B., Costa, P.R.P., Loeck, A.E., Vianna, É.E.S., Júnior, P.S., 2004. Exigências térmicas de *Culex quinquefasciatus* (Diptera, Culicidae) em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil 94, 177–180.
- Richard-Lenoble, D., Kombila, M., Bain, O., 1982. Foyer de filariose humaine au Gabon à microfilaire dermique indifférenciable de *Microfilaria rodhaini*. *Ann. Parasitol. Hum. Comparée* 57, 506.
- Ricotta, C., 2005. Through the Jungle of Biological Diversity. *Acta Biotheor.* 53, 29–38. <https://doi.org/10.1007/s10441-005-7001-6>
- Rocha, E.M.M., Fontes, G., 1998a. *Revista de Saúde Pública* 32, 98–105.
- Rocha, E.M.M., Fontes, G., 1998b. Filariose bancroftiana no Brasil. *Rev. Saude*

- Publica 32, 98–105.
- Roche, B., Guégan, J.F., 2011. Ecosystem dynamics, biological diversity and emerging infectious diseases. *Comptes Rendus - Biol.* 334, 385–392. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2011.02.008>
- Rossi, J.C.N., da Silva, A.M., 2007. DIVERSIDADE DE CRIADOUROS FREQUENTADOS POR AEDES AEGYPTI E AEDES ALBOPICTUS NO ESTADO DE SANTA CATARINA, PERÍODO DE 1998 A 2007. Florianópolis.
- Ryan, S.J., Carlson, C.J., Mordecai, E.A., Johnson, L.R., 2018. Global expansion and redistribution of Aedes-borne virus transmission risk with climate change. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 13, 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007213>
- Santos, J.P. dos, Takashi, M.O., Cavalcante, K.R.L.J., Steinke, E., 2008. Culicídeos encontrados em áreas próximas a piscina velha do parque nacional de Brasília (DF). *HYGEIA, Rev. Bras. Geogr. Médica e Saúde* 3, 157–162.
- Schmidt, C.A., Comeau, G., Monaghan, A.J., Williamson, D.J., Ernst, K.C., 2018. Effects of desiccation stress on adult female longevity in *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* (Diptera: Culicidae): results of a systematic review and pooled survival analysis. *Parasit. Vectors* 11, 267. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2808-6>
- Schrag, S.J., Wiener, P., 1995. Emerging infectious disease: what are the relative roles of ecology and evolution? *Trends Ecol. Evol.* 10, 319–324.
- Schreiber, E.T., Mulla, M.S., Chaney, J.D., Dhillon, M.S., 1988. Dispersal of *Culex quinquefasciatus* from a dairy in southern California. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 4, 300–304.
- Sebastião, M.S., 2005. Estudo populacional do mosquito (Diptera; Culicidae) em área de abrangência da Barragem de Biritiba-Mirim, SP, Brasil. Universidade de São Paulo.
- Segura, M. de N. de O., Castro, F.C., 2007. Atlas de culicídeos na Amazônia brasileira: características específicas de insetos hematófagos da família Culicidae, in: Atlas de Culicídeos na Amazônia brasileira: características específicas de insetos hematófagos da família Culicidae. p. 67.
- Serpa, L.L.N., Costa, K.V.R.M., Voltolini, J.C., Kakitani, I., 2006. Variação sazonal de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no município de Potim, São Paulo. *Rev. Saude Publica* 40, 1101–1105.
- SFB, S.F.B., 2016. Inventário Florestal Nacional: principais resultados Distrito Federal, Brasília: SFB (Série Relatório Técnico).
- Sichieri, R., Aquino, R., Horta, B., Conde, W., Carlos, M., Ribeiro, S., Menezes, P.R., Luiz, R.R., Sichieri, R., Moraes, C.L., Mondini, L., Yokoo, E.M., Aquino, R., Pereira, S., Fonseca, V.M., Horta, B., Kuschembequer, R., Mengue, S., Conde, W., Levy, R., Mesas, A.E., Rigo, A.M., Teresa, M., Teixeira, B., 2016. Zika vírus: Desafios da saúde pública no Brasil. *Rev. Bras. Epidemiol.* 19, 225–228. <https://doi.org/10.1590/1980-5497201600020001>
- Silva, J.D.S., Acel, A.M., Guimarães, A.É., Alencar, J., 2008. Encontro de larvas de *Anopheles (Nyssorhynchus) argyritarsis* em criadouros artificiais no Estado de Mato Grosso. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 41, 313–314.

- <https://doi.org/10.1590/S0037-86822008000300019>
- Silveira Neto, S., Monteiro, R.C., Zucchi, R.A., Moraes, R.C.B. de, 1995. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. *Sci. Agric.* 52, 9–15. <https://doi.org/10.1590/s0103-90161995000100003>
- Silveira Neto, S., Nakano, O., Barbin, D., Nova, N.A.V., 1976. Manual de ecologia dos insetos.
- Simberloff, D., Grassle, J.F., Patil, G.P., Smith, W., Taillie, C., 1979. Ecological Diversity in Theory and Practice. Rarefaction as a Distrib. method expressing Estim. Divers.
- Simonsen, P.E., Onapa, A.W., Asio, S.M., 2011. *Mansonella perstans* filariasis in Africa. *Acta Trop.* 120, S109–S120.
- Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163, 688.
- SLU/DF, 2016. Relatório dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Distrito Federal. Distrito Federal.
- Soares-Filho, B., Silvestrini, R., Nepstad, D., Brando, P., Rodrigues, H., Alencar, A., Coe, M., Locks, C., Lima, L., Hissa, L., 2012. Forest fragmentation, climate change and understory fire regimes on the Amazonian landscapes of the Xingu headwaters. *Landsc. Ecol.* 27, 585–598.
- Sobral, M.F.F., Da Penha Sobral, A.I.G., 2019. Cases of dengue and urban waste collection: A study in the City of Recife. *Cienc. e Saude Coletiva* 24, 1075–1082. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018243.10702017>
- Sousa, W.P., 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* Vol. 15 353–391. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.15.110184.002033>
- Souza-Santos, R., 2002. Distribuição sazonal de vetores da malária em Machadinho d’Oeste, Rondônia, Região Amazônica, Brasil. *Cad. Saude Publica* 18, 1813–1818.
- Tadei, W.P., Thatcher, B.D., 2000. Malaria Vectors in the Brazilian Amazon: Anopheles of the subgenus Nyssorhynchus (1) 42, 87–94.
- Taípe-Lagos, C.B., Natal, D., 2003. Abundância de culicídeos em área metropolitana preservada e suas implicações epidemiológicas. *Rev. Saude Publica* 37, 275–279.
- Taparia, T., Ignell, R., Hill, S.R., 2017. Blood meal induced regulation of the chemosensory gene repertoire in the southern house mosquito. *BMC Genomics* 18, 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12864-017-3779-2>
- Tauil, P., 1998. Some aspects of epidemiology and control of malaria in Brazil
SOME ASPECTS OF EPIDEMIOLOGY AND CONTROL.
- Tauil, P.L., 2001. Urbanização e ecologia do dengue Urbanization and dengue ecology 17, 99–102.
- Theobald, F.V., 1910. A Monograph of the Culicidae of the World - Part V. *Br. Museum* 5.
- Tsetsarkin, K.A., Vanlandingham, D.L., McGee, C.E., Higgs, S., 2007. A Single Mutation in Chikungunya Virus Affects Vector Specificity and Epidemic Potential. *PLOS Pathog.* 3, e201.
- Turell, M.J., O’Guinn, M.L., Dohm, D.J., Jones, J.W., 2001. Vector competence of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) for West Nile virus. *J.*

- Med. Entomol. 38, 130–134. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.2.130>
- Urbiniatti, P.R., 2004. Observações ecológicas de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) em áreas de proteção ambiental e urbana da periferia na Grande São Paulo. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Urbiniatti, P.R., de Menezes, R.M.T., Natal, D., 2007. Sazonalidade de *Aedes albopictus* em área protegida na cidade de São Paulo, Brasil. *Rev. Saude Publica* 41, 478–481. <https://doi.org/10.1590/s0034-89102006005000027>
- Urbiniatti, P.R., Sendacz, S., Natal, D., 2001. Imaturos de mosquitos (Diptera: Culicidae) em parque de área metropolitana aberto à visitação pública. *Rev. Saude Publica* 35, 461–466. <https://doi.org/10.1590/s0034-89102001000500009>
- Utzinger, J., Keiser, J., 2006. Urbanization and tropical health--then and now. *Ann. Trop. Med. Parasitol.* 100, 517–533. <https://doi.org/10.1179/136485906X97372>
- Uys, C., Hamer, M., Slotow, R., 2006. Effect of burn area on invertebrate recolonization in grasslands in the Drakensberg, South Africa. *African Zool.* 41, 51–65.
- Valle, D., Monnerat, A.T., Soares, M.J., Rosa-Freitas, M.G., Pelajo-Machado, M., Vale, B.S., Lenzi, H.L., Galler, R., Lima, J.B.P., 1999. Mosquito embryos and eggs: Polarity and terminology of chorionic layers. *J. Insect Physiol.* 45, 701–708. [https://doi.org/10.1016/S0022-1910\(98\)00154-1](https://doi.org/10.1016/S0022-1910(98)00154-1)
- Vaničková, L., Canale, A., Benelli, G., 2017. Sexual chemoecology of mosquitoes (Diptera, Culicidae): current knowledge and implications for vector control programs. *Parasitol. Int.* 66, 190–195.
- Vasconcelos, P.F. da C., Travassos da Rosa, J.F.S., Travassos da Rosa, A.P. de A., Dégallier, N., Pinheiro, F. de P., Sá filho, G.C., 1991. Epidemiologia das encefalites por arbovírus na amazônia brasileira. *Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo.* <https://doi.org/10.1590/s0036-46651991000600007>
- Vasconcelos, P.F.C., Calisher, C.H., 2016. Emergence of human arboviral diseases in the Americas, 2000–2016. *Vector-borne zoonotic Dis.* 16, 295–301.
- Viveiros-rosa, S.G., Regis, E.G., Santos, W.C., 2020. Vector competence of *Culex* mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Zika virus transmission: an integrative review 1–9.
- Weaver, S.C., Reisen, W.K., 2010. Present and future arboviral threats. *Antiviral Res.* 85, 328–345.
- WHO, 2019. World Malaria Report. World Health Organization, Paris.
- WHO, 2017. Vector control. World Health Organization. Regional Office for South-East Asia.
- Wickham, H., Chang, W., Wickham, M.H., 2016. Package ‘ggplot2’. *Creat. Elegant Data Vis. Using Gramm. Graph.* Version 2, 1–189.
- Wilsey, B.J., Chalcraft, D.R., Bowles, C.M., Willig, M.R., 2005. Relationships among indices suggest that richness is an incomplete surrogate for grassland biodiversity. *Ecology* 86, 1178–1184.
- Wilson, E., 1994. Diversidade da vida. Companhia das Letras, São Paulo.
- Wood, D., Borkent, A., 1989. Phylogeny and classification of the Nematocera,

- Vol.3. ed. Manual of Nearctic Diptera, Ottawa.
- Woodring, J.L., Higgs, S., Beaty, B.J., 1996. Natural cycles of vector-borne pathogens. *Biol. Dis. vectors* 51–72.
- WRBU, 2019. Systematic Catalog of Culicidae, WRBU. Whashington, USA.
- Zanluca, C., De Melo, V.C.A., Mosimann, A.L.P., Dos Santos, G.I.V., dos Santos, C.N.D., Luz, K., 2015. First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 110, 569–572. <https://doi.org/10.1590/0074-02760150192>

Anexo 2 - Classificação dos criadouros utilizados por formas imaturas mosquitos coletados no Distrito Federal de janeiro de 2014 a dezembro de 2018. Essa classificação é orientada pelo MS e seguida pelo serviço de entomologia do Distrito Federal.

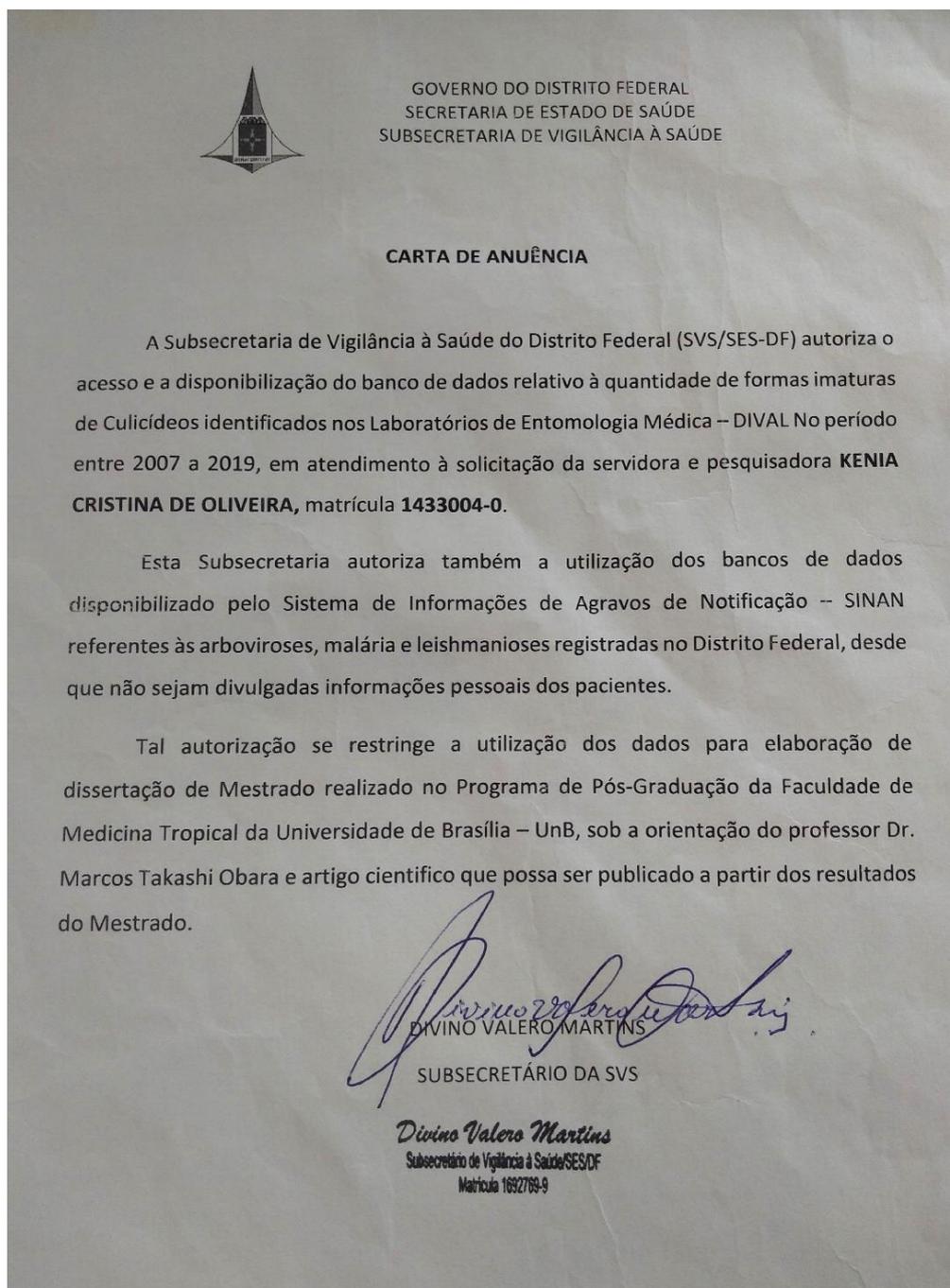
Grupo	Subgrupo	Tipo de recipiente/depósito
A - Armazenamento de Água para consumo humano	A1	Caixa d'água elevada ligada à rede (depósitos elevados)
	A2	Depósitos ao nível do solo: consumo doméstico (barril, tina, tonel, tambor, depósito de barro, tanque, poço, cisterna, cacimba)
B - Depósitos móveis	-	Vasos/frascos com água (vasos de plantas), pratos, pingadeiras, recipientes de gelo, bebedouros em geral, pequenas fontes, ornamentos, materiais/depósitos de construção, objetos religiosos/rituais
C- Depósitos fixos	-	Tanques/depósitos em obras, borracharias e hortas, calhas e lajes em desníveis, sanitários em desuso piscinas não tratadas, fontes ornamentais, floreiras em cemitérios, cacos em muros, toldos, peças arquitetônicas, buieiros, canaletas, ralos
D - Passíveis de remoção/proteção	D1	Pneus e outros materiais rodantes (manchões/câmaras)
	D2	Lixo (recipientes plásticos, garrafas, latas), sucatas em pátios, ferros-velhos e recicladoras, entulhos.
E- Naturais		Axilas de folhas (bromélias, etc.), buracos em árvores e em rochas, cascatas, restos de animais (cascos, carapaças)

Anexo 3 - Etiqueta para remessa de amostras de formas imaturas ao laboratório de entomologia médica da Dival.

 GDE - SIS DIRETORIA DE VIGILÂNCIA AMBIENTAL		
ETIQUETA PARA REMESSA DE ESPÉCIMES		
Nº. Amostra	Tipo Depósito	Tipo Imóvel
Nome do Agente		
Endereço		
Data da Coleta		
Resultado do Exame		
Data		

Mod.110.54 C.C:14784 60 X 52 mm NNP/SUPLAN 09/01

Anexo 4 - Carta de anuência do Subsecretário de Vigilância em Saúde do DF autorizando o acesso e utilização do banco de dados relativo as capturas e identificações de formas imaturas de mosquitos no DF.



Apêndice

Artigo 1

Vigilância entomológica de mosquitos (Diptera: Culicidae) em áreas urbanas no Distrito Federal, 2014 -2018

Entomological surveillance of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in urban areas in the Federal District, 2014 -2018

Vigilancia entomológica de mosquitos (Diptera: Culicidae) en áreas urbanas del Distrito Federal, 2014-2018

Mosquitos em Áreas Urbanas do DF

Kenia Cristina de Oliveira - orcid.org/0000-0003-1601-4418 - keniacris.bio@gmail.com ^{1,2}

Vanessa Resende Nogueira Cruvinel - orcid.org/0000-0003-1518-4167 - vanessacruvinel@gmail.com ³

Antônio Ralph Medeiros Sousa - orcid.org/0000-0002-9493-8731 - aralphms@usp.br ⁴

Marcos Takashi Obara - orcid.org/0000-0001-6872-0096 - marcos.obara@gmail.com ¹

¹Departamento de Medicina Tropical, Faculdade de Medicina, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

²Diretoria de Vigilância Ambiental em Saúde, da Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal, Subsecretaria de Vigilância em Saúde, Distrito Federal, Brasil

³Departamento de Saúde Coletiva, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de Brasília, Brasil

⁴Departamento de Epidemiologia, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil

*Artigo derivado de dissertação de mestrado intitulada ‘Estudo da diversidade urbana e periurbana de mosquitos (Diptera: Culicidae) no Distrito Federal’, defendida por Kenia

Cristina de Oliveira junto ao Programa de Pós-Graduação Medicina Tropical da Universidade de Brasília UnB em 2020.

Instituições envolvidas no estudo: Departamento de Medicina Tropical, Faculdade de Medicina, Universidade de Brasília, Diretoria de Vigilância Ambiental em Saúde – SVS/SES/DF.

Endereço para correspondência: Marcos Takashi Obara – Universidade de Brasília, Faculdade de Medicina, Departamento de Medicina Tropical, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília - DF, Brasil. CEP: 70.910-900 E-mail: marcos.obara@gmail.com

Resumo

Buscou-se a descrever a analisar a diversidade de larvas de mosquitos procedentes áreas urbanas de 32 Regiões Administrativas do DF, a partir dos dados de cinco anos de coleta de formas imaturas de mosquitos do Distrito Federal (DF), incluindo as influências de fatores climáticos e a oferta de micro-habitat. No total, 288.516 espécimes foram identificados em 12 espécies, as quais proliferam-se em diferentes grupos de criadouros artificiais e naturais disponibilizados pela cidade, tendo se observado maiores abundâncias, constância e dispersão para espécies vetoras *Ae. aegypti* e *Cx. quinquefasciatus*. A similaridade na composição de espécies entre as RAs foi influenciada pela perda de riqueza e dominância de espécies reconhecidamente vetoras. Precipitação e umidade relativa do ar foram os fatores abióticos que mais influenciaram a abundância das espécies nas áreas de estudo.

