



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

Northeast Geosciences Journal

v. 6, nº 2 (2020)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2020v6n2ID19857>



ESTUDO DA ENTOMOFAUNA DE DIPTERA EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NO MARANHÃO, BRASIL

Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga¹; Janete dos Santos Oliveira²; Márcia Verônica Pereira Gonçalves³; Francilene Oliveira Lima⁴; Alana Ellen de Sousa Martins⁵; Judson Chaves Rodrigues⁶; Francisco Ideilson Lima Soares⁷; Jaqueline Oliveira Moreira⁸

¹Doutora em Zootecnia, Centro de Estudos Superiores de Caxias, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5001-3297>

Email: luizadaiana@hotmail.com

²Graduada em Ciências Biológicas Departamento de Química e Biologia, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2797-7319>

Email: janethe.oliveira@hotmail.com

³Graduanda em Ciências Biológicas, Departamento de Química e Biologia, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7805-1463>

Email: mv186343@gmail.com

⁴Graduada em Ciências Biológicas, Departamento de Química e Biologia, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9256-2462>

Email: fran.oliveira353@gmail.com

⁵Graduanda em Ciências Biológicas, Departamento de Química e Biologia, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3543-8972>

Email: a.lanasousa2009@hotmail.com

⁶Graduando em Ciências Biológicas, Departamento de Química e Biologia, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9236-2508>

Email: judsoom.rodriguez@gmail.com

⁷Graduado em Ciências Biológicas, Departamento de Química e Biologia, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6655-9048>

Email: idesoares_lima@hotmail.com

⁸Graduada em Ciências Biológicas Departamento de Química e Biologia, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias/MA, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1955-0275>

Email: jakelinne.oliveira07@gmail.com

Resumo

O conhecimento da dipterofauna de uma determinada área é de grande importância para conhecer a sua biodiversidade. Pois, alguns dípteros são considerados bioindicadores, demonstrando indícios da qualidade ambiental de uma região. O estudo teve como objetivo realizar um levantamento da ordem Diptera em diferentes ambientes na Área de Proteção Ambiental do Inhamum, Caxias-MA. A área experimental foi dividida em Área 1 (Mata de galeria) e Área 2 (Cerrado). Foram realizadas seis coletas, entre os meses de outubro de 2017/março de 2018. Utilizando armadilhas Proovid. Em cada área foram instalados seis transectos paralelos, com distância de aproximadamente 10 m entre si e em cada transecto foram marcadas cinco unidades amostrais equidistantes, onde foram amostrados 30 pontos em cada área, totalizando 60 pontos. O presente estudo obteve um total 1.040 espécimes da ordem Diptera nas duas áreas, sendo 479 espécimes e 22 famílias para a Área I e 561 espécimes e 23 famílias para Área II. O levantamento de famílias da ordem Diptera realizado na Área de Proteção Ambiental do Inhamum aponta a riqueza de espécimes existentes nas áreas destacadas por esse estudo e os estimadores de riqueza mostram que mais pesquisas precisam ser realizadas, pois, devem existir na região espécimes raros.

Palavras-chave: Abundância; Diversidade; Dominância.

STUDY OF THE DIPTERAN FAUNA IN AN ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA IN MARANHÃO STATE, BRAZIL

Abstract

Knowledge of the dipterofauna of a given area is of great importance to know its biodiversity. For some representatives are considered bioindicators and show evidence about the environmental quality of a region. The study aimed to conduct a survey of the order Diptera in different environments in the Inhamum Environmental Protection Area, Caxias-MA. For the study, the experimental area was divided into Area 1 Gallery Forest and Area 2 Cerrado. Six samples were collected from October 2017 to March 2018. Using Provid Traps. Six parallel transects were installed in each area, with a distance of approximately 10 m from each other and in each transects five equidistant sampling units were marked, so that 30 points were sampled in each area, totaling 60 points. The present study obtained a total of 1,040 Diptera specimens in both areas, being 479 specimens and 22 families for Area I and 561 specimens and 23 families for Area II. The survey of families of the order Diptera conducted in the Inhamum Environmental Protection Area points to the richness of specimens existing in the highlighted areas of this study. Wealth estimators show that more research needs to be done as there must be rare specimens in the region.

Keywords: Abundance; Diversity; Dominance.

ESTUDIO DE DIPTERA ENTOMOFAUNA EN UM ÁREA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL EM MARANHÃO, BRASIL

Resumen

El conocimiento de la dipterofauna de un área dada es de gran importancia para conocer su biodiversidad. Algunos dípteros se consideran bioindicadores, que muestran evidencia de la calidad ambiental de una región. El estudio tuvo como objetivo llevar a cabo una encuesta del orden Diptera en diferentes entornos en el Área de Protección Ambiental de Inhamum, Caxias-MA. El área experimental se dividió en Área 1 (bosque de galería) y Área 2 (Cerrado). Seis colecciones se realizaron entre octubre de 2017/marzo de 2018. Uso de trampas Provid. En cada área, se instalaron seis transectos paralelos, con una distancia de aproximadamente 10m entre sí y en cada transecto, se marcaron cinco unidades de muestra equidistantes, donde se tomaron muestras de 30 puntos en cada área, totalizando 60 puntos. El presente estudio obtuvo total de 1,040 especímenes del orden Diptera en las dos áreas, con 479 especímenes y 22 familias para el Área I y 561 especímenes y 23 familias para el Área II. La encuesta de familias del orden Diptera realizada en el Área de Protección Ambiental de Inhamum señala la riqueza de especímenes existentes en la áreas destacadas por este estudio y los estimadores de riqueza muestran que se necesita más investigación, ya que los especímenes raros deben existir en la región.

Palabras-clave: Abundancia; Diversidad; Dominación.

1. INTRODUÇÃO

Com intuito de conhecer e analisar as espécies contidas dentro dos ecossistemas do país, vários levantamentos têm sido desenvolvidos nos biomas brasileiros e, muitos tem ignorado erroneamente os insetos, contudo, estes podem ser considerados

o grupo que mais contribui para os processos essenciais dentro dos ecossistemas, tais como: decomposição de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, fluxo de energia, polinização, dispersão de sementes, regulação de populações de plantas, animais e outros organismos. Sendo assim, perturbações no ambiente serão percebidas por eles, podendo ser utilizados em estudos de impactos ambientais como animais bioindicadores (SILVA, 2009).

Os insetos são componentes de vital importância das comunidades bióticas, eles constituem o grupo mais dominante dos animais da Terra, compreendendo cerca de 70% das espécies conhecidas.

Dentre as ordens mega diversas, a ordem Diptera, representada pelas moscas e mosquitos, compreendem aproximadamente 160.000 espécies distribuídas em 180 famílias, correspondendo de 10% a 15% da diversidade de organismos sobre a Terra (CARVALHO *et al.*, 2012; THOMPSON, 2008). O grupo se destaca por ser a quarta ordem mais diversa da Classe Insecta, (PAPE *et al.*, 2011). No Brasil, ocorrem cerca de 60.000 espécies, sua grande maioria é compreendida por insetos de corpo frágil, tamanho do corpo reduzido e alguns deles minúsculos (GULLAN e CRANSTON, 2017).

Estudos faunísticos, especialmente na região Neotropical, tem um caráter cada vez mais estratégico quando se leva em consideração a rápida degradação de ambientes onde tem-se apenas estimativas da biodiversidade existente (LEWINSOHN e PRADO, 2005; AMORIM *et al.*, 2002). No Brasil, a maioria dos inventários faunísticos para a ordem Diptera tem sido direcionados para famílias específicas de importância médica (Comidade, Psychodidae, Simuliidae e Tabanidae) (PATERNO e MARCONDES, 2004; GALATI *et al.*, 2010; DOS-SANTOS *et al.*, 2010; BARROS, 2001), econômica (Tephritidae, Drosophilidae e Lonchaeidae) (HOCHMULLER *et al.*, 2010), ambiental (Cecidomyiidae, Chironomidae e Syrphidae) (URSO-GUIMARÃES e SCARELI-SANTOS, 2006; TRIVINHO STRIXINO-STRIXINO, 2005; JORGE; MARIONI; MARIONI, 2007), forense (Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae) (MELLO *et al.*, 2009; MELLO-PATIU *et al.*, 2010; COURI e CARVALHO, 2005), entre outras. Trabalhos de inventários de diversidade de Diptera com caráter mais abrangente foram realizados em ambientes de vegetação cobertos por Mata Atlântica (SILVA *et al.*, 2011) e Cerrado (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