Palavras-chave: Culicidae, Biodiversidade, Ecologia, Mosquitos vetores, área urbana

Abstract

We sought to describe and analyze the diversity of mosquito larvae from 32 Administrative Regions of the DF, based on data from five years of collecting immature forms of mosquitoes in the Federal District (DF), including the influences of climatic factors and the micro-habitat offer. 288,516 specimens were identified in 12 species, which proliferate in different groups of artificial and natural breeding sites made available by the city, with data of greater abundance, constancy and dispersion for vector species *Ae.aegypti* and *Cx. quinquefasciatus*. The similarity in species composition between the RAs was influenced by the loss of richness and dominance of recognized vector species. Precipitation and relative humidity were the abiotic parameters that most influenced species in urban areas.

Keywords: Culicidae, Biodiversity, Ecology, Mosquito Vectors, Urban Area

1. Introdução

Nas últimas décadas o Distrito Federal (DF) tem sido acometido por episódios de doenças arbovirais epidêmicas, notadamente dengue, Zika e Chikungunya, bem como casos esporádicos de febre amarela e outras doenças transmitidas por mosquitos vetores, que comumente, se adaptaram as paisagens alteradas por ações antrópicas, como por exemplo, os grandes centros urbanos (1).

As cidades representam ecossistemas, onde espécies de mosquitos encontram oferta alimentar suficiente em aglomerados humanos, grande variedade de nichos para proliferação e temperaturas mais elevadas, com mudanças sazonais mais discretas (2),

que afetam diretamente a longevidade, abundância e comportamento dos ciclos de reprodução do mosquito, bem como o período de incubação de patógenos no vetor (3).

Tal fato, reforça a necessidade do conhecimento local de fauna de culicídeos, uma vez que as respostas do ambiente relacionadas a transmissão de patógenos, embora esteja intimamente ligado à diversidade e suscetibilidade de hospedeiros e reservatórios, também dependem dos padrões de diversidade das espécies vetoras, sendo impulsionadas por flutuações populacionais dessas espécies (5–7).

Em resposta a surtos e ameaças de arboviroses e outras doenças negligenciadas transmitidas por mosquitos vetores no DF, o objetivo foi descrever e analisar a diversidade de larvas de mosquitos procedentes de 32 Regiões Administrativas do DF, assim como identificar os tipos de criadouros mais produtivos para larvas de mosquitos em ambientes urbanos e as relações entre as variáveis climáticas e a abundância populacional das espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Cx. quinquefasciatus*.

2. Métodos

2.1 Amostragem

As análises da estrutura da fauna de culicídeos das áreas urbanas do DF foram realizadas, a partir dos registros de amostras de formas imaturas coletadas e identificadas pelos serviços de vigilância entomológica da Diretoria de Vigilância Ambiental em Saúde (DIVAL), em 32 Regiões Administrativas, durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018.

As capturas entomológicas foram realizadas pelos Agentes de Vigilância Ambiental - AVAs treinados e experientes, seguindo os protocolos de amostragem,

inspeção de imóveis e coleta de imaturos utilizados pela DIVAL e descritos nas diretrizes do Ministério da Saúde (Brasil. Ministério da Saúde, 2001, 2013). Além disso, também foram realizados 19 Levantamentos Rápidos de Índice de Infestação de *Ae. aegypti* – LIRAA: 04 em 2014 (nos meses de janeiro, março, agosto e outubro); 04 em 2015 (em janeiro março, julho e setembro) 03 em 2016 (abril, setembro e dezembro) e outros 4 nos anos de 2017 e 2018 (nos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro).

Para realização do LIRAA as localidades do DF foram divididas em estratos e estes, em quarteirões. Os estratos respeitaram o intervalo de 8.100 a 12 mil imóveis, sendo o número ideal em torno de nove mil imóveis. O número de quarteirões e o número de imóveis variaram em cada Região Administrativa. Os quarteirões visitados eram sorteados e a inspeção realizada em 20% dos imóveis. Nas localidades com número de imóveis entre 2.000 a 8.100 imóveis, eram inspecionados 50% dos imóveis presentes no quarteirão sorteado.

Quando focos de formas imaturas eram encontrados amostras eram coletadas com utilização de pequenas bacias plásticas e pipeta em quantidade de até 10 espécimes por criadouro. As amostras eram armazenadas em tubetes contendo álcool, identificados por etiqueta e encaminhados ao laboratório de entomologia de referência local, junto ao boletim diário de serviço para devida identificação.

Em laboratório os espécimes eram processados e identificados com auxílio de microscópio bacteriológico Olympus CS 41, estereoscópico Olympus SZ61 e chaves dicotômicas, contidas em Consoli & Lourenço (1994) e Foratini (2002) e os resultados anotados no boletim enviado e em formulário próprio do laboratório para os registros locais.

A partir de dados disponibilizados pela DIVAL foi tabulado um banco utilizando Microsoft Excel do pacote Office 365, contendo as variáveis quantidade de formas imaturas identificadas, agregadas as variáveis: data (mês e ano), Região Administrativa (RA), tipo de depósito (grupos e/ou subgrupos dos tipos de depósitos A1, A2, B, C, D1, D2 e E). Registros de espécimes identificados apenas até gênero foram excluídos das análises estatísticas e de diversidade, permanecendo apenas aqueles identificados ao nível de espécies.

Para as análises de influência dos fatores macroclimáticos, as variáveis climáticas independentes de temperatura mínima (°C), média (°C) e máxima (°C); precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m/s) foram obtidos por consulta automática ao banco de dados das estações do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

2.2 Análise de dados

As espécies de mosquitos coletadas em áreas urbanas no Distrito Federal foram avaliadas quanto à abundância, constância e capacidade de dispersão entre as RAs.

Comparações foram realizadas a partir da composição específica de espécies de mosquitos apresentada por cada RA, utilizando o índice de similaridade de Jaccard. A matriz comparativa resultante foi apresentada em dendograma construído pelo método de agrupamento UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages), que utiliza metodologia de linkagem baseado no algoritmo de médias aritméticas (não ponderadas) de pares de grupos. O agrupamento utilizou-se ainda da técnica de duas entradas (two-way), permitindo visualizar como as espécies observadas se assemelham em termos de sua abundância e presença nas diferentes RAs.

O Coeficiente de Correlação de Spearman foi utilizado para verificar correlações das abundâncias observadas por cada espécie e as médias dos registros mensais das variáveis macroclimáticas de pluviosidade, temperaturas e umidade relativa do ar. Os cálculos dos índices de similaridade e coeficiente de Spearman e construção do dendograma foram realizados utilizando o programa PAST 3.26b (8).

3. Resultados

As espécies mais abundantes em áreas urbanas do DF foram: *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762); *Culex (Culex) quinquefasciatus*; *Aedes (Ochlerotatus) fluviatilis* (Lutz, 1904) e *Culex (Culex) coronator* Dyar & Knab, 1906. Juntas foram responsáveis por cerca de 95% dos indivíduos coletados.

Ae. fluviatilis, *Ae. aegypti*, *Cx. coronator* e *Cx. quinquefasciatus* ocorreram em todos os meses pesquisados e assim como as espécies *Aedes (Stegomyia) albopictus*, *Aedes (Ochlerotatus) scapularis* (Rondani 1848), *Culex (Phenacomyia) corniger* (Theobald, 1903), *Culex (Culex) declarator* (Dyar & Knab, 1906), *Cx. (Cux.) dolosus* (Lynch Arribalzaga, 1891) e *Limatus durhamii* (Theobald, 1901) foram classificadas como constantes, estiveram presentes em mais de 50% dos meses de capturas realizadas no DF (Tabela 21).

Apenas *Culex (Culex) chidesteri* (Dyar, 1921) e *Cx. (Cux.) saltanensis* (Dyar, 1928) foram consideradas acessórias por estarem presentes em menos de 50% dos meses amostrados, porém em mais de 25% do total de meses pesquisados (Tabela 21).

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**3 demonstra as abundâncias apresentadas por tipo de criadouro e compara por similaridade a composição de espécies que frequentaram esses nichos. Os diferentes tipos de criadouros apresentaram elevada

similaridade quanto à composição de espécies, sendo que nos do tipo A2, D1, D2 e C foram observadas as 12 espécies.

Os depósitos A1 (armazenamento de água elevado), B (removíveis) e E (naturais) registraram cada um a presença de 11 espécies, sendo que a composição do nicho representado pelo depósito A1, distinguiu-se de todos os outros pela ausência da espécie *Li. durhamii*. Já os nichos representados pelos depósitos B e E diferenciaram-se dos demais grupos pela ausência de *Cx. saltanensis* (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Dessa forma, a espécie menos frequente foi *Cx. saltanensis*, pela ausência em dois tipos de depósitos, seguida da espécie *Li. durhamii* por não ser encontrado em depósitos do tipo A1. *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ae. fluviatilis*, *Ae. scapularis*, *Cx. chidesteri*, *Cx. corniger*, *Cx. coronator*, *Cx. declarator*, *Cx. dolosus* e *Cx. quinquefasciatus* foram observados em todos os tipos de criadouro investigados, portanto, mostraram-se menos seletivas quanto ao tipo de depósito utilizado (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**3).

A maior abundância de larvas de mosquitos foi observada no depósito D2 (lixo), 69.961 (24,2%) dos 288.516 indivíduos identificados no DF. Depósitos do tipo A2 (armazenamento de água em nível do solo) contribuíram com 22,9% das coletas positivas para culicídeos, B (19,6%); C (19,5%); D1 (9,4%); A1 (2,5%) e E (1,8%).

A Figura 21 demonstra a distribuição mensal de larvas de mosquitos conforme o tipo de criadouro. Nota-se que as abundâncias das espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Cx. quinquefasciatus* foram mantidas principalmente nos grupos de criadouros fixos, dos tipos A, B e C, que representaram mais de 60% da frequência de formas imaturas durante todos os meses do ano (Figura 21 4 a, b, c e d).

Observou-se também que depósitos transitórios dos grupos D, especialmente os descartáveis (D2), comumente deixados em ambiente descoberto peridomiciliar, reduziram suas potencialidades de criadouro nos meses de junho, julho e agosto que são caracterizados por períodos de seca no DF.

As correlações de Spearman (r_s) demonstraram que as abundâncias totais obtiveram correlações forte e significantes com umidade relativa do ar e pluviosidade. *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* apresentaram uma correlação forte e positiva com precipitação e umidade relativa do ar e fraca, porém positiva e significativa com temperatura mínima. *Cx. quinquefasciatus* apresentou correlação positiva significativa com temperatura mínima, média (correlação fraca) umidade relativa do ar e precipitação (Tabela 4).

4. Discussão

No presente estudo, as espécies mais abundantes e dominantes foram, em ordem, *Ae. aegypti* (E), *Cx. quinquefasciatus* (E), *Cx. coronator* (D) e *Ae. fluviatilis* (Sd). Araújo (2003), há pelo menos 17 anos, também registraram as espécies *Cx. quinquefasciatus* (41,92%), *Ae. aegypti* (29,2%) *Ae. fluviatilis* (11,00%), *Cx. coronator* (5,39%) e *Ae. albopictus* (3,0%) como sendo as mais frequentes em áreas urbanas do DF, conforme levantamentos de fauna realizados pela DIVAL entre os meses maio a setembro de 2003.

Com o presente estudo, observou-se que com o decorrer dos anos *Ae. aegypti* passou a ser a espécie mais frequente e dominante do DF, sendo encontrado em grande parte dos criadouros em todas as Regiões Administrativas dos DF, com picos populacionais explosivos durante as estações chuvosas, especialmente nos primeiros meses dos anos.

Portanto, novas abordagens de controle de *Ae. aegypti* devem ser implantadas, considerando a complexidade do ambiente urbano e a influência dos fatores climáticos que impulsionam a elevada capacidade reprodutiva dessa espécie em ambientes urbanos do DF, conforme padrões já registrados em outros estudos (Pereira *et al.*, 2019).

Em fragmento de mata, em São José do Rio Preto, resultados distintos foram apontados por Dibo et al (2011) que encontraram correlação positiva entre temperatura média e números de exemplares das espécies *Cx. declarator* ($r_s = 0,67$; $p = 0,0174$) e *Ae. scapularis* ($r_s = 0,72$; $p = 0,0084$). Por outro lado, *Ae. scapularis* ($r_s = 0,59$; $p = 0,0444$) e *Cx. coronator* ($r_s = 0,62$; $p = 0,0314$) coletados em mata de São Carlos, São Paulo, apresentaram correlação positiva entre precipitação e densidade, corroborando com os achados deste estudo.

No Parque Ecológico do Tietê, Urbinatti et al. (2007) analisando a ocorrência de *Ae. albopictus* em criadouros naturais e artificiais identificaram que as chuvas ($r=0,69$; $p<0,001$) possuem maior influência no aumento da abundância, em comparação com a temperatura ($r=0,35$; $p<0,001$).

No município de Potim, também no estado de São Paulo, registrou-se associação significativa com temperatura máxima para a espécie *Ae. aegypti* ($p=0,04$) e *Ae. albopictus* ($p=0,01$) e pluviosidade, somente para *Ae. albopictus* ($p=0,02$) (Costa & Calado, 2016).

Neste estudo, *Cx. quinquefasciatus* apresentou um aumento populacional, entre outubro e dezembro, enquanto *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* nos primeiros meses do ano. Esse padrão sazonal de crescimento populacional de espécie do gênero *Aedes*, nos primeiros meses dos anos, tem sido verificado em vários estados brasileiros que

registraram temperaturas mais elevadas com chuvas intensas e espessadas (Maciel-de-Freitas *et al.*, 2008).

No estado de Goiás, um estudo realizado em 246 municípios, no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2005, demonstrou que a densidade larvária da espécie *Ae. aegypti* apresenta importante incremento nos primeiros meses de cada ano e redução entre junho e setembro (Costa *et al.*, 2008).

Ae. aegypti e *Ae. albopictus* também demonstraram correlações semelhantes com os fatores climáticos e aumento na abundância populacional. Esses resultados demonstraram que essas espécies consideradas competidoras interespecíficas (Juliano, 2008) têm encontrado disponibilidade de recursos suficientes para coexistirem, mesmo com a dominância de *Ae. aegypti*.

O processo de diapausa dos ovos das espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* devem ser considerados para explicar, além da capacidade de dispersão, o aumento explosivo de eclosão de ovos e, conseqüentemente o crescimento de número de larvas nos períodos chuvosos (Diniz *et al.*, 2017).

Por outro lado, a menor abundância de ambas as espécies pode, em parte, ser justificada pela dessecação dos ovos, a qual é esperada em períodos de seca (Juliano *et al.*, 2002), onde observa-se maior desidratação de ovos. Na Tailândia, ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* permaneceram com baixos registros na estação seca, chegando à ausência em *Ae. albopictus* no final da estação, mas aumentaram exponencialmente durante a primeira metade da estação chuvosa (Mogi *et al.*, 1988).

Assim, os processos de diapausa dos ovos das espécies de *Aedes* devem ser considerados para explicar, além da capacidade de dispersão, o aumento explosivo de

eclosão de ovos e, conseqüentemente o crescimento de número de indivíduos nos períodos chuvosos (Diniz *et al.*, 2017).

O DF caracteriza-se pela ausência de chuvas, principalmente entre julho a setembro, e ainda assim, houve o registro da presença e abundância de espécies potencialmente vetoras, indicando que a estrutura da cidade e a população vem mantendo criadouros em condições favoráveis à oviposição e desenvolvimento das formas imaturas, durante as estações secas. Tal fato pode contribuir para a ocorrência de arboviroses nas estações secas.

Resultado semelhante foi verificado em área urbana de Uberlândia, MG. Ao analisarem aspectos da dinâmica populacional de *Ae. aegypti* em períodos mais frios e secos do ano, Costa *et al.* (2008) observaram a presença dessa espécie nesses períodos, porém em menor proporção.

Para Maciel-de-Freitas *et al.* (2008) o baixo impacto da sazonalidade no padrão de infestação de *Ae. aegypti* obtido entre a estação seca e chuvosa em coletas realizadas em áreas endêmicas de dengue, no Rio de Janeiro, foi devido à produção constante e alta de grandes recipientes de água, como tambores de metal e caixas d'água que não são afetados pelas chuvas.

No DF, os criadouros D1 (pneus e rodantes) e D2 (descartáveis) contribuíram para os picos explosivos de mosquitos nas estações chuvosas e os depósitos A2 (usado para armazenamento de água para consumo humano ao nível do solo), B (móveis) e C (fixos) demonstraram ser constantemente importantes para as abundâncias das espécies e manutenção das populações de mosquitos em período de seca característico do DF,

quando os depósitos transitórios como os do tipo D2 (descartáveis), mesmo que disponíveis, deixam de ser criadouros produtivos pela ausência de água.

Em Santa Catarina, os depósitos com maiores taxas de colonização pelo mosquito *Ae. aegypti* foram os do grupo D1 com média de 34,46% e D2 com 28,7% e para o *Ae. albopictus* os criadouros do tipo B (Rossi & da Silva, 2007).

Os criadouros do grupo C (depósitos fixos) representam os conectores de águas pluviais ou mesmo de esgoto dos ambientes domésticos. São habitats ricos em matéria orgânica, onde *Cx. quinquefasciatus* demonstra ser adaptada (Byrne & Nichols, 1999; Kay *et al.*, 2000).

Pesquisadores na Austrália descobriram que habitats subterrâneos podem ser responsáveis pela reprodução de até 78% dos mosquitos vetores, entre eles *Ae. aegypti*, durante a estação seca, quando a água superficial é escassa (Kay *et al.*, 2000). Russel *et al.* (2002) mencionaram que a exposição ao vírus da dengue, transmitida localmente por *Ae. aegypti*, é aproximadamente 2,5 vezes maior para as pessoas que vivem a 160 metros de um poço ou bueiro de escoamento de água.

A contribuição dos sistemas subterrâneos e superficiais de águas pluviais para abundância de mosquitos vetores ainda é pouco explorada pelos serviços de entomologia e controle de vetores. Por exemplo, nos Estados Unidos, pequenas regiões urbanas como o condado de Nassau, Nova York, onde o vírus do Nilo Ocidental emergiu, possuem aproximadamente 650 bacias de recarga, 70.000 bacias de ruas, 200 milhas de riachos e 50 lagoas (Nasci *et al.*, 2001).

Geery & Holub (1989) destacam a importância de monitorar esses criadouros, devido a ameaça do vírus do Nilo Ocidental e a propensão desses sistemas a abrigar mosquitos do gênero *Culex*, envolvidos no ciclo de transmissão deste vírus.

No grupo C também se encontram criadouros importantes que contribuem para a manutenção das espécies durante todo o ano, como piscinas e fontes ornamentais. São criadouros que constantemente são mantidos com água e que necessitam de reposições frequentes, justamente em épocas de seca.

Depósitos do grupo B (vasos/frascos com água, vasos de plantas, pratos, pingadeiras, recipientes de gelo, bebedouros em geral, pequenas fontes, ornamentos, materiais/depósitos de construção, objetos religiosos/rituais) também são importantes em períodos de seca, onde a irrigação de plantas passa a ser mais frequentes em vasos, por exemplo.

Armazenamento de água para consumo humano em nível do solo também foi um criadouro importante. A manutenção de depósitos de armazenamento de água ao nível do solo (A2) como fonte constante de focos de mosquitos pode ter sido consequência do fornecimento irregular de água entre as RAs iniciado com a crise hídrica vivenciada no DF, entre 2016 até 2018, em que medidas como restrição no uso e fornecimento de água, redução da pressão na rede e tarifas de contingência foram adotadas (Capodeferro *et al.*, 2018).

Os depósitos do tipo D2 (descartáveis) foi, entre os criadouros removíveis, o grupo que apresentou a maior abundância de espécies, sendo, portanto, o tipo de criadouro mais importante para albergar e transportar diferentes espécies de mosquitos. Outros criadouros passíveis de remoção, tipo B (móveis, como os vasos de plantas) e D1 (pneus)

também apresentaram altos índices de dominância. Esses resultados apontam para a importância desses depósitos na dispersão das espécies dominantes entre as RAs do DF, sendo que D2 e B, foram os principais criadouros responsáveis pelos picos populacionais de *Ae. aegypti* e o B o que registrou o maior índice de dominância dessa espécie.

A importância de criadouros móveis e removíveis na dispersão passiva de formas imaturas já foi observada para *Ae. aegypti*. Na região de São José do Rio Preto, São Paulo, pneus e vasos de plantas foram incriminados como os principais responsáveis pela dispersão e colonização de *Ae. aegypti* (Neto, 1997).

Em geral, os criadouros fixos e mais relacionados as residências como os utilizados para armazenamento de água para consumo humano, plantas, ralos e bueiros foram os mais frequentes em todas as localidades pesquisadas, sendo que juntos representaram mais de 50% dos criadouros disponibilizados positivos para formas imaturas de mosquitos de todas as RAs. Nesse sentido, o monitoramento desses criadouros deve ser priorizado durante todo o ano e em todas as RAs, considerando a aplicação de medidas corretivas definitivas, sempre que possível.

A frequência de criadouros viáveis relacionados aos depósitos para armazenamento de água para consumo humano verificado especialmente em Brazlândia, Ceilândia, Estrutural, Itapoã, Planaltina, Recanto das Emas, Riacho Fundo II e São Sebastião denunciam a necessidade de políticas públicas que garantam a segurança no acesso e fornecimento de água para consumo humano e de ações focadas para minimizar os efeitos desses depósitos como potenciais criadouros.

Em bairros de Fortaleza, Ceará, as espécies *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* também demonstraram capacidade de manutenção em depósitos fixos. Tanques (13,8%), tambores

(11,8%) e caixas d'água (9,8%), foram os criadouros mais utilizados por *Ae. aegypti*, enquanto para *Ae. albopictus*, as caixas d'água (11,6%), os tanques (10,5%) e os potes (9,4%) foram os criadouros mais frequentados (Martins *et al.*, 2010).

Em relação a abundância de espécies destaca-se que o Recanto das Emas que foi a RA com melhor distribuição espécies, enquanto Candangolândia registrou a maior dominância de *Ae. aegypti*. Essa última espécie representou mais de 90% da fauna registrada no presente estudo, reforçando a hipótese de que as espécies vetoras se beneficiam com declínio da diversidade de mosquitos, dinâmica já demonstrada por Medeiros-Sousa *et al.* (2017) em parques urbanos do estado de São Paulo.

Outra espécie que demonstrou grande capacidade de domiciliação foi *Cx. coronator*, a qual esteve presente em 31 localidades, sete tipos de criadouros, preferencialmente os do tipo C (fixos), corroborando com um estudo realizado em Belize, América Central (Pecor *et al.*, 2002), onde formas imaturas de *Cx. coronator* também foram encontrados em diversos tipos de criadouros, em ambientes rurais, silvestres e urbanos.

Na Venezuela está associada a fragmentos florestais e focos enzoóticos de Encefalite Equina Venezuelana (Alfonzo *et al.*, 2005), enquanto que no Brasil, há registro de *Cx. coronator* em diversos tipos de criadouros na Região Sul do país (Lopes *et al.*, 1993) e em São Paulo também já foi associada a ambientes modificados pelo homem (Urbinatti *et al.*, 2001; Ribeiro *et al.*, 2012).

Na região Amazônica, *Cx. coronator* têm sido frequentemente encontrados com o vírus de encefalite Saint Louis, desempenhando importante papel na manutenção do ciclo desse arbovírus (Vasconcelos *et al.*, 1991). Nessa região também já foi encontrado

naturalmente infectado com os vírus da Encefalite Mucambo, Caraparu e Tucunduba (Vasconcelos *et al.*, 1991).

Neste estudo, merecem atenção também as espécies *Aedes scapularis*, *Li. durhamii* e *Cx. declarator*. Esse último considerado vetor do vírus da Encefalite Saint Louis (SLEV) na Amazônia (Vasconcelos *et al.*, 1991) e que juntamente com *Cx. dolosus*, *Cx. corniger*, *Cx. saltanensis* e *Cx. chidesteri* vem sendo capturadas em ampla gama de criadouros artificiais e naturais no DF.

Como limitações destacam-se a utilização de apenas uma única técnica de captura e a dificuldade de identificação taxonômica das larvas por parte dos técnicos da DIVAL que não chegaram até o nível de espécie, ou seja, o treinamento de laboratorista é direcionado para as espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e pouca importância é dada a outras espécies. Além disso, a dificuldade de acessar os criadouros críticos deve ser considerada, durante as coletas das formas imaturas, pois nem todos os criadouros são vistoriados, principalmente aqueles de difícil acesso.

Recomenda-se o monitoramento constante das espécies de mosquitos no DF, considerando a possibilidade do surgimento de novas arboviroses, que muitas vezes só são identificados quando a doença já passa a ocorrer entre humanos.

Agradecimentos - Agradecemos aos trabalhadores da DIVAL que executaram toda parte de campo e identificação das amostras e aos gestores que forneceram os dados para este estudo.

Contribuições dos autores - Oliveira KC e Obara MT contribuíram na concepção e delineamento do artigo, análise e interpretação dos dados e primeira versão do

manuscrito. Cruvinel, VRN e Sousa, ARM contribuíram na análise e interpretação dos dados e revisão crítica do manuscrito. Todos os autores aprovaram a versão final e são responsáveis por todos os aspectos do trabalho, incluindo a garantia de sua precisão e integridade.

Referências

1. Lindahl JF, Grace D. The consequences of human actions on risks for infectious diseases: a review. *Infect Ecol Epidemiol*. 2015;5(1):30048.
2. Lindahl JF. Urbanisation and Vector-Borne Disease Emergence—a Possibility for Japanese Encephalitis Virus. *Br J Virol*. 2014;1(1):10–20.
3. Kramer LD, Ebel GD. Dynamics of flavivirus infection in mosquitoes. *Adv Virus Res*. 2003;60:187–232.
4. Aagaard-Hansen J, Nombela N, Alvar J. Population movement: a key factor in the epidemiology of neglected tropical diseases. *Trop Med Int Heal [Internet]*. 2010 Nov 1;15(11):1281–8. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2010.02629.x>
5. Duvall LB. Mosquito Host-Seeking Regulation: Targets for Behavioral Control. *Trends Parasitol [Internet]*. 2019;35(9):704–14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pt.2019.06.010>
6. Roche B, Guégan JF. Ecosystem dynamics, biological diversity and emerging infectious diseases. *Comptes Rendus - Biol*. 2011;334(5–6):385–92.
7. Lett E. Effects of species diversity on disease risk. 2006;(September 2018):485–

8. Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electron*. 2001;4(1):9.
9. Araújo MO. Distribuição de espécies de Culicidae em criadouros no Distrito Federal no período de maio a setembro de 2003. 2003.
10. Noriega MHP and FG. *Aedes aegypti* pharate 1st instar quiescence affects larval fitness and metal tolerance. 2013;58(6):824–9.
11. Long KC, Ziegler SA, Thangamani S, Hausser NL, Kochel TJ, Higgs S, et al. Experimental transmission of Mayaro virus by *Aedes aegypti*. *Am J Trop Med Hyg*. 2011;85(4):750–7.
12. Pereira Serra O, Fernandes Cardoso B, Maria Ribeiro AL, dos Santos FAL, Dezengrini Shessarenko R. Mayaro virus and dengue virus 1 and 4 natural infection in culicids from Cuiabá, state of Mato Grosso, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2016;111(1):20–9.
13. Dibo MR, de Menezes RMT, Ghirardelli CP, Mendonça AL, Neto FC. Presença de culicídeos em município de porte médio do estado de São Paulo e risco de ocorrência de febre do Nilo Ocidental e outras arboviroses. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2011;44(4):496–503.
14. Medeiros Z, Oliveira C, Quaresma J, Barbosa E, Aguiar-Santos AM, Bonfim C, et al. A filariose bancroftiana no município de Moreno - Pernambuco, Brasil. *Rev Bras Epidemiol*. 2004;7(1):73–9.
15. Guo XX, Li CX, Deng YQ, Xing D, Liu QM, Wu Q, et al. *Culex pipiens*

- quinquefasciatus: A potential vector to transmit Zika virus. *Emerg Microbes Infect* [Internet]. 2016;5(9):e102-5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/emi.2016.102>
16. Viveiros-rosa SG, Regis EG, Santos WC. Vector competence of *Culex* mosquitoes (Diptera : Culicidae) in Zika virus transmission : an integrative review. 2020;1–9.
 17. Pecor JE, Harbach RE, Peyton EL, Roberts DR, Rejmankova E, Manguin S, et al. Mosquito studies in Belize, Central America: Records, taxonomic notes, and a checklist of species. *J Am Mosq Control Assoc*. 2002;18(4):241–76.
 18. Lopes J, da Silva MA, Borsato AM, de Oliveira VD, Oliveira FJ. *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* L. e a culicideofauna associada em área urbana da região sul, Brasil. *Rev Saude Publica*. 1993;27(5):326–33.
 19. Urbinatti PR, Sendacz S, Natal D. Imaturos de mosquitos (Diptera: Culicidae) em parque de área metropolitana aberto à visitação pública. *Rev Saude Publica*. 2001;35(5):461–6.
 20. Ribeiro AF, Urbinatti PR, De Castro Duarte AMR, De Paula MB, Pereira DM, Mucci LF, et al. Mosquitoes in degraded and preserved areas of the Atlantic Forest and potential for vector-borne disease risk in the municipality of São Paulo, Brazil. *J Vector Ecol*. 2012;37(2):316–24.
 21. Alfonzo D, Grillet ME, Liria J, Navarro J, Weaver SC, Barrera R. Ecological Characterization of the Aquatic Habitats of Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Enzootic Foci of Venezuelan Equine Encephalitis Virus in Western Venezuela. *J*

- Med Entomol [Internet]. 2005 May 1;42(3):278–84. Available from: <https://doi.org/10.1093/jmedent/42.3.278>
22. Vasconcelos PF da C, Travassos da Rosa JFS, Travassos da Rosa AP de A, Dégallier N, Pinheiro F de P, Sá filho GC. Epidemiologia das encefalites por arbovírus na amazônia brasileira. Vol. 33, Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo. 1991. p. 465–76.
 23. Demari B. Caracterização e populações de *Culex corotator* (Diptera: Culicidae) e distinção de fêmeas de *Culex coronator* e *Culex usquatus* por meio de análise e morfometria geométrica de asa e de sequências gênicas. 2009;
 24. Rodrigues FG. OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE MOSQUITOS. TESE - Programa Pós-graduação em Ciências da Saúde. 2007;1–209.
 25. Urbinatti PR, de Menezes RMT, Natal D. Sazonalidade de *Aedes albopictus* em área protegida na cidade de São Paulo, Brasil. Rev Saude Publica. 2007;41(3):478–81.
 26. Weaver SC, Reisen WK. Present and future arboviral threats. Vol. 85, Antiviral Research. 2010. 328–345 p.
 27. Gomes A de C, Torres MAN, Gutierrez MF de C, Lemos FL, Lima MLN, Martins JF, et al. Registro de *Aedes albopictus* em áreas epizoóticas de febre amarela das Regiões Sudeste e Sul do Brasil (Diptera: Culicidae). Epidemiol e Serviços Saúde. 2008;17(1):71–6.
 28. Pagès F, Peyrefitte CN, Mve MT, Jarjaval F, Brisse S, Itean I, et al. *Aedes*

- albopictus mosquito: The main vector of the 2007 chikungunya outbreak in Gabon. PLoS One. 2009;4(3):2007–10.
29. Tssetsarkin KA, Vanlandingham DL, McGee CE, Higgs S. A Single Mutation in Chikungunya Virus Affects Vector Specificity and Epidemic Potential. PLOS Pathog [Internet]. 2007 Dec 7;3(12):e201. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.0030201>
 30. Boyer S, Calvez E, Chouin-Carneiro T, Diallo D, Failloux A-B. An overview of mosquito vectors of Zika virus. Microbes Infect [Internet]. 2018;20(11):646–60. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S128645791830039X>
 31. Juliano SA, Philip Lounibos L. Juliano, Steven A., and L. Philip Lounibos. 2005. “Ecology of Invasive Mosquitoes: Effects on Resident Species and on Human Health.” Ecology Letters 8 (5): 558–74. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00755.x>. Ecology of invasive mosquitoes: Effects on. Ecol Lett. 2005;8(5):558–74.
 32. Niebylski ML, Mutebi JP, Craig GBJ, Mulrennan JAJ HR. Eastern Equine Encephalitis Virus —Florida, 1991. JAMA J Am Med Assoc. 1992;267(10):1324.
 33. Pessoa VE, Silveira DA, Cavalcante IL, Florindo MI. *Aedes albopictus* no brasil: Aspectos ecológicos e riscos de transmissão da dengue. Entomotropica. 2013;28(2):75–86.
 34. Mitchell CJ, Haramis LD, Karabatsos N, Smith GC, Starwalt VJ. Isolation of La Crosse, Cache Valley, and Potosi Viruses from Aedes Mosquitoes (Diptera:

- Culicidae) Collected at Used-Tire Sites in Illinois during 1994-1995. *J Med Entomol.* 1998;35(4):573–7.
35. Miller BR, Mitchell CJ, Ballinger ME. Replication, tissue tropisms and transmission of yellow fever virus in *Aedes albopictus*. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 1989;83(2):252–5.
 36. de Figueiredo ML, de Gomes AC, Amarilla AA, de Leandro AS, de Orrico AS, de Araujo RF, et al. Open Access RESEARCH Mosquitoes infected with dengue viruses in Brazil. *Virology Journal.* 2010;7(Table 1):152.
 37. Ferreira-de-Lima VH, Andrade P dos S, Thomazelli LM, Marrelli MT, Urbinatti PR, Almeida RMM de S, et al. Silent circulation of dengue virus in *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) resulting from natural vertical transmission. *Sci Rep.* 2020;10(1):1–8.
 38. Serufo JC, de Oca HM, Tavares VA, Souza AM, Rosa R V., Jamal MC, et al. Isolation of dengue virus type 1 from larvae of *Aedes albopictus* in Campos Altos city, State of Minas Gerais, Brazil. Vol. 88, *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz.* 1993. p. 503–4.
 39. Martins VEP, Alencar CH, Kamimura MT, de Carvalho Araújo FM, de Simone SG, Dutra RF, et al. Occurrence of natural vertical transmission of dengue-2 and dengue-3 viruses in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Fortaleza, Ceará, Brazil. *PLoS One.* 2012;7(7):1–9.
 40. Smartt CT, Stenn TMS, Chen T-Y, Teixeira MG, Queiroz EP, Souza Dos Santos L, et al. Evidence of Zika Virus RNA Fragments in *Aedes albopictus* (Diptera:

- Culicidae) Field-Collected Eggs From Camaçari, Bahia, Brazil. *J Med Entomol* [Internet]. 2017 Apr 14;54(4):1085–7. Available from: <https://doi.org/10.1093/jme/tjx058>
41. Monath TP, Vasconcelos PFC. Yellow fever. *J Clin Virol* [Internet]. 2015;64:160–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcv.2014.08.030>
 42. de Carvalho GC, Ceretti-Junior W, Barrio-Nuevo KM, Wilk-da-Silva R, Christie RO, de Paula MB, et al. Composição e diversidade de mosquitos (Diptera: Culicidae) em parques urbanos localizados na região Sul do município de São Paulo, Brasil. *Biota Neotrop*. 2017;17(2).
 43. Friebe B. Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 3. Die Kaferfauna. *Beitrage zur naturkundlichen Forsch Sudwestdtsh Beihefte*. 1983;

Tabela 10 – Frequência de ocorrência mensal e por Região Administrativa das espécies Culicidae capturadas em áreas urbanas do DF no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018 e a classificação quanto a Constância nas capturas.

Espécie	FOM ¹	%	Const. ²	N (RAs)	%	N	N (%)	Dom ³
<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> (Linnaenus, 1762)	60	100	C	32	100	178.400	61,83	E
<i>Ae. (Stg.) albopictus</i> (Skuse, 1894)	56	93	C	29	91	5.666	1,96	Ev
<i>Aedes (Ochlerotatus) fluviatilis</i> (Lutz, 1904)	60	100	C	30	94	24.121	8,36	D
<i>Ae. (Och.) scapularis</i> (Rondani 1848)	37	62	C	14	44	495	0,17	Rr
<i>Culex (Culex) chidesteri</i> (Dyar, 1921)	29	48	A	10	31	327	0,11	Rr
<i>Cx. (Cux.) coronator</i> (Dyar & Knab, 1906)	60	100	C	31	97	13.461	4,67	Sd
<i>Cx. (Cux.) declarator</i> (Dyar & Knab, 1906)	43	72	C	19	59	997	0,35	Rr
<i>Cx. (Cux.) dolosus</i> (Lynch Arribalzaga, 1891)	57	95	C	25	78	2.720	0,94	Rr
<i>Cx. (Cux.) quinquefasciatus</i> (Say, 1823)	60	100	C	32	100	58.774	20,37	E
<i>Cx. (Cux.) saltanensis</i> (Dyar, 1928)	17	28	A	10	31	161	0,06	Rr
<i>Culex (Phenacomyia) corniger</i> (Theobald, 1903)	48	80	C	26	81	2.421	0,84	Rr
<i>Limatus durhamii</i> (Theobald, 1901)	43	72	C	21	66	973	0,34	Rr
Total	60	100		32	100	288.516	100	

¹FOM: Frequência de Ocorrência Mensal.

²Const: Classificação de constância. C: constante (C>50%), A: acessório (C=25-50%) e Ac: acidental (C<25%).

³Dom: Classificação de dominância proposta por (43). E: eudominantes (D>10%), D: dominante (D= 5-10%), Sd: subdominante (D=2-5%), Ev: eventual (D=1-2%) e Rr: rara (D<1%).

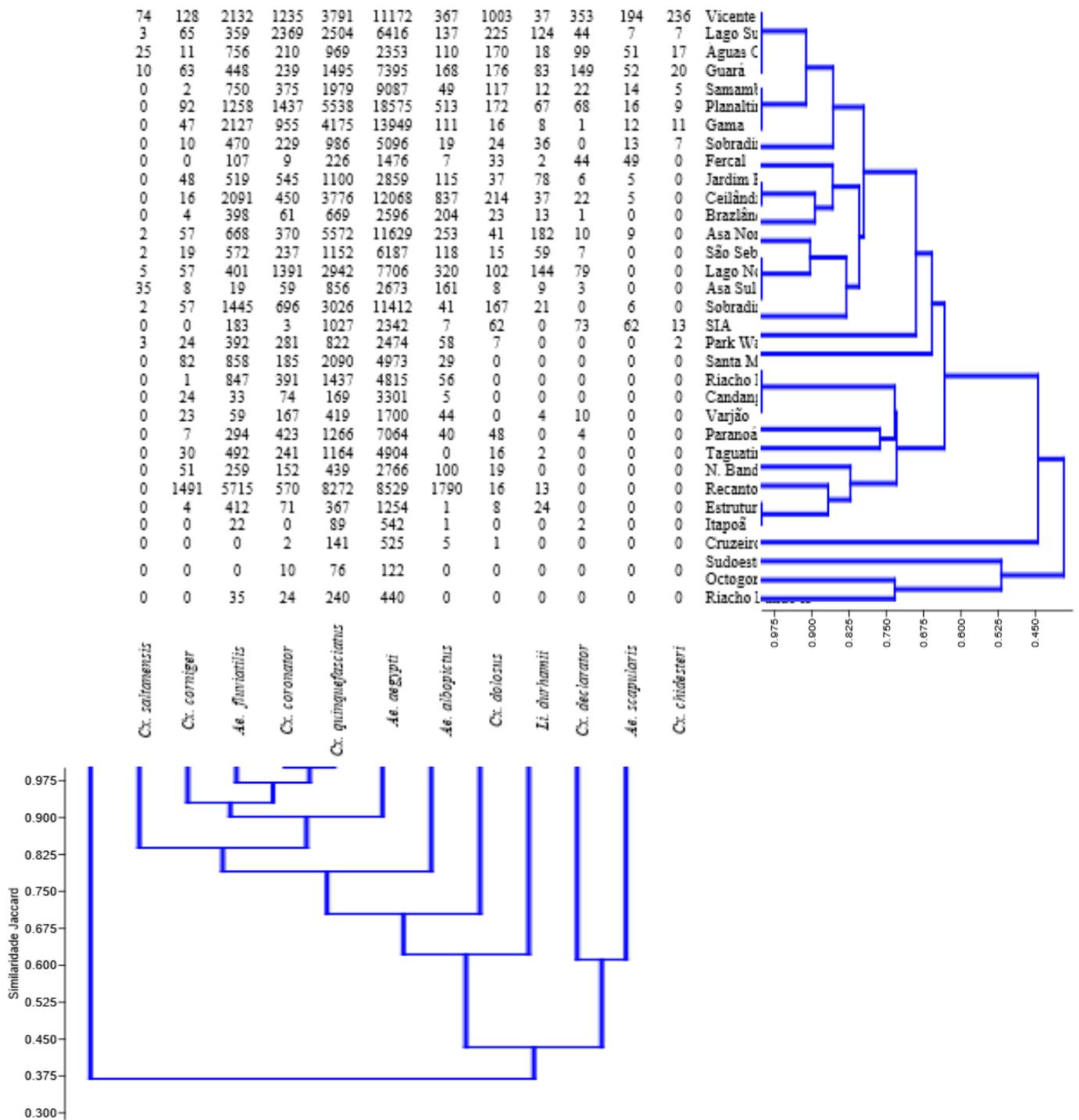


Figura 36 - Dendrograma construído a partir da similaridade de Jaccard por agrupamento UPGMA, two-way. Os clados formados demonstram a similaridade na composição das espécies de mosquitos capturadas nas Regiões Administrativas do DF, entre janeiro de 2014 a dezembro de 2018.