Muitos dípteros desempenham importante papel ecológico especialmente como inimigos naturais (CARVALHO *et al.*, 2012), alguns são detritívoros bastante úteis, ajudam na decomposição da matéria orgânica, podem atuar como predadores ou parasitas de diversas pragas; além de atacar algumas espécies de plantas daninhas (GULLAN e CRANSTON, 2017). Ferraz (2014), informa que estudos de ecologia de dípteros em ambientes florestais fragmentados apresentam-se ainda em pequeno número, portanto levantamentos da biodiversidade de áreas florestais são fundamentais, principalmente, para conhecer as espécies e/ou famílias que ocupam esses habitats, para definir seus padrões de distribuição (biogeografia), identificar aquelas que podem atuar como bioindicadores e conhecer a dispersão e a adaptabilidade das espécies exóticas, fornecendo informações fundamentais para a elaboração de políticas de conservação. Segundo Triplehorn e Johnson (2011), afirmam que é impossível

contar todos os insetos de um ambiente, e os levantamentos são utilizados para amostrar e estimar a população. Inventariar e monitorar a variedade de espécies e alterações em seus números é essencial para a compreensão da biodiversidade dentro de um ecossistema, promovendo uma base de informações sobre o grau de integridade dos ambientes em que estes se encontram (FARIAS *et al.*, 2014).

A Área de Proteção Ambiental do Inhamum atualmente vem sofrendo alterações na biota pelas atividades antrópicas, que geram grandes consequências nas espécies que habitam o ambiente. No geral, há lacunas de conhecimento geradas pela falta de trabalhos científicos do tipo de levantamentos das famílias de Diptera. A grande maioria dos artigos presentes já publicados consiste em inventários centrados em famílias específicas sobre as quais existem interesses econômicos ou relacionados à saúde pública. Para tanto, conhecer a estrutura e composição das famílias da ordem Diptera na APA do Inhamum, pode resultar em meios de se inferir a estabilidade ambiental de uma determinada área em que o levantamento fora realizado. Neste contexto, o estudo teve como objetivo realizar um levantamento da ordem Diptera em diferentes ambientes na Área de Proteção Ambiental do Inhamum, Caxias-MA.

2. METODOLOGIA

2.1. Localização e caracterização da área experimental

A Área de Proteção Ambiental do Inhamum (APA do Inhamum) está localizada no município de Caxias - MA, entre as coordenadas 04°53'30''S e 43°24'53''W à margem direita da BR 316, cerca de 4 km do perímetro urbano (CONCEIÇÃO *et al.*, 2010; NERES e CONCEIÇÃO, 2014). Possui uma área de aproximadamente 3.500 ha (AZEVEDO, 2012), Figura 1.

A APA do Inhamum é caracterizada por apresentar clima subúmido seco, com dois períodos bem definidos, um chuvoso de dezembro a junho e outro seco de julho a novembro (ALBUQUERQUE, 2012). Segundo Araújo (2012), a área caracteriza-se por apresentar índices pluviométricos regulares entre 1.600 e 1.800 mm, as temperaturas, mínimas, médias e máximas, são normalmente elevadas com média anual superior a 24°C.