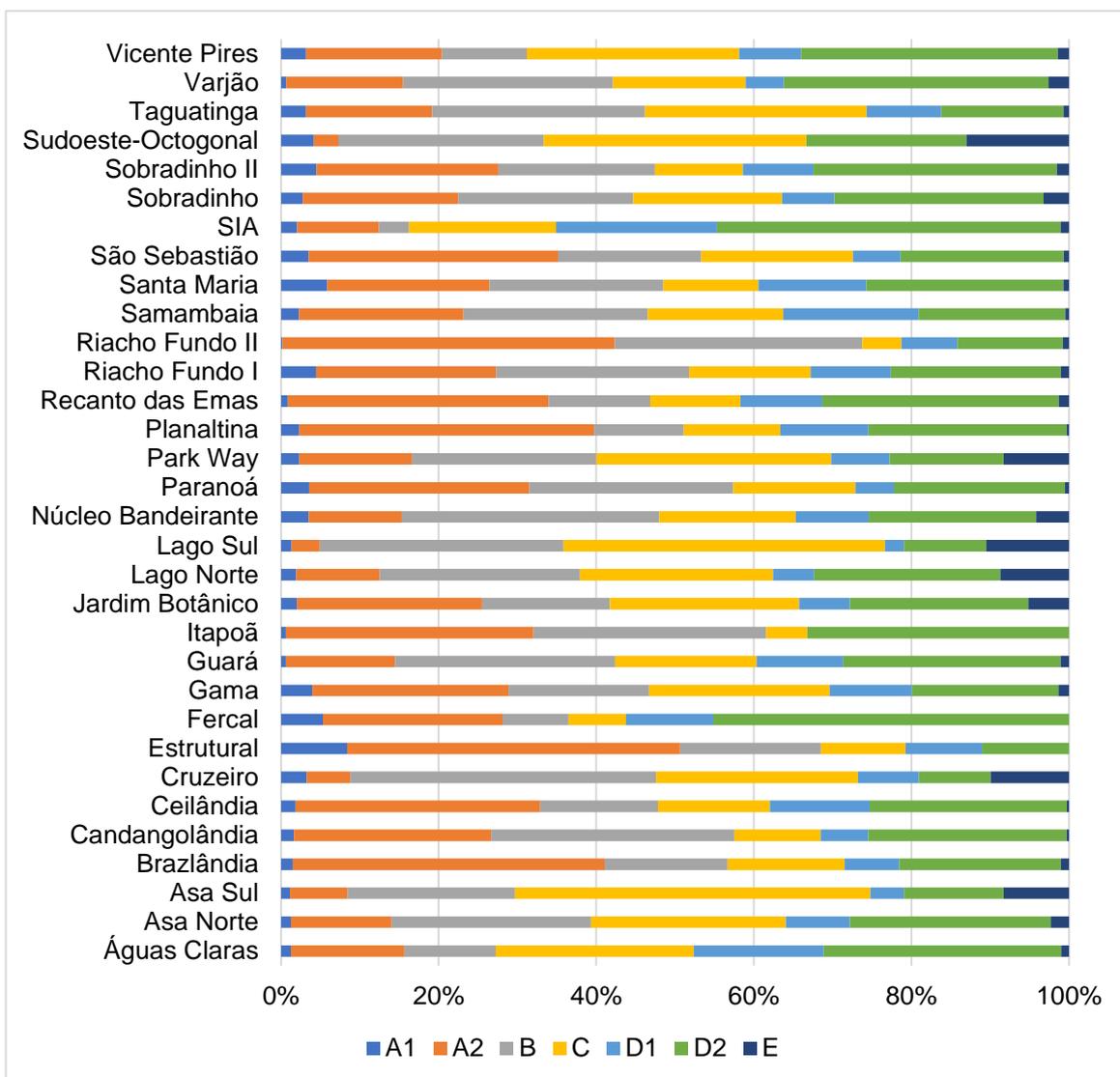


Figura 37 - Percentual de depósitos positivos para larvas de mosquitos por Região Administrativa do DF, no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018.

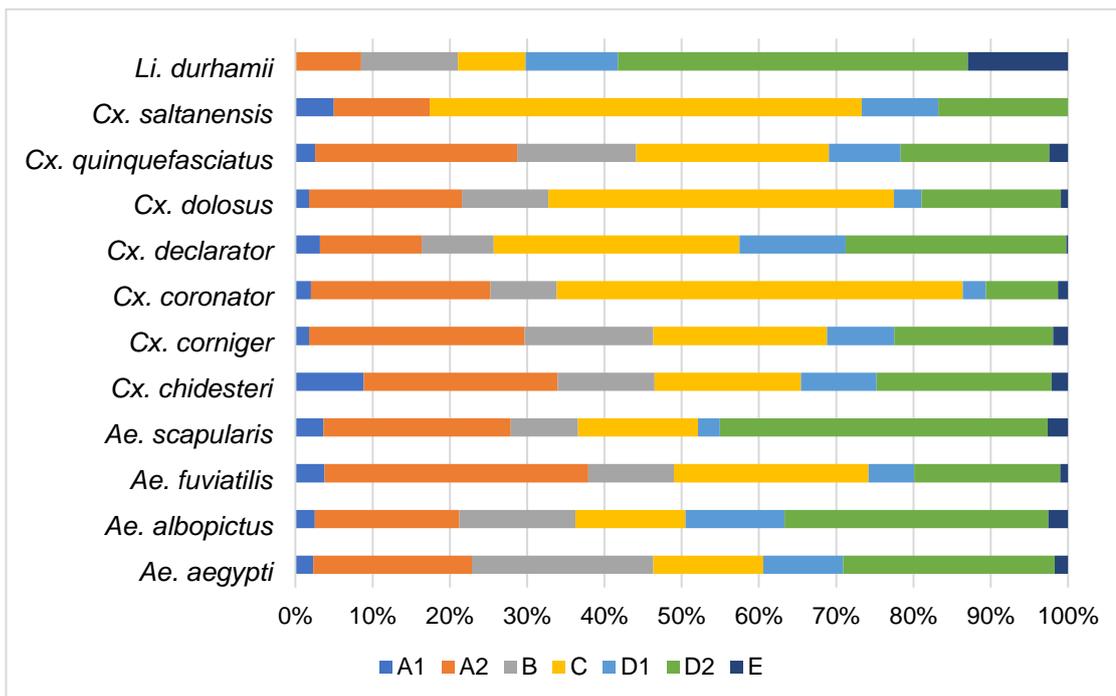
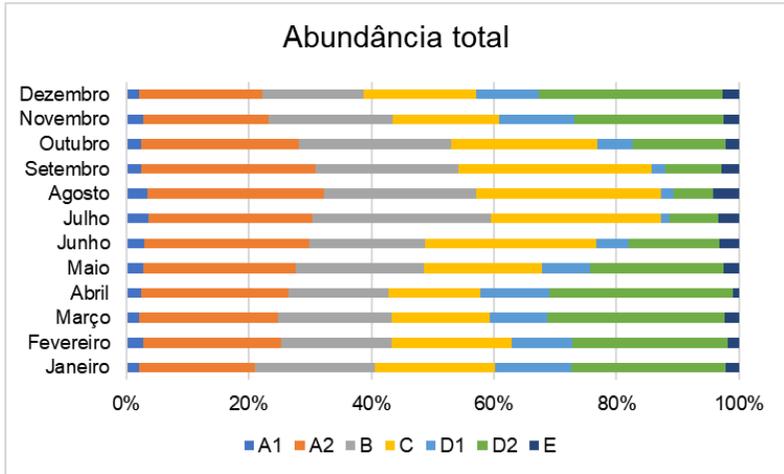
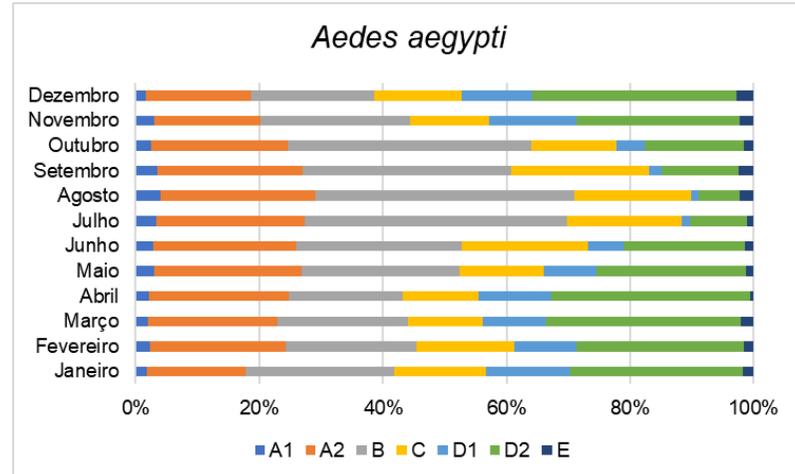


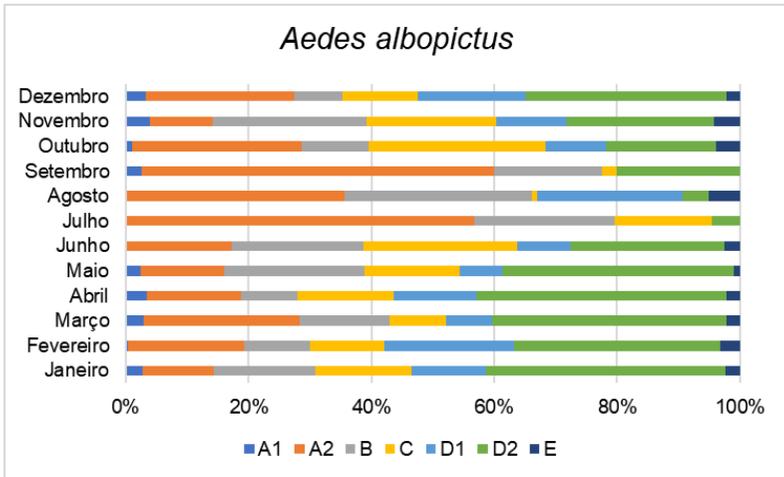
Figura 38 - Distribuição das abundâncias por espécies por tipo de criadouro utilizado em áreas urbanas do DF, no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018.



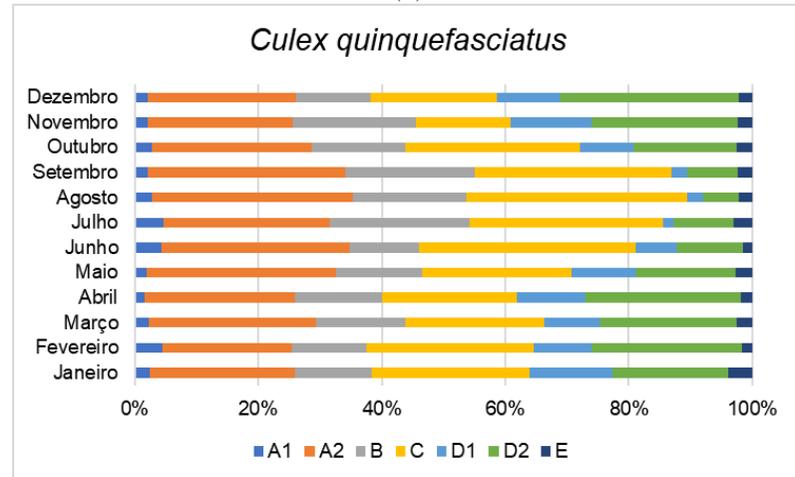
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 39 - Distribuição das abundâncias mensais totais (a) e das principais espécies vetoras *Ae. aegypti* (b), *Ae. albopictus*(c) e *Cx. quinquefasciatus* (d) por tipo de criadouro de áreas urbanas do DF, durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018.

Tabela 11 - Correlação dos fatores abióticos e abundância de espécies vetoras mais frequentes capturadas no DF durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2018.

Espécie	T. Max. Média (°C)		T. Média (°C)		T. Min. Média(°C)		Umidade (%)		Prec. (mm)	
	r _s	p-value	r _s	p-value	r _s	p-value	r _s	p-value	r _s	p-value
<i>Ae. aegypti</i>	-0,2292	0,07819	0,01673	0,89902	0,42842	0,00064	0,76936	<0,001	0,69769	<0,001
<i>Ae. albopictus</i>	-0,1129	0,39026	0,0552	0,67527	0,3731	0,00332	0,64742	<0,001	0,54213	<0,001
<i>Ae. fluviatilis</i>	-0,1627	0,21416	0,02453	0,85241	0,27907	0,03083	0,48833	<0,001	0,43174	0,00057
<i>Ae. scapularis</i>	-0,0338	0,79783	0,08014	0,54273	0,21755	0,09496	0,25647	0,04793	0,23776	0,06736
<i>Cx. chidesteri</i>	-0,1404	0,2847	-0,066	0,61655	0,03735	0,77692	0,20083	0,12389	0,20217	0,12135
<i>Cx. corniger</i>	-0,0892	0,49782	0,03547	0,78791	0,18123	0,16581	0,25341	0,05075	0,25199	0,0521
<i>Cx. coronator</i>	-0,0148	0,91037	0,17111	0,19115	0,41674	0,00093	0,50243	<0,001	0,47295	0,00014
<i>Cx. declarator</i>	0,00645	0,961	0,10726	0,41465	0,24472	0,0595	0,21744	0,09515	0,3126	0,01503
<i>Cx. dolosus</i>	0,07714	0,55801	0,25806	0,04651	0,42218	0,00078	0,35268	0,00571	0,42068	0,00082
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	0,086	0,51356	0,26442	0,04119	0,48943	<0,001	0,40969	0,00115	0,51509	<0,001
<i>Cx. saltanensis</i>	0,15947	0,22357	0,22281	0,08706	0,29708	0,02116	0,20512	0,1159	0,32618	0,01098
<i>Li. durhamii</i>	-0,1873	0,15194	-0,0767	0,56031	0,13701	0,29655	0,4619	0,0002	0,21784	0,09452

Abundância	-									
total	0,1825	0,16275	0,07139	0,5878	0,4744	0,00013	0,75667	<0,001	0,70908	<0,001

Artigo 2

Diversidade de mosquitos (Diptera: Culicidae) do Aterro Controlado do Jóquei Clube de Brasília, Brasil

Kenia Cristina de Oliveira ^{a,b}, Vanessa Resende Nogueira Cruvinel ^a Antônio Ralph Medeiros-Sousa ^c James A. Scott ^d and Marcos Takashi Obara ^{a*}

^a Departamento de Medicina Tropical, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

^b Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal, Brasil

^c Departamento de Epidemiologia, Universidade de São Paulo, Brasil

^d University of Toronto, Dalla Lana School of Public Health, Division of Occupation and Environmental health, Canada

Resumo: Desde a inauguração de Brasília (1960), Aterro Controlado do Jóquei Clube (ACJC) tem recebido grande quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) que propiciam condições favoráveis à proliferação de fauna sinantrópica e mosquitos vetores. O conhecimento da ocorrência e distribuição das espécies são considerados parâmetros-chave para entender o risco entomológico de transmissão de patógenos por mosquitos, porém os estudos de diversidade e culicídeos em áreas de lixão ainda são escassos no Distrito Federal (DF). O monitoramento dessa fauna em ambientes com perturbações intensas é importante para avaliar a estrutura das assembleias e os riscos de dispersão e adaptação de espécies vetorais aos ambientes antropizados. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a diversidade da fauna de mosquitos em área periurbana circunvizinha ao Aterro Controlado do Jóquei Clube de Brasília (ACJC). Foram conduzidas capturas de mosquitos em cinco ambientes do lixão com armadilhas luminosas do tipo CDC no período de maio de 2018 a maio de 2019. Para avaliar as variações na riqueza e diversidade entre os ambientes foram construídas curvas de rarefação e interpolação com base em indivíduos. Variações na composição de espécies foram avaliadas pelo índice de similaridade de Bray-Curtis. 396 fêmeas de mosquitos foram identificadas e distribuídas em 8 gêneros e 19 espécies. As espécies mais abundantes foram *Culex quinquefasciatus* (82,3%) e *Aedes scapularis* (5,3%), reconhecidas como indicadoras de ambientes modificados por ações humanas. A maior frequência destas espécies indicou elevada interferência antrópica na área do aterro controlado e de fragmento residual de mata, além da dispersão de espécies vetorais para áreas domiciliadas, de intra e peridomicílio que apresentaram uma maior riqueza e maiores índices de diversidade entre os ambientes estudados. Registra-se a ocorrência de 08 espécies, até então não identificadas em inventários entomológicos já realizados em área periurbana do DF. Além disso, atividades de monitoramento e controle de *Cx. quinquefasciatus* devem ser implantados para identificação de áreas infestadas no DF e redução da densidade populacional, respectivamente.

Descritores: Culicidae. Ecologia de vetores. Insetos vetores. Área degradada.

Abstract: Since the inauguration of Brasília (1960), Jóquei Clube's Controlled Landfill (ACJC) has received a large amount of Solid Urban Waste (MSW) that provide favorable conditions for the proliferation of synanthropic fauna and vector mosquitoes. The knowledge of the occurrence and distribution of species are considered key parameters to understand the entomological risk of transmission of pathogens by mosquitoes, however studies of diversity and culicids in landfill areas are still scarce in the Federal District (DF). The monitoring of this fauna in environments with intense disturbances is important to evaluate the community structure and the risks of dispersion and adaptation of vector species to anthropized environments. Thus, the objective of this work was to analyze the diversity of mosquito fauna in the peri-urban area surrounding the Controlled Landfill of Jóquei Clube de Brasília (ACJC).

Catches of mosquitoes were carried out in the landfill area with CDC light traps from May 2018 to May 2019. The treatment of the data was based on the analysis of the wealth found in the surveyed environments. 396 female mosquitoes were identified and distributed in 8 genera and 19 species. The most abundant species were *Culex quinquefasciatus* (82.3%) and *Aedes scapularis* (5.3%), recognized as indicators of environments modified by human actions. The higher frequency of these species indicated high anthropic interference in the landfill area and residual forest fragment, in addition to the dispersion of vector species to domiciled areas. The occurrence of 09 species is registered, until then not identified in entomological inventories already carried out in the periurban area of DF. In addition, monitoring and control activities for *Cx. quinquefasciatus* should be implemented to identify infested areas in the Federal District and to reduce population density, respectively.

Keywords: Culicidae; Vector ecology; Insect vectors; Degraded area.

1. Introdução

O processo de industrialização ao longo da história, o crescimento exponencial da população, a rápida urbanização e o aumento do consumo de produtos e materiais descartáveis ocorrido no último século resultaram em grande geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (Nagashima et al., 2011). No Brasil, os números referentes à geração de RSU revelaram um total anual de 78,4 milhões de toneladas no país, em 2017, sendo que, a região Centro-Oeste contribuiu na geração de 5,5 milhões de toneladas de RSU nesse mesmo ano (ABRELPE, 2017). Na cidade de Brasília, o volume e a composição de resíduos descartados é quase o dobro da média nacional, a qual equivale a 2,813kg/dia, sendo compatível ao volume produzido nos Estados Unidos (SLU/DF, 2016).

Entre os principais impactos da degradação ambiental em área do lixão estão a redução ou perda total da fauna e flora, risco à saúde dos catadores e impacto na saúde pública (de Azevedo et al., 2015). De acordo com (de Azevedo et al., 2015), os lixões também propiciam condições favoráveis (habitats) à proliferação de uma fauna sinantrópica e de vetores, como moscas, baratas, ratos e mosquitos, que podem alcançar as residências circunvizinhas e produzirem doenças, tornando-se uma questão de saúde pública.

O manejo inadequado de RSU gera também um grave impacto ao deixar exposto milhares de recipientes descartáveis e materiais inservíveis capazes de acumular água em que mosquitos (Diptera, Culicidae) podem se desenvolver com facilidade (Borge de Prada et al., 2018)

Desde a inauguração de Brasília (1960), os RSU passaram a ser depositados a céu aberto em trincheiras numa área, conhecida como Aterro Controlado do Jôquei Clube (ACJC) ou lixão da Estrutural.

Essa área possui , aproximadamente, 200 hectares e, em 2013, recebia 2,000,00 toneladas de RSU (Committee e Committee, 2014).

Devido a crescente quantidade de resíduo produzido e da ineficiência de gestão dos resíduos, durante mais de 40 anos, a expansão da área de despejo de resíduos foi sendo direcionada para áreas cada vez mais próximas ao córrego Cabeceira do Valo (Koide e Bernardes, 1998). À medida que as áreas foram se tornando inadequadas para continuidade de despejo, por atingirem a capacidade máxima de compactação dos RSU, passavam a ser ocupadas por habitações de populações vulneráveis marginalizadas, especialmente por aqueles que realizavam a catação de RSU no local. O ACJC, em 2018, ano que finalizou as atividades de disposição de lixo doméstico local, foi considerado o maior aterro controlado a céu aberto da América Latina (Cruvinel et al., 2019).

No entanto, os RSU ainda permanecem no ACJC, as quais tornam-se cenários propícios a proliferação de mosquitos vetores de doenças que favorecem-se da diversidade de criadouros artificiais, que conferem abrigo e proteção (Ramos et al., 2017). Cruvinel et al (2020), aponta que 29,2% dos catadores de material reciclável que exerciam atividades regulares de catação no ACJC relataram doenças como Dengue, Zika ou Chikungunya.

Cerca de 40 espécies Cucilicæ estão envolvidas de alguma forma na transmissão de patógenos e adaptadas a ambientes antropizados (Harbach, 2020). Aproximadamente 490 espécies são encontradas no Brasil (WRBU, 2019). Desse total, 5% estão envolvidas em ciclos de transmissão de agentes etiológicos ao homem (Guedes, 2012), como por exemplo, o vírus da Dengue, Zika, Chikungunya, Febre Amarela, vírus do Vale do Rift e vírus do Nilo Ocidental, dentre outros.

O conhecimento da ocorrência e distribuição das espécies são considerados parâmetros-chave para entender o risco entomológico de transmissão de patógenos por mosquitos (Brown et al., 2014) e, especificamente, a eco-epidemiologia paisagística das arboviroses transmitidas por esse grupo de insetos (Reisen, 2010). Mudanças na composição das assembleias de mosquitos são esperadas em decorrência de processos de intervenção antrópica (Forattini et al., 1995, 1986; Natal et al., 1991).

Algumas espécies, pela sua presença, destacam-se como bioindicadores da intensidade dessas alterações, tais como *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti* e *Aedes scapularis*. Já outros grupos auxiliam

na avaliação dos níveis de alterações ambientais pelas suas ausências, como espécies do subgênero *Kerteszia* e da Tribo *Sabethini*, presentes em ambientes naturalmente mais conservados (Dorvillé, 1996).

Dessa forma, estudos sobre a fauna de insetos representam importantes instrumentos para mensurar processos adaptativos e alterações de ambientes (De Oliveira et al., 2014; Dorvillé, 1996; Loaiza et al., 2017; Silveira Neto et al., 1995), indicando a possibilidade de ocorrência de circulação de agentes etiológicos de doenças que podem afetar o homem e outros animais (Barros e Honório, 2015; Co-operation on Health and Biodiversity, 2010; Keesing et al., 2010).

Investigações que priorizam o conhecimento da diversidade de *Culicidae* também podem revelar novas espécies, assim como hábitos desconhecidos podem ser elucidados (Hutchings et al., 2005), de forma que fatores comportamentais das espécies, importantes na interação de vetores e patógenos, não podem ser negligenciados. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar a diversidade da fauna de mosquitos em área periurbana circunvizinha ao Aterro Controlado do Jockey Clube de Brasília (ACJC).

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

O ACJC é uma área remanescente de mata do Parque Nacional de Brasília - PNB, situado em Brasília, DF (Figura 1). A principal via de acesso ao aterro é a Rodovia EPCL-DF-096/BR-070, conhecida como Via Estrutural, que liga o Plano Piloto às Regiões Administrativas de Taguatinga, Ceilândia e Brazlândia. Está localizado a 15 km do centro de Brasília, vizinho do PNB (área de conservação) e a Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE do Córrego Cabeceira do Valo, onde localizam-se 32 chácaras, em que os moradores costumam cultivar legumes e frutas (Cruvinel et al., 2020), criam pequenos animais de produção, como galinhas, abelhas e porcos, além dos animais domésticos, especialmente cães.



(a)



(b)



(c)



Figura 40 - Localização e características observadas na seleção dos pontos de instalação das armadilhas (a). atividades de catação de resíduos pelos trabalhadores (b). Lagoa formada para captação do chorume produzido no local (c). Características dos ambientes da área circunvizinha pesquisada: produção de hortaliças (d), criação de pequenos animais de produção (e) e trecho do córrego do Valo (f). **Imagens: Kenia Cristina de Oliveira**

2.2. Coleta de mosquitos adultos

Para coleta dos mosquitos foram instaladas 14 armadilhas luminosas do tipo CDC, descrita originalmente por Sudia e Chamberlain (1962), alimentadas por baterias de 6v, 12 A, distribuídas da

seguinte forma: i) 02 armadilhas na área do ACJC: 01 no setor administrativo (S15.77476° W047.99989°) e 01 na lagoa de chorume (S15.76973° W048.00360°); ii) 08 armadilhas em ambiente domiciliar, sendo 4 no intra e 4 no peridomicílio; iii) 04 em mata residual (S1577016°, W048.00557°), próximo ao córrego do Valo e área de transbordo do aterro (Figura 40 a).

Nestes pontos, mensalmente, entre maio de 2018 a maio de 2019, as armadilhas eram instaladas por três noites consecutivas, sendo ligadas às 18 horas e recolhidas às 8 horas da manhã do dia seguinte. Na manhã, os potes com as amostras eram recolhidos e substituídos para coleta da noite seguinte. As baterias eram testadas e substituídas quando necessário. O mesmo procedimento era repetido nos dois dias subsequentes.

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Parasitologia e Biologia de Vetores da Universidade de Brasília/UnB e identificadas com auxílio de microscópio estereoscópico Olympus SZ61, utilizando chaves dicotômicas disponíveis em Lane (1953); Consoli & Lourenço (1994) e Foratini (2002). Gêneros e subgêneros foram abreviados segundo Reinert (1975).

2.3. Análise de dados

A comparação da riqueza e diversidade entre os ambientes de estudo foi analisada por meio de curvas de rarefação (interpolação) e de predição (extrapolação), construídas com base em indivíduos e de acordo com os modelos propostos por Chao et al. (2014) obtidos com base nos números de Hill (1973). Os

índices de diversidade obtidos equivalem ao exponencial do índice de entropia de Shannon ($EXP H'$) e ao inverso do índice de Simpson ($1/D$). Os intervalos de confiança (IC) de 95% para as estimativas foram calculados pelo método de bootstrap com base em 100 replicações.

O índice quantitativo de Bray-Curtis foi a métrica utilizada para detectar e comparar o grau de similaridade entre a composição das espécies e suas respectivas abundâncias entre e os ambientes do ACJC e região circunvizinha. A partir da matriz de similaridade/dissimilaridade obtida, foi construído um dendrograma utilizando o método aglomerativo Average linkage.

As análises gráficas foram feitas utilizando o ambiente computacional R (R Core Team, 2019) com o auxílio dos pacotes iNEXT (Hsieh et al., 2016), Vegan (Oksanen et al., 2007) e ggplot2 (Wickham et al., 2016).

3. Resultados

O esforço amostral para coleta de mosquitos adultos foi de 7.056 horas. Durante os meses de maio de 2018 a maio de 2019 foram obtidas 475 amostras de mosquitos entre 397 fêmeas (83,5%), 78 machos (16,4%).

Das fêmeas coletadas, 396 foram identificadas em 19 espécies. *Culex quinquefasciatus* e *Aedes scapularis* foram as espécies mais frequentes no estudo. A distribuição e frequência das espécies por ambiente pesquisado pode ser observada na (Tabela 12). A maior abundância de indivíduos foi registrada no peridomicílio, 163 (41,2%) e no intradomicílio 160 (40,7%). A mata registrou 43 (10,9%) espécimes e entre os ambientes do aterro, 17(4,3%) indivíduos foram coletados na sede administrativa e apenas 13 (3,3%) espécimes foram coletados na lagoa de Chorume.

Tabela 12 - Distribuição da abundância relativa de espécies de mosquitos conforme ambiente, entre 2018 e 2019, DF.

Espécie	Intra	%	Peri	Mata	%	Sede	%	Chorume	%	Total	%
<i>Aedeomyia (Aedeomyia) squamipennis</i> Lynch Arribálzaga, 1878	5	3,1	1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	1,5
<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> Linnaenus, 1762	0	0,0	1	1	2,3	0	0,0	1	7,7	3	0,8
<i>Aedes (Ochlerotatus) albifasciatus</i> Macquart, 1838	1	0,6	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
<i>Ae. (Stegomyia) albopictus</i> Skuse, 1894	0	0,0	1	2	4,7	1	5,9	0	0,0	4	1,0
<i>Ae. (Och.) scapularis</i> Rondani, 1848	4	2,5	16	1	2,3	0	0,0	0	0,0	21	5,3
<i>Anopheles (Nyssorhynchus) argyritarsis</i> Robineau-Desvoidy, 1827	1	0,6	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
<i>An. (Nys.) benorrachi</i> Gabaldon Cova Garcia & Lopez, 1941	6	3,8	6	0	0,0	1	5,9	0	0,0	13	3,3
<i>An. (Nys.) darlingi</i> Root 1926	1	0,6	1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,5
<i>An. (Nys.) lutzii</i> Cruz, 1901	0	0,0	0	0	0,0	1	5,9	0	0,0	1	0,3
<i>An. (Nys.) oswaldoi</i> Peryassú, 1922	0	0,0	1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
<i>Anopheles (Anopheles) punctimacula</i> Dyar & Knab	1	0,6	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
<i>Anopheles sp.</i>	2	1,3	3	1	2,3	0	0,0	0	0,0	6	1,5
<i>Coquillettidia shannoni</i> Lane & Antunes, 1937	1	0,6	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
<i>Culex (Culex) quinquefasciatus</i> Say, 1823	133	83,1	133	35	81,4	14	82,4	11	84,6	326	82,3
<i>Culex sp.</i>	1	0,6	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
<i>Limatus durhamii</i> Theobald, 1901	0	0,0	0	0	0,0	0	0,0	1	7,7	1	0,3
<i>Psorophora (Psorophora) ciliata</i> Fabricius, 1794	2	1,3	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,5
<i>Uranotaenia (Uranotaenia) calosomata</i> Dyar & Knab, 1907	0	0,0	0	3	7,0	0	0,0	0	0,0	3	0,8
<i>Ur. (Ura.) geometrica</i> Theobald, 1901	2	1,3	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,5
Total Geral	160	100,0	163	43	100,0	17	100,0	13	100,0	396	100,0

A **Tabela 13** apresenta os valores observados, estimados e o intervalo de confiança inferior e superior para riqueza, Shannon (EXP H') e Simpson (1/D), considerando os dados totais (todos os ambientes de estudo).

Tabela 13 - Valores observados, estimados e o intervalo de confiança inferior e superior para riqueza, Shannon (EXP H') e Simpson (1/D)

	Observado	Estimado	IC inferior	IC superior
Riqueza de espécies	19	30	21	71
EXP H'	2.4	2.5	2.4	2.9
1/D	1.5	1.5	1.5	1.6

Conforme a curva de acúmulo de espécies construída a partir do total de 19 espécies coletadas (Figura 41) observou-se que a curva não atingiu a assíntota. A curva também estima e prediz o número de espécies esperadas (extrapolação), caso um número maior de indivíduos tivesse sido coletado (linha pontilhada). A área cinza representa o intervalo de confiança de 95% da estimativa.

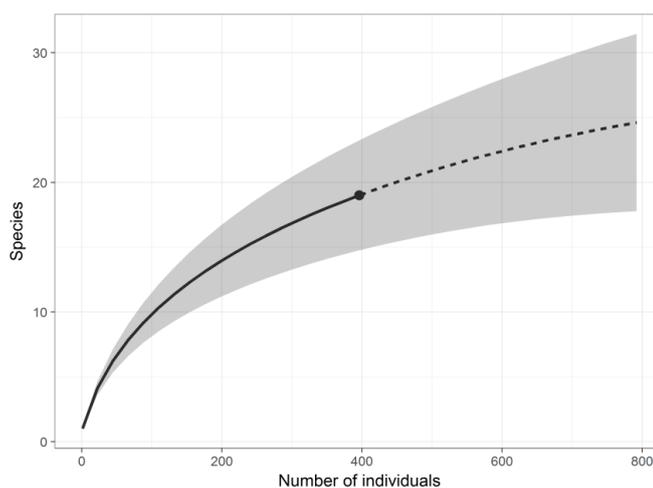


Figura 41 - Curva de acúmulo de espécies de mosquitos coletados em área do Aterro Controlado do Jóquei Clube de Brasília e região circunvizinha, no período de 2018 a 2019. A linha contínua representa a riqueza observada. Linhas tracejadas indicam o número de indivíduos estimados. A área em cinza mostra o intervalo de confiança de 95%.

A assembleia de mosquitos do ACJC mostrou-se pouco diversa, sobretudo devido ao fato de uma única espécie (*Cx. quinquefasciatus*) apresentar uma elevada abundância em relação às demais espécies. A Figura 42 apresenta os valores observados e estimados de diversidade (com 95% de IC) para o exponencial do índice de Shannon (gráfico 1) e o inverso do índice de Simpson (gráfico 2), considerando todos os locais de estudos.

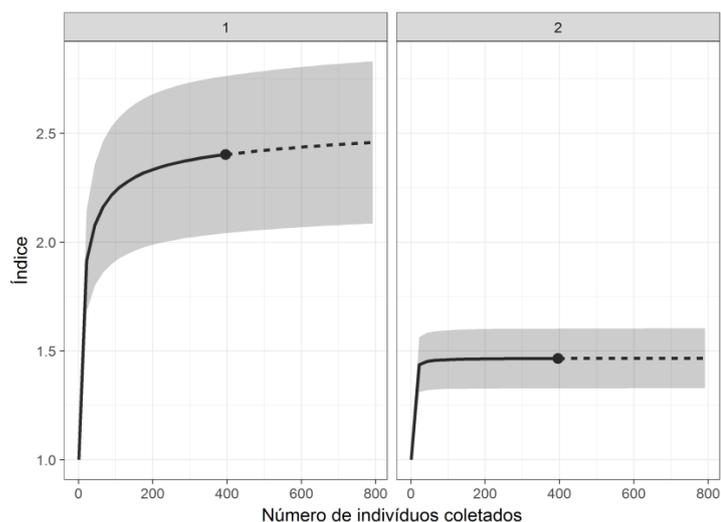


Figura 42 – Estimativa da diversidade e dominância de espécies na região pesquisada. Exponencial do índice de Shannon (1) e o inverso do índice de Simpson (2).

A Tabela 8 apresenta os valores observados, estimados e o intervalo de confiança inferior e superior para riqueza, Shannon (EXP H') e Simpson ($1/D$) para os cinco ambientes. Observa-se que do total de espécies coletadas ($S = 19$), o intradomicílio foi o ambiente que apresentou a maior riqueza, 13 espécies, seguidas do peridomicílio (9), Mata (6) e nos ambientes do Aterro Controlado do Jóquei (ACJ), a sede administrativa (4) e lagoa de chorume (3).

Tabela 14 - Valores dos parâmetros de riqueza, diversidade e dominância observados e estimados para os ambientes intradomicílio, peridomicílio, mata, sede administrativa do ACJC e lagoa de chorume, Estrutural, maio de 2019 a maio de 2020.

Riqueza de espécies	Observado	Estimado	IC 95% inferior	IC 95% superior
Peridomicílio	9	19	11	61
Intradomicílio	13	19	14	46
Mata	6	10	6	46
Sede ADM	4	7	4	27
Chorume	3	4	3	15
EXP (H')	Observado	Estimado	IC 95% inferior	IC 95% superior
Peridomicílio	2.1	2.2	2.1	2.7
Intradomicílio	2.3	2.4	2.3	3
Mata	2.2	2.5	2.2	3.5
Sede ADM	1.9	2.4	1.9	3.6
Chorume	1.7	2	1.7	2.7
$1/D$	Observado	Estimado	IC 95% inferior	IC 95% superior
Peridomicílio	1.5	1.5	1.5	1.7
Intradomicílio	1.4	1.4	1.4	1.6

Mata	1.5	1.5	1.5	2
Sede ADM	1.5	1.5	1.5	2.1
Chorume	1.4	1.4	1.4	2

A figura 6 demonstra a comparação da riqueza específica, diversidade e dominância entre os ambientes de intra e peridomicílio. O número de espécies observadas no intradomicílio foi maior, em relação ao peridomicílio. Para as estimativas extrapoladas (linha tracejada), o número de espécies no intradomicílio continuaria maior, embora haja uma maior sobreposição nos intervalos de confiança entre os dois ambientes. Nenhuma das curvas demonstra ter atingido a assíntota (Figura 30 a).

A estimativa (com 95% de IC) para o exponencial do índice de Shannon (gráfico 1) e o inverso do índice de Simpson (gráfico 2), comparando peri e intradomicílio demonstra que há uma pequena diferença entre as curvas e uma grande sobreposição entre os intervalos de confiança, sugerindo que a diversidade observada entre os dois ambientes seja muito similar (Figura 30 b).

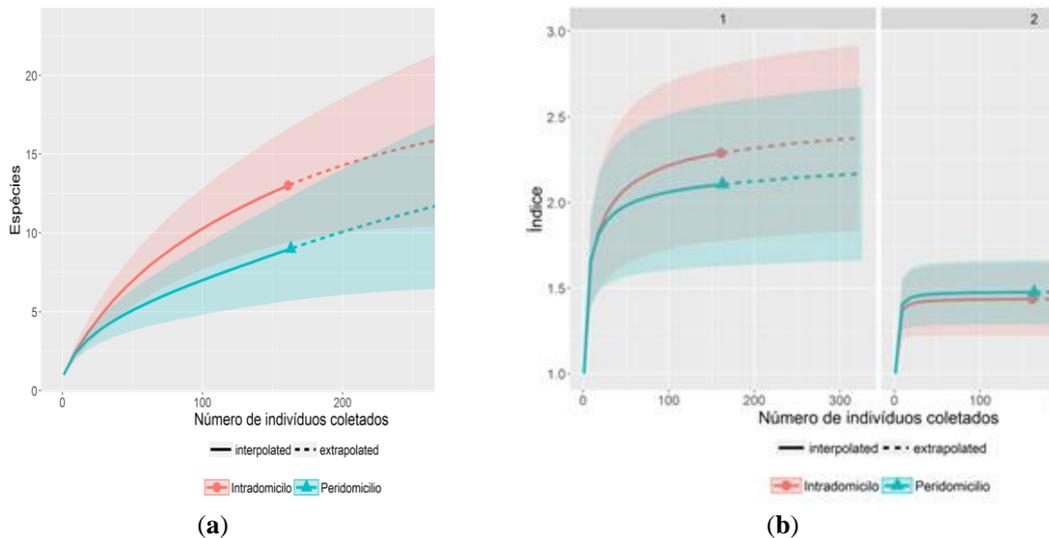


Figura 43 - Comparação entre as riquezas observadas e extrapoladas dos ambientes de intra e peridomicilio (a). Em (b) comparação da diversidade (gráfico 1) e dominância (gráfico 2) observada e extrapolada entre os ambientes de intra e peridomicilio.

Devido ao baixo número de indivíduos obtidos nos ambientes de ‘Mata’, ‘Sede Adm’ e ‘Chorume’ o erro associado à estimativa nestas áreas foi bem maior (maior IC). A comparação da riqueza interpolada e extrapolada nesses ambientes pode ser visualizado a partir da Figura 31 a. Já na Figura 44 **Figura 31 b** observa-se as comparações entre esses ambientes a partir da diversidade observada e extrapolada.