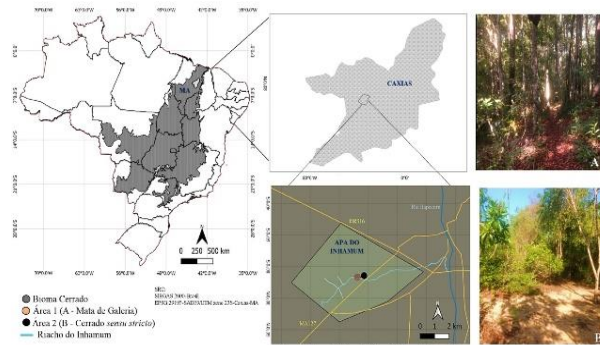


Figura 1 – Mapa da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum na Cidade de Caxias/MA com destaque para as

fitofisionomias estudadas. Fonte: elaborado pelos autores, (2020).

Segundo Barros (2012), os solos são predominantemente latossolos-vermelhos-amarelo, podzólico-vermelho-amarelo, areia e solos aluviais. Essa região possui uma vegetação de gramíneas em área plana, característico de cerradões, chapadas, cerrado e pequenos pontos de mata fechada que são lugares que proporcionam a sobrevivência da biodiversidade de muitos animais (ALBUQUERQUE, 2012). Além do Cerrado, na área ocorrem fitofisionomias de Floresta Estacional Semidecidual com predominância de babaquais. Em alguns trechos evidenciam-se manchas de Cerrado e Matas de Galeria (CONCEIÇÃO *et al.*, 2012).

Autorização do ICMBio/IBAMA número 583781 para coleta na APA do Inhamum.

2.2. Área Experimental

A área experimental da pesquisa foi dividida em: Área 1 que se caracteriza por apresentar uma vegetação de Mata de galeria, todo o trajeto dessa trilha é sombreado, com árvores altas, dossel parcialmente fechado. A Área 2 se caracteriza por apresentar uma vegetação típica de Cerrado sensu stricto no início da trilha, pois o acesso é próximo ao riacho.

À medida que o percurso se afasta do riacho há predominância de uma vegetação mais aberta, com árvores baixas e tortuosas, arbustos e gramíneas. Trata-se, por tanto de uma trilha com muito sol e terreno arenoso.

As armadilhas foram distribuídas na Área 1 e Área 2, sendo que em cada área são estabelecidos seis transectos paralelos, com distância de aproximadamente 10 m entre si e em cada transecto é marcado cinco unidades amostrais equidistantes (10 m x 10 m), de modo que foram amostrados 30 pontos, em cada área, totalizando 60 pontos nas duas áreas.

2.3. Coleta do Material

Foram utilizadas armadilhas do tipo Provid (GIRACCA *et al.*, 2003; FORNAZIER *et al.*, 2007), constituída por uma garrafa PET com capacidade de 2L, contendo quatro orifícios com dimensões de 2 x 2 cm na altura de 20 cm de sua base, contendo 200 mL de uma solução de detergente a uma concentração de 5% e 5 gotas de Formol P.A. (Formaldeído).

As armadilhas foram enterradas com os orifícios ao nível da superfície do solo, permanecendo no campo por um período de quatro dias (96 horas) (DRESCHER *et al.*, 2007). Após o período de 96 horas, as armadilhas foram retiradas do campo e identificadas de acordo com o ponto e data das coletas, estas foram realizadas mensalmente, entre os meses de outubro de 2017 a março de 2018. Em seguida foram transportadas para o Laboratório de Fauna do Solo – LAFS, localizado no ESC-UEMA, onde os conteúdos foram devidamente lavados em peneira de 0,25 mm e transferidos para potes plásticos contendo álcool etílico a 70%, em seguida foi feita a triagem, contagem e identificação usando chave de identificação taxonômica proposta por Triplehorn e Jonnson (2011).

Os dados de precipitação pluvial do período das coletas foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

2.4. Análises dos dados com índices faunísticos

Para as análises dos dados, inicialmente foi produzido banco de dados no programa Excel, com o número de ocorrência e distribuição de famílias coletados durante o experimento. A partir desse instrumento os dados das coletas foram submetidos a análise faunística com base nos índices de frequência, constância e dominância selecionando as famílias predominantes, ou seja, aquelas que apresentam maiores índices faunísticos (SILVEIRA NETO *et al.*, 1995).