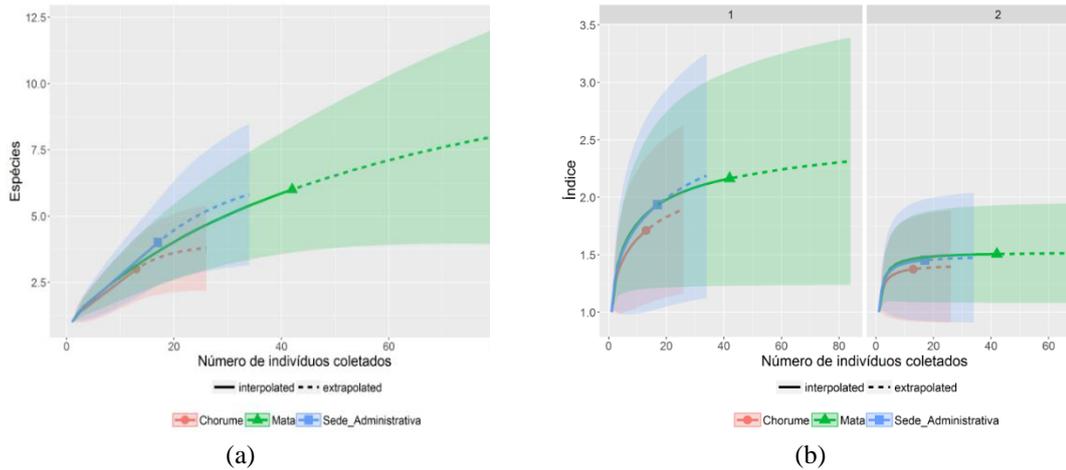


Figura 44 - Comparação entre as riquezas observadas e extrapoladas dos ambientes do aterro, sede administrativa, chorume e a mata (a). Em (b) comparação da diversidade e dominância observada e extrapolada entre os ambientes de mata, e do lixão (sede administrativa e lagoa de chorume).

O dendrograma apresentado na Figura 45 demonstra a dissimilaridade na composição da fauna de mosquitos verificada entre os ambientes de ocupação permanente dos moradores, intra e peridomicílio, degradados pelo aterro e mata, considerando a abundância das espécies registradas em cada ambiente. O intra e peridomicílio demonstraram maior similaridade, assim como os ambientes que representam o aterro, a sede administrativa e lagoa de chorume. A mata foi o ambiente que apresentou a maior dissimilaridade na composição de espécies em relação aos demais.

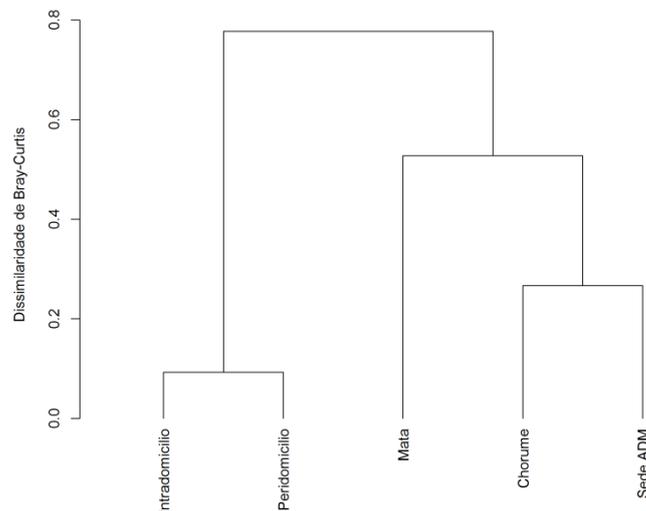


Figura 45 - Dendrograma hierárquico das dissimilaridades de Bray-Curtis entre os ambientes de intradomicílio, peridomicílio, mata, chorume e sede administrativa do ACJC.

4. Discussão

As observações sobre a composição específica de mosquitos revelaram a ocorrência de 19 espécies, entre os quais destaca-se a marcante presença e dominância de *Cx. quinquefasciatus* em todos os ambientes pesquisados. Trata-se de uma espécie invasora adaptada a ambientes antropizados, com hábito alimentar e ovipostura crepuscular noturna (Beehler et al., 1993; Schreiber et al., 1988), cujas larvas preferem águas eutróficas com alto conteúdo orgânico e portanto são bem adaptados a áreas de degradação ambiental (Ribeiro et al., 2012, 2004; Urbinatti et al., 2001).

Cx. quinquefasciatus é uma espécie altamente antropofílica e eficiente na transmissão do parasita causadores da filariose bancroftiana, doença endêmica presente em regiões tropicais e subtropicais, e que no Brasil, já esteve inserida em áreas urbanas dos estados de Alagoas (Maceió), Pará (Belém) e Pernambuco, Região Metropolitana do Recife até início dos anos 2000 (Medeiros et al., 2004). Atualmente com resultados que apontam para a eliminação dessa doença no país, porém com relatos de casos em imigrantes de países endêmicos o que reforça a necessidade de vigilância constante para evitar a reintrodução da doença, dada a ampla distribuição de *Cx. quinquefasciatus* pelo país (BRASIL, 2019).

Por se alimentar também de sangue de aves vem sendo associada ao WNV nos Estados Unidos (Chancey et al., 2015). Na província de Hainan, na China, *Cx. quinquefasciatus* foi incriminado como um vetor ZIKV (Guo et al., 2016). No Brasil já foram detectados EEV, SLEV, OROV (Segura e Castro, 2007), ZIKV (Guedes et al., 2017), MAYV e DENV (Pereira Serra et al., 2016), porém a competência vetorial do *Cx. quinquefasciatus* para esses vírus ainda não está esclarecida (Viveiros-rosa et al., 2020).

Nesse estudo, o gênero *Anopheles* foi o mais bem representado quanto ao número de espécies: *Anopheles (Anopheles) punctimacula* (1), *Anopheles (Nyssorhynchus) argyritarsis* (1), *An. (Nys.) benarrochi* (13), *An. (Nys.) darlingi* (2), *An. (Nys.) lutzi* (2), *An. (Nys.) oswaldoi* (1). Em levantamento entomológico de fauna anofélica no DF, na Fazenda Riacho Frio, em 1987, foram registradas as espécies *Anopheles lanei* (1), *An. triannulatus* (1), *An. darlingi* (2) e *An. nuneztovari* (1) (Elisa & Carvalho, 1989). Em 2008 houve o registro de *Anopheles kompi* (Obara et al., 2012), e logo depois, em 2010, foram registradas as espécies *Anopheles (Lophopodomyia) gilesi* Peryassu 1908 (10), *Anopheles (Nyssorhynchus) argyritarsis* Robineau-Desvoidy, 1827 (1), *Anopheles (Nyssorhynchus) parvus* Chagas, 1907 (2) e *Anopheles (Stethomyia) kompi* Edwards, 1930 (54) (Lira-Vieira et al., 2013), procedentes do Parque Nacional de Brasília.

Nessa pesquisa foi possível identificar 4 espécies, até então sem registros de ocorrência no DF - *Anopheles (Anopheles) punctimacula* Dyar & Knab, 1906; *An. (Nys.) benarrochi* Gabaldon, Cova, Garcia & Lopez, 1941; *An. (Nys.) lutzi* Cruz, 1901 e *An. (Nys.) oswaldoi* Peryassú, 1922. As espécies *An.*

argyritarsis, *An. benorrachi*, *An. lutzi* e *An. oswaldoi* destacam-se pela importância secundária na transmissão de plasmódios causadores da malária nas Américas do Norte, Central e do Sul (Marcondes, 2001).

Merece atenção *An. (Nyssorhynchus) darlingi* que foi capturada em ambiente intra e peridomiciliar em área periurbana do ACJC. Essa espécie foi classificada como rara e acidental e capturada em ambientes intra e peridomiciliar, conforme características já descritas como próprias da espécie, em relação a endofilia e antropofilia (Deane, 1988). Em estudo realizado por Souza-Santos (2002) no estado de Rondônia, *An. darlingi* foi a espécie capturada em maior número, tanto no intra como no peridomicílio. Segundo Tadei & Thatcher (2000) a presença dessa espécie relaciona-se a casos humanos de malária, mesmo quando presente em baixa densidade pode manter a malária endêmica.

A maioria das espécies de mosquitos do gênero *Anopheles* capturados possuem hábitos noturnos e geralmente desenvolvem-se no solo em poças e lagoas. Porém, em coletas de formas imaturas realizadas em São Paulo e Mato Grosso já revelaram a presença de larvas da espécie *An. argyritarsis* em criadouros artificiais do tipo caixa d'água em nível do solo, evidenciando alterações na escolha de habitats para desenvolvimento de formas imaturas dessa espécie (Forattini et al., 1998; Silva et al., 2008). No presente estudo observou-se a presença dessas espécies especialmente em ambiente domiciliar.

Amplia-se o registro para as espécies que ainda não haviam sido identificadas no DF: *Aedeomyia (Aedeomyia) squamipennis*, Lynch Arribálzaga, 1978; *Aedes (Ochlerotatus) albifasciatus* Macquart, 1838; *Psorophora (Psorophora) ciliata* Fabricius, 1794; *Coquillettidia shannoni* Lane & Antunes, 1937 e *Uranotaenia geometrica* Theobald, 1901, capturadas em ambiente domiciliar no DF.

Ae. scapularis, a segunda espécie mais presente e abundante no estudo, subdominante e acessória, é reconhecida como mosquito antropofílico oportunista, se alimenta de sangue de aves, humanos e primatas não humanos (Cunha et al., 2020). Essa espécie já foi considerada uma das principais vetoras do flavivírus Rocio durante a epidemia de encefalite viral em Municípios de São Paulo na década de 1970 (Forattini et al., 1978) e estudos já demonstraram ampla distribuição dessa espécie no Rio de Janeiro, inclusive com pool positivo para YFV7, no Espírito Santo (Cunha et al., 2020). Em São Paulo, pesquisa recente também demonstrou infectividade por vírus da febre amarela em *Ae. scapularis* (Cunha et al., 2020).

Aedeomyia squamipennis e *Aedes albopictus* foram consideradas espécies eventuais e acessórias em relação a abundância relativa e constância nas capturas. *Aedeomyia squamipennis* e *Aedes albopictus*, são conhecidas também pela importância epidemiológica (Boyer et al., 2018; Calisher et al., 1981; Pagès et al., 2009; Tsetsarkin et al., 2007).

Aedeomyia squamipennis é considerada vetor de plasmódios de aves e encontrado naturalmente infectado com o vírus Gamboa (Burkett-Cadena e Blosser, 2017; Chiang et al., 2018; Dutary et al., 1989; Eastwood et al., 2016), mesmo considerada como uma espécie que se adapta a ambientes antropizados, *Aedeomyia squamipennis* em outros estudos não apresentava características de domiciliação (Dibo et al., 2011; Pereira et al., 2017), o que vai de encontro ao resultado verificado neste estudo, em que a presença dessa espécie esteve concentrada nos ambientes intra e peridomiciliar.

Ae. albopictus foi capturado no intra e peridomicílio das residências circunvizinhas ao ACJC. Essas casas localizam-se em área periurbana, levantando a preocupação dessa espécie em servir como elo na transmissão de arboviroses entre áreas periurbanas e urbanas, pois trata-se de uma espécie reconhecida pela sua capacidade de adaptação aos ambientes urbanos, de ser oportunista e competente para transmissão do vírus da Febre Amarela (Amraoui et al., 2018; Weaver e Reisen, 2010).

Nos Estados Unidos, já tem sido sugerido que *Ae. albopictus* pode contribuir para o estabelecimento de uma conexão entre os ciclos silvestre e urbano do vírus do Oeste do Nilo (Turell et al., 2001), e no Brasil do vírus da Febre Amarela (Gomes et al., 2008).

Os ambientes podem ser caracterizados a partir da presença ou ausência de espécies de mosquitos, as quais servem também para indicar de mudanças ambientais. A presença de mosquitos que pertencem, por exemplo, ao subgênero *Kerteszia* caracterizam-se por ambientes conservados, pois desenvolvem-se em habitats naturais como buracos de árvore ou bromélias, assim como, espécies do gênero *Sabethes* que também vivem em ambientes que não sofreram com alterações antrópicas. Em contraste, *Cx. quinquefasciatus* caracterizam por ambientes com alto grau de antropização e *Ae. scapularis* e *Ae. serratus* são notáveis por seu caráter onipresente, especialmente em ambientes florestais modificados (Dorvillé, 1996).

Dessa forma, a partir da riqueza registrada, observou-se evidências de uma fauna afetada pela intensa atividade antrópica pela presença marcante de *Cx. quinquefasciatus* e *Ae. scapularis*, espécies indicadoras de terrenos degradados, conforme estudo realizado por Gomes et al (2007).

Além disso, as espécies podem se tornar mais ou menos abundantes pela influência do ambiente em mudança, principalmente por meio da perturbação do habitat (Connell, 1978; Grime, 1973). Assim, a baixa riqueza de espécies identificada no ambiente do lixão e a dominância de *Cx. quinquefasciatus* no local são

indícios da intensa degradação ambiental sofrida, durante os consecutivos anos de atividade de despejo de resíduos sólidos. Essa espécie também foi coletada na lagoa de chorume (11 exemplares) e sede administrativa do ACJC (14 exemplares), portanto, altamente associadas a ambientes antropizados.

No fragmento de mata residual do ACJC registra-se a presença da espécie *Uranotaenia colosomata*, evidenciando um ambiente menos alterado, corroborando com os registros de (Lira-Vieira et al., 2013) para essa mesma espécie realizado no Parque Nacional de Brasília, em 2013.

Segundo Sousa (1984), dependendo do grau das mudanças ou distúrbios nos ambientes, a biodiversidade de espécies local é afetada podendo levar a dispersão, eliminação ou mesmo a extinção local de espécies. A assembleia de mosquitos observada no ACJC reflete um cenário alterado e ambientalmente degradado. As espécies presentes parecem ter se adaptado ou estar resistindo às condições existentes no local.

Consoante Connell (1978) menciona que as espécies com menor poder de dispersão e crescimento mais lento podem ser excluídas de ambientes com perturbação frequentes, podendo migrar, se estabelecer e iniciar uma colonização em um ambiente com níveis intermediários de degradação ambiental. Algumas espécies encontradas, como *Cx. quinquefasciatus*, adaptada a ambientes degradados, pode ter iniciado a colonização nesta área por meio de dispersão. Por outro lado, algumas espécies mantêm-se resilientes principalmente em ambientes de intradomicílio, peridomicílio e mata residual, mesmo em baixas abundâncias. Ou seja, a formação da assembleia de mosquitos desta região pode ter se dado tanto pela chegada de espécies novas quanto pela resiliência de espécies que já habitavam a área antes das alterações antrópicas promovidas no local.

De um modo geral, as espécies encontradas no ACJC, destacam-se as antropofílicas, domiciliadas e típicas de ambiente urbano - *Ae. aegypti* e *Cx. quinquefasciatus*. Por outro lado, nas áreas circunvizinhas e a mata secundária apresentaram uma maior riqueza, com registro de espécies semelhantes às encontradas em ambientes menos degradados, a exemplo, *An. punctimacula*, *An. argyritarsis*, *An. benorrachi*, *An. oswaldoi*, *Ad. squamipennis*, *Ps. ciliata*, *Cq. shannoni*, *Ur. geométrica* e *Ur. calosomata*.

A baixa diversidade observada se deve à elevada dominância de *Cx. quinquefasciatus*, pois os impactos produzidos pelo ACJC refletiram em uma menor diversidade de espécies, permitindo que espécies

adaptadas a áreas degradadas, como o *Cx. quinquefasciatus* e o *Ae. scapularis*, obtenham maior sucesso reprodutivo.

Ainda, a heterogeneidade ambiental desta área demonstrou o desafio de inventariar a fauna existente, como revelou a curva de acúmulo de espécies e as extrapolações da diversidade observada em cada ambiente, que não mostraram sinais de atingirem uma assíntota, indicando que espécies novas aguardam por serem descobertas no local.

Ressalta-se como limitação deste estudo, a utilização de um único método de captura nesta área direcionadas para espécies crepusculares e noturnas, sem nenhum outro atrativo, que, portanto, pode ter submostrado espécies com hábitos diurnos.

Dessa forma, recomenda-se medidas de mitigação do impacto ambiental causado pelo lixão já desativado, juntamente com o monitoramento da fauna de culicídeos, considerando a possibilidade de aumento populacional de espécies potencialmente vetoras e o surgimento de novas infecções produzidas por arbovírus nas populações próximas ao ACJC.

Novas capturas associadas a outros métodos poderão ampliar o número de espécies capturadas para um melhor entendimento dos possíveis cenários de transmissão de arboviroses, a fim de fortalecer os serviços de entomologia do DF e auxiliar os gestores locais na tomada de decisões frente aos riscos de transmissão de arboviroses. Além disso, estudos abordando aspectos ecológicos, infecção natural e preferência alimentar dos mosquitos em cenário urbano, rural e periurbano podem trazer informações adicionais sobre o risco potencial de transmissão de novos agentes infecciosos.

5. Conclusões

A análise da diversidade de mosquito da área do ACJC e região circunvizinha revelou uma fauna marcada pela eudominância e dispersão de *Cx. quinquefasciatus* e dominância de *Ae. scapularis*, espécies bioindicadoras de ambiente modificado por alterações antrópicas, e pela variedade de espécies resilientes principalmente em ambientes de intradomicílio e peridomicílio. Nessa área, a maior abundância foi registrada no peridomicílio (163; 41,2%) e no intradomicílio (160; 40,7%). Esse último foi o ambiente que apresentou a maior riqueza (13 espécies), seguidas do peridomicílio (9), mata secundária (6), a sede administrativa (4) e lagoa de chorume (3).

Alerta-se para a ocorrência das espécies *An. darlingi* em ambientes domiciliares área periurbana no DF e aos riscos inerentes à distribuição de *Cx. quinquefasciatus*, *Ae. albopictus* e *Ae. scapularis*, em região periurbana próxima ao Parque Nacional de Brasília, área de proteção ambiental, com elevada diversidade de animais silvestres, uma vez que, além de serem vetores de patógenos reconhecidamente competentes, estes mosquitos destacam-se também pelas características oligofílicas e oportunistas, com facilidade de frequentar ambientes de transição, rurais e urbanos, que podem servir de ponte de transição de patógenos silvestres para ambientes urbanos.

Registra-se a ocorrência de oito espécies, até então desconhecidas nos levantamentos de fauna já realizados no Distrito Federal, dentre elas, *Anopheles (Anopheles) punctimacula* Dyar & Knab, 1906; *An. (Nys.) benorrachi* Gabaldon Cova Garcia & Lopez, 1941; *An. (Nys.) lutzi* Cruz, 1901 e *An. (Nys.) oswaldoi* Peryassú, 1922; *Aedeomyia (Aedeomyia) squamipennis* Lynch Arribálzaga, 1978, *Aedes (Ochlerotatus) albifasciatus* Macquart; 1838, *Psorophora (Psorophora) ciliata* Fabricius, 1794; *Coquillettidia shannoni* Lane & Antunes, 1937 e *Uranotaenia geometrica* Theobald, 1901.

6. Referencias

- ABRELPE, 2017. Panorama 2017 15.
- Amraoui, F., Pain, A., Piorkowski, G., Vazeille, M., Couto-Lima, D., de Lamballerie, X., Lourenço-de-Oliveira, R., Failloux, A.-B., 2018. Experimental adaptation of the yellow fever virus to the mosquito

- 27 *Aedes albopictus* and potential risk of urban epidemics in Brazil, South America. *Sci. Rep.* 8, 1–8.
- 28 Barros, F.S.M., Honório, N.A., 2015. Deforestation and malaria on the amazon frontier: Larval clustering
29 of *Anopheles darlingi* (Diptera: Culicidae) determines focal distribution of malaria. *Am. J. Trop. Med.*
30 *Hyg.* 93, 939–953. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0042>
- 31 Beehler, J.W., Webb, J.P., Mulla, M.S., 1993. Spatial and circadian oviposition patterns in an urban
32 population of *Culex quinquefasciatus*. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 9, 385–388.
- 33 Borge de Prada, M., Rodríguez-Sosa, M.A., Vásquez-Bautista, Y.E., Guerrero, K.A., Alarcón-Elbal, P.M.,
34 2018. Mosquitos (Diptera, Culicidae) de importancia médica asociados a residuos sólidos urbanos en
35 Jarabacoa, República Dominicana. *Salud Jalisco* 5, 20–27.
- 36 Boyer, S., Calvez, E., Chouin-Carneiro, T., Diallo, D., Failloux, A.-B., 2018. An overview of mosquito
37 vectors of Zika virus. *Microbes Infect.* 20, 646–660.
38 <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.micinf.2018.01.006>
- 39 Brown, H.E., Paladini, M., Cook, R.A., Kline, D., Barnard, D., Fish, D., 2014. Effectiveness of mosquito
40 traps in measuring species abundance and composition. *J. Med. Entomol.* 45, 517–521.
- 41 Burkett-Cadena, N.D., Blosser, E.M., 2017. *Aedeomyia squamipennis* (Diptera: Culicidae) in Florida,
42 USA, a new state and country record. *J. Med. Entomol.* 54, 788–792.
- 43 Calisher, C.H., Laznick, J.S., Justines, G., Francy, D.B., Monath, T.P., Gutierrez, E., Sabbatini, M.S.,
44 Bowen, G.S., Jakob, W.L., 1981. Viruses isolated from *Aedeomyia squamipennis* mosquitoes
45 collected in Panama, Ecuador, and Argentina: establishment of the Gamboa serogroup. *Am. J. Trop.*
46 *Med. Hyg.* 30, 219–223.
- 47 Chancey, C., Grinev, A., Volkova, E., Rios, M., 2015. The global ecology and epidemiology of West Nile
48 virus. *Biomed Res. Int.* 2015.
- 49 Chao, A., Gotelli, N., Hsieh, T.C., Sander, E., Ma, K., Colwell, R., Ellison, A., 2014. Rarefaction and

50 extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity
51 studies. *Ecol. Monogr.* 84, 45–67. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>

52 Chiang, J.O., de Souza, W.M., Nunes, M.R.T., Acrani, G.O., de Freitas, N.M., da Silva, S.P., da Silva,
53 P.H.D., de Sousa, A.W., Rodrigues, S.G., Quaresma, J.A.S., 2018. Characterization of the Gamboa
54 virus serogroup (Orthobunyavirus genus, Peribunyaviridae family). *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 98,
55 1502–1511.

56 Co-operation on Health and Biodiversity, 2010. The Importance of Biodiversity to Human Health.
57 *Biodivers. Glob. Heal.* 10, 1–4.

58 Committee, Steering, Committee, Scientific, 2014. Waste Atlas The World’s 50 Biggest Dumpsites.

59 Connell, J., 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* (80-). <https://doi.org/10.1126>

60 Consoli, Lourenço-de-Oliveira, R., 1994. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil,
61 *Cadernos de Saúde Pública*. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1995000100027>

62 Cruvinel, V.R.N., Marques, C.P., Cardoso, V., Novaes, M.R.C.G., Araújo, W.N., Angulo-Tuesta, A.,
63 Escalda, P.M.F., Galato, D., Brito, P., da Silva, E.N., 2019. Health conditions and occupational risks
64 in a novel group: waste pickers in the largest open garbage dump in Latin America. *BMC Public*
65 *Health* 19, 581. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6879-x>

66 Cruvinel, V.R.N., Zolnikov, T.R., Takashi Obara, M., Oliveira, V.T.L. de, Vianna, E.N., Santos, F.S.G. do,
67 Oliveira, K.C. de, Scott, J.A., 2020. Vector-borne diseases in waste pickers in Brasilia, Brazil. *Waste*
68 *Manag.* 105, 223–232. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.02.001>

69 Cunha, M.S., Faria, N.R., Caleiro, G.S., Candido, D.S., Hill, S.C., Costa, C., Nogueira, J.S., Maeda, A.Y.,
70 Gisele, F., Souza, R.P. De, Spinola, R., Tubaki, R.M., Maria, R., Menezes, T. De, Abade, L., Sabino,
71 E., Candido, D.S., Claro, I.M., 2020. Genomic evidence of yellow fever virus in *Aedes scapularis*,
72 southeastern Brazil, 2016. *Acta Trop.* 105390. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105390>

- 73 de Azevedo, P.B., Leite, J.C.A., de Oliveira, W.S.N., da Silva, F.M., da Lima Ferreira, P.M., 2015.
74 Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal, PB. *Rev. Verde Agroecol. e*
75 *Desenvolv. Sustentável* 10, 20–34.
- 76 De Oliveira, M.A., Gomes, C.F.F., Pires, E.M., Marinho, C.G.S., Lucia, T.M.C. Della, 2014.
77 Bioindicadores ambientais: Insetos como um instrumento desta avaliação. *Rev. Ceres* 61, 800–807.
78 <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461000005>
- 79 Deane, L.M., 1988. Malaria studies and control in Brazil. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 38, 223–230.
- 80 Dibo, M.R., Menezes, R.M.T. de, Ghirardelli, C.P., Mendonça, A.L., Chiaravalloti Neto, F., 2011. Presença
81 de culicídeos em município de porte médio do Estado de São Paulo e risco de ocorrência de febre do
82 Nilo Ocidental e outras arboviroses. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 44, 496–503.
- 83 Dorvillé, L.F.M., 1996. Mosquitoes as bioindicators of forest degradation in southeastern Brazil, a
84 statistical evaluation of published data in the literature. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 31, 68–78.
85 <https://doi.org/10.1076/snfe.31.2.68.13331>
- 86 Dutary, B.E., Petersen, J.L., Peralta, P.H., Tesh, R.B., 1989. Transovarial transmission of Gamboa virus in
87 a tropical mosquito, *Aedeomyia squamipennis*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 40, 108–113.
- 88 Eastwood, G., Loaiza, J.R., Pongsiri, M.J., Sanjur, O.I., Pecor, J.E., Auguste, A.J., Kramer, L.D., 2016.
89 Enzootic arbovirus surveillance in forest habitat and phylogenetic characterization of novel isolates
90 of Gamboa virus in Panama. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 94, 786–793.
- 91 Elisa, M., Carvalho, S.D., 1989. Anofelinos de Oito Municípios do Estado do Goiás e Fazenda Riacho Frio,
92 Distrito Federal - 1981-1987. *Rev. Pat. Trop.* 18, 1987–1990.
- 93 Forattini, O.P., 2002. *Culicidologia médica*. São Paulo.
- 94 Forattini, O.P., de Castro Gomes, A., Galati, E.A., Rabello, E.X., Iversson, L.B., 1978. Estudos ecológicos
95 sobre mosquitos Culicidae no sistema da Serra do Mar, Brasil. 1--Observações no ambiente

- 96 extradomiciliar. Rev. Saude Publica 12, 297–325. <https://doi.org/10.1590/s0034->
97 89101978000400008
- 98 Forattini, O.P., Gomes, A. de C., Natal, D., Santos, J.L.F., 1986. Observações sobre atividade de mosquitos
99 Culicidae em matas primitivas da planície e perfis epidemiológicos de vários ambientes no Vale do
100 Ribeira, São Paulo, Brasil. Rev. Saude Publica 20, 178–203.
- 101 Forattini, O.P., Kakitani, I., Marques, G.R.A.M., De Brito, M., 1998. Novos encontros de anofelíneos em
102 recipientes artificiais. Rev. Saude Publica 32, 598–599. <https://doi.org/10.1590/s0034->
103 89101998000600015
- 104 Forattini, O.P., Kakitani, I., Massad, E., Marucci, D., 1995. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and
105 anthropic environment: 9-Synanthropy and epidemiological vector role of *Aedes scapularis* in South-
106 Eastern Brazil. Rev. Saude Publica 29, 199–207.
- 107 Gomes, A. de C., Natal, D., Paula, M.B. de, Urbinatti, P.R., Mucci, L.F., Bitencourt, M.D., 2007. Riqueza
108 e abundância de Culicidae (Diptera) em área impactada, Mato Grosso do Sul, Brasil. Rev. Saude
109 Publica 41, 661–664.
- 110 Gomes, A. de C., Torres, M.A.N., Gutierrez, M.F. de C., Lemos, F.L., Lima, M.L.N., Martins, J.F., Costa,
111 Z.G.A., 2008. Registro de *Aedes albopictus* em áreas epizoóticas de febre amarela das Regiões
112 Sudeste e Sul do Brasil (Diptera: Culicidae). Epidemiol. e Serviços Saúde 17, 71–76.
- 113 Grime, J.P., 1973. Competitive exclusion in herbaceous vegetation. Nature 242, 344–347.
- 114 Guedes, D.R.D., Paiva, M.H.S., Donato, M.M.A., Barbosa, P.P., Krokovsky, L., Rocha, S.W. dos S.,
115 Saraiva, K.L.A., Crespo, M.M., Rezende, T.M.T., Wallau, G.L., 2017. Zika virus replication in the
116 mosquito *Culex quinquefasciatus* in Brazil. Emerg. Microbes Infect. 6, 1–11.
- 117 Guedes, M.L.P., 2012. Culicidae (Diptera) No Brasil: Relações Entre Diversidade, Distribuição E
118 Enfermidades. Oecologia Aust. 16, 283–296. <https://doi.org/10.4257/oeco.2012.1602.07>

- 119 Guo, X.X., Li, C.X., Deng, Y.Q., Xing, D., Liu, Q.M., Wu, Q., Sun, A.J., Dong, Y. De, Cao, W.C., Qin,
120 C.F., Zhao, T.Y., 2016. *Culex pipiens quinquefasciatus*: A potential vector to transmit Zika virus.
121 *Emerg. Microbes Infect.* 5, e102-5. <https://doi.org/10.1038/emi.2016.102>
- 122 Harbach, R.E., 2020. Mosquito Taxonomic Inventory. *Mosq. Taxon. Invent. Valid Species List* 1–60.
- 123 Hill, M., 1973. Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology* 54, 427–432.
124 <https://doi.org/10.2307/1934352>
- 125 Hsieh, T.C., Ma, K.H., Chao, A., 2016. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species
126 diversity (Hill numbers). *Methods Ecol. Evol.* 7, 1451–1456.
- 127 Hutchings, R.S.G., Sallum, M.A.M., Ferreira, R.L.M., Hutchings, R.W., 2005. Mosquitoes of the Jaú
128 National Park and their potential importance in Brazilian Amazonia. *Med. Vet. Entomol.* 19, 428–
129 441.
- 130 Keesing, F., Belden, L.K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C.D., Holt, R.D., Hudson, P., Jolles, A., Jones,
131 K.E., Mitchell, C.E., Myers, S.S., Bogich, T., Ostfeld, R.S., 2010. Impacts of biodiversity on the
132 emergence and transmission of infectious diseases. *Nature* 468, 647–652.
133 <https://doi.org/10.1038/nature09575>
- 134 Koide, S., Bernardes, R.S., 1998. Contaminação do lençol freático sob a área do aterro do Jockey Club,
135 Distrito Federal. *Águas Subterrâneas*.
- 136 Lane, J., 1953. Neotropical Culioidea. Volumes I & II. *Neotrop. Culioidea. Vol. I II*.
- 137 Lira-Vieira, A.R., Gurgel-Gonçalves, R., Moreira, I.M., Yoshizawa, M.A.C., Coutinho, M.L., Prado, P.S.,
138 de Souza, J.L., Chaib, A.J. de M., Moreira, J.S., de Castro, C.N., 2013. Ecological aspects of
139 mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the gallery forest of Brasília National Park, Brazil, with an
140 emphasis on potential vectors of yellow fever. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 46, 566–574.
141 <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0136-2013>

- 142 Loaiza, J.R., Dutari, L.C., Rovira, J.R., Sanjur, O.I., Laporta, G.Z., Pecor, J., Foley, D.H., Eastwood, G.,
143 Kramer, L.D., Radtke, M., Pongsiri, M., 2017. Disturbance and mosquito diversity in the lowland
144 tropical rainforest of central Panama. *Sci. Rep.* 7, 1–13. [https://doi.org/10.1038/s41598-017-07476-](https://doi.org/10.1038/s41598-017-07476-2)
145 2
- 146 Marcondes, C.B., 2001. *Entomologia Médica e Veterinária*, 1º ed. São Paulo.
- 147 Medeiros, Z., Oliveira, C., Quaresma, J., Barbosa, E., Aguiar-Santos, A.M., Bonfim, C., Almeida, J., Lessa,
148 F., 2004. A filariose bancroftiana no município de Moreno - Pernambuco, Brasil. *Rev. Bras.*
149 *Epidemiol.* 7, 73–79. <https://doi.org/10.1590/s1415-790x2004000100009>
- 150 Nagashima, L.A., Júnior, C.D.B., Andrade, C.C. De, Tenório, E., 2011. Gestão integrada de resíduos
151 sólidos urbanos – uma proposta para o município de Paranavaí , Estado do Paraná , Brasil 39–47.
152 <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v33i1.581>
- 153 Natal, D., Paganelli, C.H., Santos, J.L.F. dos, 1991. Composição da população adulta de *Culex* (*Culex*)
154 *quinquefasciatus* Say, 1823 em ecótopos próximos à Represa Edgard de Souza, no município de
155 Santana de Parnaíba, Estado de São Paulo, Brasil. *Rev Bras Entomol* 35, 539–543.
- 156 Obara, M.T., Monteiro, H., Paula, M.B. de, Gomes, A. de C., Yoshizawa, M.A.C., Lira, A.R., Boffil,
157 M.I.R., Carvalho, M. do S.L. de, 2012. Infecção natural de *Haemagogus janthinomys* e *Haemagogus*
158 *leucocelaenus* pelo vírus da febre amarela no Distrito Federal, Brasil, 2007-2008. *Epidemiol. e*
159 *Serviços Saúde* 21, 457–463. <https://doi.org/10.5123/s1679-49742012000300011>
- 160 Oksanen, J., Kindt, R., Legendre, P., O’Hara, B., Stevens, M.H.H., Oksanen, M.J., Suggests, M., 2007. The
161 vegan package. *Community Ecol. Packag.* 10, 719.
- 162 Pagès, F., Peyrefitte, C.N., Mve, M.T., Jarjaval, F., Brisse, S., Itean, I., Gravier, P., Nkoghe, D.,
163 Grandadam, M., 2009. *Aedes albopictus* mosquito: The main vector of the 2007 chikungunya
164 outbreak in Gabon. *PLoS One* 4, 2007–2010. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004691>
- 165 Pereira, A.N., Moraes, J., Pereira Filho, A., Brito, G., Rebêlo, J.M., 2017. First record of *Aedeomyia*

166 squamipennis (Lynch Arribálzaga, 1878)(Diptera: Culicidae) in the state of Maranhão:
167 epidemiological implications and distribution in Brazil. Check List 13, 1.

168 Pereira Serra, O., Fernandes Cardoso, B., Maria Ribeiro, A.L., dos Santos, F.A.L., Dezengrini
169 Shlessarenko, R., 2016. Mayaro virus and dengue virus 1 and 4 natural infection in culicids from
170 Cuiabá, state of Mato Grosso, Brazil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 111, 20–29.
171 <https://doi.org/10.1590/0074-02760150270>

172 R Core Team, 2019. A language and environment for statistical computing, URL <https://www.R-project.org>. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

174 Ramos, N.F., Gomes, J.C., Castilhos Jr, A.B., Gourdon, R., 2017. Desenvolvimento de ferramenta para
175 diagnóstico ambiental de lixões de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Eng. Sanit. e Ambient. 22,
176 1233–1241.

177 Reinert, J.F., 1975. Mosquito generic and subgeneric abbreviations (Diptera: Culicidae). WALTER REED
178 ARMY INST OF RESEARCH WASHINGTON DC DEPARTMENT OF ENTOMOLOGY.

179 Reisen, W.K., 2010. Landscape epidemiology of vector-borne diseases. Annu. Rev. Entomol. 55, 461–483.
180 <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085419>

181 Ribeiro, A.F., Urbinatti, P.R., De Castro Duarte, A.M.R., De Paula, M.B., Pereira, D.M., Mucci, L.F.,
182 Fernandes, A., De Mello, M.H.S.H., De Matos Júnior, M.O., De Oliveira, R.C., Natal, D., Dos Santos
183 Malafronte, R., 2012. Mosquitoes in degraded and preserved areas of the Atlantic Forest and potential
184 for vector-borne disease risk in the municipality of São Paulo, Brazil. J. Vector Ecol. 37, 316–324.
185 <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2012.00233.x>

186 Ribeiro, P.B., Costa, P.R.P., Loeck, A.E., Vianna, É.E.S., Júnior, P.S., 2004. Exigências térmicas de Culex
187 quinquefasciatus (Diptera , Culicidae) em Pelotas , Rio Grande do Sul , Brasil 94, 177–180.

188 Schreiber, E.T., Mulla, M.S., Chaney, J.D., Dhillon, M.S., 1988. Dispersal of Culex quinquefasciatus from
189 a dairy in southern California. J. Am. Mosq. Control Assoc. 4, 300–304.

- 190 Segura, M. de N. de O., Castro, F.C., 2007. Atlas de culicídeos na Amazônia brasileira: características
191 específicas de insetos hematófagos da família Culicidae, in: Atlas de Culicídeos na Amazônia
192 brasileira: características específicas de insetos hematófagos da família Culicidae. p. 67.
- 193 Silva, J.D.S., Acel, A.M., Guimarães, A.É., Alencar, J., 2008. Encontro de larvas de Anopheles
194 (Nyssorhynchus) argyritarsis em criadouros artificiais no Estado de Mato Grosso. Rev. Soc. Bras.
195 Med. Trop. 41, 313–314. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822008000300019>
- 196 Silveira Neto, S., Monteiro, R.C., Zucchi, R.A., Moraes, R.C.B. de, 1995. Uso da análise faunística de
197 insetos na avaliação do impacto ambiental. Sci. Agric. 52, 9–15. [https://doi.org/10.1590/s0103-](https://doi.org/10.1590/s0103-90161995000100003)
198 [90161995000100003](https://doi.org/10.1590/s0103-90161995000100003)
- 199 SLU/DF, 2016. Relatório dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Distrito
200 Federal. Distrito Federal.
- 201 Sousa, W.P., 1984. The role of disturbance in natural communities. Annu. Rev. Ecol. Syst. Vol. 15 353–
202 391. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.15.110184.002033>
- 203 Souza-Santos, R., 2002. Distribuição sazonal de vetores da malária em Machadinho d’Oeste, Rondônia,
204 Região Amazônica, Brasil. Cad. Saude Publica 18, 1813–1818.
- 205 Tadei, W.P., Thatcher, B.D., 2000. Malaria Vectors in the Brazilian Amazon: Anopheles of the subgenus
206 Nyssorhynchus (1) 42, 87–94.
- 207 Tsetsarkin, K.A., Vanlandingham, D.L., McGee, C.E., Higgs, S., 2007. A Single Mutation in Chikungunya
208 Virus Affects Vector Specificity and Epidemic Potential. PLOS Pathog. 3, e201.
- 209 Turell, M.J., O’Guinn, M.L., Dohm, D.J., Jones, J.W., 2001. Vector competence of North American
210 mosquitoes (Diptera: Culicidae) for West Nile virus. J. Med. Entomol. 38, 130–134.
211 <https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.2.130>
- 212 Urbinatti, P.R., Sendacz, S., Natal, D., 2001. Imaturos de mosquitos (Diptera: Culicidae) em parque de área

213 metropolitana aberto à visitação pública. Rev. Saude Publica 35, 461–466.
214 <https://doi.org/10.1590/s0034-89102001000500009>

215 Viveiros-rosa, S.G., Regis, E.G., Santos, W.C., 2020. Vector competence of Culex mosquitoes (Diptera :
216 Culicidae) in Zika virus transmission : an integrative review 1–9.

217 Weaver, S.C., Reisen, W.K., 2010. Present and future arboviral threats. Antiviral Res. 85, 328–345.

218 Wickham, H., Chang, W., Wickham, M.H., 2016. Package ‘ggplot2’. Creat. Elegant Data Vis. Using
219 Gramm. Graph. Version 2, 1–189.

220 WRBU, 2019. Systematic Catalog of Culicidae, WRBU. Whashington, USA.

221 ABRELPE, 2017. Panorama 2017 15.

222 Amraoui, F., Pain, A., Piorkowski, G., Vazeille, M., Couto-Lima, D., de Lamballerie, X., Lourenço-de-
223 Oliveira, R., Failloux, A.-B., 2018. Experimental adaptation of the yellow fever virus to the mosquito
224 Aedes albopictus and potential risk of urban epidemics in Brazil, South America. Sci. Rep. 8, 1–8.

225 Barros, F.S.M., Honório, N.A., 2015. Deforestation and malaria on the amazon frontier: Larval clustering
226 of anopheles darlingi (Diptera: Culicidae) determines focal distribution of malaria. Am. J. Trop. Med.
227 Hyg. 93, 939–953. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0042>

228 Beehler, J.W., Webb, J.P., Mulla, M.S., 1993. Spatial and circadian oviposition patterns in an urban
229 population of Culex quinquefasciatus. J. Am. Mosq. Control Assoc. 9, 385—388.

230 Borge de Prada, M., Rodríguez-Sosa, M.A., Vásquez-Bautista, Y.E., Guerrero, K.A., Alarcón-Elbal, P.M.,
231 2018. Mosquitos (Diptera, Culicidae) de importancia médica asociados a residuos sólidos urbanos en
232 Jarabacoa, República Dominicana. Salud Jalisco 5, 20–27.

233 Boyer, S., Calvez, E., Chouin-Carneiro, T., Diallo, D., Failloux, A.-B., 2018. An overview of mosquito
234 vectors of Zika virus. Microbes Infect. 20, 646–660.
235 <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.micinf.2018.01.006>

- 236 Brown, H.E., Paladini, M., Cook, R.A., Kline, D., Barnard, D., Fish, D., 2014. Effectiveness of mosquito
237 traps in measuring species abundance and composition. *J. Med. Entomol.* 45, 517–521.
- 238 Burkett-Cadena, N.D., Blosser, E.M., 2017. *Aedeomyia squamipennis* (Diptera: Culicidae) in Florida,
239 USA, a new state and country record. *J. Med. Entomol.* 54, 788–792.
- 240 Calisher, C.H., Laznick, J.S., Justines, G., Francy, D.B., Monath, T.P., Gutierrez, E., Sabattini, M.S.,
241 Bowen, G.S., Jakob, W.L., 1981. Viruses isolated from *Aedeomyia squamipennis* mosquitoes
242 collected in Panama, Ecuador, and Argentina: establishment of the Gamboa serogroup. *Am. J. Trop.*
243 *Med. Hyg.* 30, 219–223.
- 244 Chancey, C., Grinev, A., Volkova, E., Rios, M., 2015. The global ecology and epidemiology of West Nile
245 virus. *Biomed Res. Int.* 2015.
- 246 Chao, A., Gotelli, N., Hsieh, T.C., Sander, E., Ma, K., Colwell, R., Ellison, A., 2014. Rarefaction and
247 extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity
248 studies. *Ecol. Monogr.* 84, 45–67. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- 249 Chiang, J.O., de Souza, W.M., Nunes, M.R.T., Acrani, G.O., de Freitas, N.M., da Silva, S.P., da Silva,
250 P.H.D., de Sousa, A.W., Rodrigues, S.G., Quaresma, J.A.S., 2018. Characterization of the Gamboa
251 virus serogroup (Orthobunyavirus genus, Peribunyaviridae family). *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 98,
252 1502–1511.
- 253 Co-operation on Health and Biodiversity, 2010. The Importance of Biodiversity to Human Health.
254 *Biodivers. Glob. Heal.* 10, 1–4.
- 255 Committee, Steering, Committee, Scientific, 2014. Waste Atlas The World's 50 Biggest Dumpsites.
- 256 Connell, J., 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* (80-). <https://doi.org/10.1126>
- 257 Consoli, Lourenço-de-Oliveira, R., 1994. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil,
258 *Cadernos de Saúde Pública.* <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1995000100027>

259 Cruvinel, V.R.N., Marques, C.P., Cardoso, V., Novaes, M.R.C.G., Araújo, W.N., Angulo-Tuesta, A.,
260 Escalda, P.M.F., Galato, D., Brito, P., da Silva, E.N., 2019. Health conditions and occupational risks
261 in a novel group: waste pickers in the largest open garbage dump in Latin America. *BMC Public*
262 *Health* 19, 581. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6879-x>

263 Cruvinel, V.R.N., Zolnikov, T.R., Takashi Obara, M., Oliveira, V.T.L. de, Vianna, E.N., Santos, F.S.G. do,
264 Oliveira, K.C. de, Scott, J.A., 2020. Vector-borne diseases in waste pickers in Brasilia, Brazil. *Waste*
265 *Manag.* 105, 223–232. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.02.001>

266 Cunha, M.S., Faria, N.R., Caleiro, G.S., Candido, D.S., Hill, S.C., Costa, C., Nogueira, J.S., Maeda, A.Y.,
267 Gisele, F., Souza, R.P. De, Spinola, R., Tubaki, R.M., Maria, R., Menezes, T. De, Abade, L., Sabino,
268 E., Candido, D.S., Claro, I.M., 2020. Genomic evidence of yellow fever virus in *Aedes scapularis*,
269 southeastern Brazil, 2016. *Acta Trop.* 105390. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105390>

270 de Azevedo, P.B., Leite, J.C.A., de Oliveira, W.S.N., da Silva, F.M., da Lima Ferreira, P.M., 2015.
271 Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal, PB. *Rev. Verde Agroecol. e*
272 *Desenvolv. Sustentável* 10, 20–34.

273 De Oliveira, M.A., Gomes, C.F.F., Pires, E.M., Marinho, C.G.S., Lucia, T.M.C. Della, 2014.
274 Bioindicadores ambientais: Insetos como um instrumento desta avaliação. *Rev. Ceres* 61, 800–807.
275 <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461000005>

276 Deane, L.M., 1988. Malaria studies and control in Brazil. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 38, 223–230.

277 Dibo, M.R., Menezes, R.M.T. de, Ghirardelli, C.P., Mendonça, A.L., Chiaravalloti Neto, F., 2011. Presença
278 de culicídeos em município de porte médio do Estado de São Paulo e risco de ocorrência de febre do
279 Nilo Ocidental e outras arbovirozes. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 44, 496–503.

280 Dorvillé, L.F.M., 1996. Mosquitoes as bioindicators of forest degradation in southeastern Brazil, a
281 statistical evaluation of published data in the literature. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 31, 68–78.
282 <https://doi.org/10.1076/snfe.31.2.68.13331>

- 283 Dutary, B.E., Petersen, J.L., Peralta, P.H., Tesh, R.B., 1989. Transovarial transmission of Gamboa virus in
284 a tropical mosquito, *Aedeomyia squamipennis*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 40, 108–113.
- 285 Eastwood, G., Loaiza, J.R., Pongsiri, M.J., Sanjur, O.I., Pecor, J.E., Auguste, A.J., Kramer, L.D., 2016.
286 Enzootic arbovirus surveillance in forest habitat and phylogenetic characterization of novel isolates
287 of Gamboa virus in Panama. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 94, 786–793.
- 288 Elisa, M., Carvalho, S.D., 1989. Anofelinos de Oito Municípios do Estado do Goiás e Fazenda Riacho Frio,
289 Distrito Federal - 1981-1987. *Rev. Pat. Trop.* 18, 1987–1990.
- 290 Forattini, O.P., 2002. *Culicidologia médica*. São Paulo.
- 291 Forattini, O.P., de Castro Gomes, A., Galati, E.A., Rabello, E.X., Iversson, L.B., 1978. Estudos ecológicos
292 sobre mosquitos Culicidae no sistema da Serra do Mar, Brasil. 1--Observações no ambiente
293 extradomiciliar. *Rev. Saude Publica* 12, 297–325. [https://doi.org/10.1590/s0034-](https://doi.org/10.1590/s0034-89101978000400008)
294 [89101978000400008](https://doi.org/10.1590/s0034-89101978000400008)
- 295 Forattini, O.P., Gomes, A. de C., Natal, D., Santos, J.L.F., 1986. Observações sobre atividade de mosquitos
296 Culicidae em matas primitivas da planície e perfis epidemiológicos de vários ambientes no Vale do
297 Ribeira, São Paulo, Brasil. *Rev. Saude Publica* 20, 178–203.
- 298 Forattini, O.P., Kakitani, I., Marques, G.R.A.M., De Brito, M., 1998. Novos encontros de anofelíneos em
299 recipientes artificiais. *Rev. Saude Publica* 32, 598–599. [https://doi.org/10.1590/s0034-](https://doi.org/10.1590/s0034-89101998000600015)
300 [89101998000600015](https://doi.org/10.1590/s0034-89101998000600015)
- 301 Forattini, O.P., Kakitani, I., Massad, E., Marucci, D., 1995. Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and
302 anthropic environment: 9-Synanthropy and epidemiological vector role of *Aedes scapularis* in South-
303 Eastern Brazil. *Rev. Saude Publica* 29, 199–207.
- 304 Gomes, A. de C., Natal, D., Paula, M.B. de, Urbinatti, P.R., Mucci, L.F., Bitencourt, M.D., 2007. Riqueza
305 e abundância de Culicidae (Diptera) em área impactada, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rev. Saude*
306 *Publica* 41, 661–664.

307 Gomes, A. de C., Torres, M.A.N., Gutierrez, M.F. de C., Lemos, F.L., Lima, M.L.N., Martins, J.F., Costa,
308 Z.G.A., 2008. Registro de *Aedes albopictus* em áreas epizoóticas de febre amarela das Regiões
309 Sudeste e Sul do Brasil (Diptera: Culicidae). *Epidemiol. e Serviços Saúde* 17, 71–76.

310 Grime, J.P., 1973. Competitive exclusion in herbaceous vegetation. *Nature* 242, 344–347.

311 Guedes, D.R.D., Paiva, M.H.S., Donato, M.M.A., Barbosa, P.P., Krokovsky, L., Rocha, S.W. dos S.,
312 Saraiva, K.L.A., Crespo, M.M., Rezende, T.M.T., Wallau, G.L., 2017. Zika virus replication in the
313 mosquito *Culex quinquefasciatus* in Brazil. *Emerg. Microbes Infect.* 6, 1–11.

314 Guedes, M.L.P., 2012. Culicidae (Diptera) No Brasil: Relações Entre Diversidade, Distribuição E
315 Enfermidades. *Oecologia Aust.* 16, 283–296. <https://doi.org/10.4257/oeco.2012.1602.07>

316 Guo, X.X., Li, C.X., Deng, Y.Q., Xing, D., Liu, Q.M., Wu, Q., Sun, A.J., Dong, Y. De, Cao, W.C., Qin,
317 C.F., Zhao, T.Y., 2016. *Culex pipiens quinquefasciatus*: A potential vector to transmit Zika virus.
318 *Emerg. Microbes Infect.* 5, e102-5. <https://doi.org/10.1038/emi.2016.102>

319 Harbach, R.E., 2020. Mosquito Taxonomic Inventory. *Mosq. Taxon. Invent. Valid Species List* 1–60.

320 Hill, M., 1973. Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology* 54, 427–432.
321 <https://doi.org/10.2307/1934352>

322 Hsieh, T.C., Ma, K.H., Chao, A., 2016. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species
323 diversity (Hill numbers). *Methods Ecol. Evol.* 7, 1451–1456.

324 Hutchings, R.S.G., Sallum, M.A.M., Ferreira, R.L.M., Hutchings, R.W., 2005. Mosquitoes of the Jaú
325 National Park and their potential importance in Brazilian Amazonia. *Med. Vet. Entomol.* 19, 428–
326 441.

327 Keesing, F., Belden, L.K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C.D., Holt, R.D., Hudson, P., Jolles, A., Jones,
328 K.E., Mitchell, C.E., Myers, S.S., Bogich, T., Ostfeld, R.S., 2010. Impacts of biodiversity on the
329 emergence and transmission of infectious diseases. *Nature* 468, 647–652.

- 330 <https://doi.org/10.1038/nature09575>
- 331 Koide, S., Bernardes, R.S., 1998. Contaminação do lençol freático sob a área do aterro do Jockey Club,
332 Distrito Federal. Águas Subterrâneas.
- 333 Lane, J., 1953. Neotropical Culioidea. Volumes I & II. Neotrop. Culioidea. Vol. I II.
- 334 Lira-Vieira, A.R., Gurgel-Gonçalves, R., Moreira, I.M., Yoshizawa, M.A.C., Coutinho, M.L., Prado, P.S.,
335 de Souza, J.L., Chaib, A.J. de M., Moreira, J.S., de Castro, C.N., 2013. Ecological aspects of
336 mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the gallery forest of Brasília National Park, Brazil, with an
337 emphasis on potential vectors of yellow fever. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. 46, 566–574.
338 <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0136-2013>
- 339 Loaiza, J.R., Dutari, L.C., Rovira, J.R., Sanjur, O.I., Laporta, G.Z., Pecor, J., Foley, D.H., Eastwood, G.,
340 Kramer, L.D., Radtke, M., Pongsiri, M., 2017. Disturbance and mosquito diversity in the lowland
341 tropical rainforest of central Panama. Sci. Rep. 7, 1–13. [https://doi.org/10.1038/s41598-017-07476-](https://doi.org/10.1038/s41598-017-07476-2)
342 2
- 343 Marcondes, C.B., 2001. Entomologia Médica e Veterinária, 1º ed. São Paulo.
- 344 Medeiros, Z., Oliveira, C., Quaresma, J., Barbosa, E., Aguiar-Santos, A.M., Bonfim, C., Almeida, J., Lessa,
345 F., 2004. A filariose bancroftiana no município de Moreno - Pernambuco, Brasil. Rev. Bras.
346 Epidemiol. 7, 73–79. <https://doi.org/10.1590/s1415-790x2004000100009>
- 347 Nagashima, L.A., Júnior, C.D.B., Andrade, C.C. De, Tenório, E., 2011. Gestão integrada de resíduos
348 sólidos urbanos – uma proposta para o município de Paranaíba, Estado do Paraná, Brasil 39–47.
349 <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v33i1.581>
- 350 Natal, D., Paganelli, C.H., Santos, J.L.F. dos, 1991. Composição da população adulta de Culex (Culex)
351 quinquefasciatus Say, 1823 em ecótopos próximos à Represa Edgard de Souza, no município de
352 Santana de Parnaíba, Estado de São Paulo, Brasil. Rev Bras Entomol 35, 539–543.

353 Obara, M.T., Monteiro, H., Paula, M.B. de, Gomes, A. de C., Yoshizawa, M.A.C., Lira, A.R., Boffil,
354 M.I.R., Carvalho, M. do S.L. de, 2012. Infecção natural de *Haemagogus janthinomys* e *Haemagogus*
355 *leucocelaenus* pelo vírus da febre amarela no Distrito Federal, Brasil, 2007-2008. *Epidemiol. e*
356 *Serviços Saúde* 21, 457–463. <https://doi.org/10.5123/s1679-49742012000300011>

357 Oksanen, J., Kindt, R., Legendre, P., O’Hara, B., Stevens, M.H.H., Oksanen, M.J., Suggests, M., 2007. The
358 vegan package. *Community Ecol. Packag.* 10, 719.

359 Pagès, F., Peyrefitte, C.N., Mve, M.T., Jarjaval, F., Brisse, S., Iteman, I., Gravier, P., Nkoghe, D.,
360 Grandadam, M., 2009. *Aedes albopictus* mosquito: The main vector of the 2007 chikungunya
361 outbreak in Gabon. *PLoS One* 4, 2007–2010. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004691>

362 Pereira, A.N., Moraes, J., Pereira Filho, A., Brito, G., Rebêlo, J.M., 2017. First record of *Aedeomyia*
363 *squamipennis* (Lynch Arribáizaga, 1878)(Diptera: Culicidae) in the state of Maranhão:
364 epidemiological implications and distribution in Brazil. *Check List* 13, 1.

365 Pereira Serra, O., Fernandes Cardoso, B., Maria Ribeiro, A.L., dos Santos, F.A.L., Dezengrini
366 Shlessarenko, R., 2016. Mayaro virus and dengue virus 1 and 4 natural infection in culicids from
367 Cuiabá, state of Mato Grosso, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 111, 20–29.
368 <https://doi.org/10.1590/0074-02760150270>

369 R Core Team, 2019. A language and environment for statistical computing, URL [https://www.R-project.](https://www.R-project.org)
370 [org](https://www.R-project.org). R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

371 Ramos, N.F., Gomes, J.C., Castilhos Jr, A.B., Gourdon, R., 2017. Desenvolvimento de ferramenta para
372 diagnóstico ambiental de lixões de resíduos sólidos urbanos no Brasil. *Eng. Sanit. e Ambient.* 22,
373 1233–1241.

374 Reinert, J.F., 1975. Mosquito generic and subgeneric abbreviations (Diptera: Culicidae). WALTER REED
375 ARMY INST OF RESEARCH WASHINGTON DC DEPARTMENT OF ENTOMOLOGY.

376 Reisen, W.K., 2010. Landscape epidemiology of vector-borne diseases. *Annu. Rev. Entomol.* 55, 461–483.

- 377 <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085419>
- 378 Ribeiro, A.F., Urbinatti, P.R., De Castro Duarte, A.M.R., De Paula, M.B., Pereira, D.M., Mucci, L.F.,
379 Fernandes, A., De Mello, M.H.S.H., De Matos Júnior, M.O., De Oliveira, R.C., Natal, D., Dos Santos
380 Malafronte, R., 2012. Mosquitoes in degraded and preserved areas of the Atlantic Forest and potential
381 for vector-borne disease risk in the municipality of São Paulo, Brazil. *J. Vector Ecol.* 37, 316–324.
382 <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2012.00233.x>
- 383 Ribeiro, P.B., Costa, P.R.P., Loeck, A.E., Vianna, É.E.S., Júnior, P.S., 2004. Exigências térmicas de *Culex*
384 *quinquefasciatus* (Diptera, Culicidae) em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil 94, 177–180.
- 385 Schreiber, E.T., Mulla, M.S., Chaney, J.D., Dhillon, M.S., 1988. Dispersal of *Culex quinquefasciatus* from
386 a dairy in southern California. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 4, 300–304.
- 387 Segura, M. de N. de O., Castro, F.C., 2007. Atlas de culicídeos na Amazônia brasileira: características
388 específicas de insetos hematófagos da família Culicidae, in: Atlas de Culicídeos na Amazônia
389 brasileira: características específicas de insetos hematófagos da família Culicidae. p. 67.
- 390 Silva, J.D.S., Acel, A.M., Guimarães, A.É., Alencar, J., 2008. Encontro de larvas de *Anopheles*
391 (*Nyssorhynchus*) *argyritarsis* em criadouros artificiais no Estado de Mato Grosso. *Rev. Soc. Bras.*
392 *Med. Trop.* 41, 313–314. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822008000300019>
- 393 Silveira Neto, S., Monteiro, R.C., Zucchi, R.A., Moraes, R.C.B. de, 1995. Uso da análise faunística de
394 insetos na avaliação do impacto ambiental. *Sci. Agric.* 52, 9–15. [https://doi.org/10.1590/s0103-](https://doi.org/10.1590/s0103-90161995000100003)
395 [90161995000100003](https://doi.org/10.1590/s0103-90161995000100003)
- 396 SLU/DF, 2016. Relatório dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Distrito
397 Federal. Distrito Federal.
- 398 Sousa, W.P., 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* Vol. 15 353–
399 391. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.15.110184.002033>

400 Souza-Santos, R., 2002. Distribuição sazonal de vetores da malária em Machadinho d'Oeste, Rondônia,
401 Região Amazônica, Brasil. *Cad. Saude Publica* 18, 1813–1818.

402 Tadei, W.P., Thatcher, B.D., 2000. Malaria Vectors in the Brazilian Amazon: Anopheles of the subgenus
403 Nyssorhynchus (1) 42, 87–94.

404 Tsetsarkin, K.A., Vanlandingham, D.L., McGee, C.E., Higgs, S., 2007. A Single Mutation in Chikungunya
405 Virus Affects Vector Specificity and Epidemic Potential. *PLOS Pathog.* 3, e201.

406 Turell, M.J., O'Guinn, M.L., Dohm, D.J., Jones, J.W., 2001. Vector competence of North American
407 mosquitoes (Diptera: Culicidae) for West Nile virus. *J. Med. Entomol.* 38, 130–134.
408 <https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.2.130>

409 Urbinatti, P.R., Sendacz, S., Natal, D., 2001. Imaturos de mosquitos (Diptera: Culicidae) em parque de área
410 metropolitana aberto à visitação pública. *Rev. Saude Publica* 35, 461–466.
411 <https://doi.org/10.1590/s0034-89102001000500009>

412 Viveiros-rosa, S.G., Regis, E.G., Santos, W.C., 2020. Vector competence of Culex mosquitoes (Diptera :
413 Culicidae) in Zika virus transmission : an integrative review 1–9.

414 Weaver, S.C., Reisen, W.K., 2010. Present and future arboviral threats. *Antiviral Res.* 85, 328–345.

415 Wickham, H., Chang, W., Wickham, M.H., 2016. Package 'ggplot2'. *Creat. Elegant Data Vis. Using*
416 *Gramm. Graph. Version 2*, 1–189.

417 WRBU, 2019. *Systematic Catalog of Culicidae*, WRBU. Whashington, USA.

418