Para o cálculo destes índices foi utilizado o programa ANAFAU (MORAES *et al.*, 2003). Os dados discrepantes foram avaliados por meio da análise gráfica de resíduo (ATKINSON, 1985), sendo estas as famílias classificadas em uma categoria própria denominada de superdominante, super abundante e super frequente.

A frequência (f) das famílias foi determinada pela participação percentual do número de indivíduos de cada família, em relação ao total coletado. De acordo com os resultados obtidos são estabelecidas classes de frequência para cada família, por meio de Intervalos de Confiança (IC) em Coeficiente de Confiança de 95%: Pouco Frequente (PF) = $f < \text{limite inferior (LI) do IC}_{95\%}$; Frequente (F) = f situado dentro do $\text{IC}_{95\%}$; Muito Frequente (MF) = $f > \text{limite superior (LS) do IC}_{95\%}$.

A constância foi calculada por meio da porcentagem de ocorrência das famílias no levantamento, de acordo com os percentuais obtidos, as famílias foram separadas em categorias segundo a classificação de Bodenheiner (1955), citado por Silveira Neto *et al.*, (1976), em: Famílias constantes (W) - presentes em mais de 50% das coletas; Famílias acessórias (Y) - presentes em 25 a 50% das coletas; Famílias acidentais (Z) - presentes em menos de 25% das coletas.

A dominância consiste na capacidade da família modificar, em benefício próprio, o impacto recebido do ambiente, podendo causar o aparecimento ou desaparecimento de outros organismos (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976). A partir do valor obtido as famílias foram classificadas em dominante (D) - quando a frequência é maior que o índice de dominância; não dominante (ND) - quando a frequência é menor que o índice de dominância. No geral as famílias de díptera foram avaliadas quantitativamente pela abundância (nº total de espécimes).

Para a análise de diversidade, foi utilizado o Índice de Diversidade de Shannon (H) que varia de 0 a 5, indicando que o declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de famílias em detrimento de outras (BEGON *et al.*, 1996).

Foi definido pela equação:

$$H = -\sum p_i \cdot \log p_i,$$

em que:

$$p_i = n_i / N;$$

n_i = abundância de cada grupo.

O índice de Equabilidade de Pielou (e) varia de 0 a 1 e mede a equitatividade das famílias, ou seja, quanto as proporções das famílias estão igualmente distribuídas na comunidade (BEGON *et al.*, 1996).

Foi definido pela equação:

$$e = H / \log S,$$

em que:

H = Índice de Shannon;

S = Número de espécimes.

As estimativas de riqueza de famílias foram realizadas com auxílio do programa R, empregando os procedimentos, Chao1, Jackknife1, Jackknife2, utilizando os pacotes Biodiversity R e Vegan. Foi produzida também a curva de acúmulo do número de famílias, para tanto foi utilizado a função *specaccum* com 1000 permutações randômicas, do pacote vegan (R CORE TEAM, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Abundância, frequência, constância e dominância

A pesquisa obteve um total 1.040 espécimes distribuídos em 27 famílias. Sendo 479 espécimes e 22 famílias para a Área 1 (Mata de galeria). E 561 espécimes e 23 famílias para Área 2 (Cerrado censu stricto) (Tabela 1).

Quanto às famílias exclusivas da Área 1, foi observado as famílias Heleomyzidae, Sciomyzidae, Sphaeroceridae e Tipulidae, (Tabela 1). As famílias Fanniidae, Micropezidae, Oestroidea e Tachinidae foram exclusivas na Área 2.

Na Área 1 as famílias com maior abundância foram Drosophilidae com 132 espécimes (27,56%) da coleta total, seguido por Cecidomyiidae com 66 espécimes (13,78%) e Phoridae com 64 espécimes (13,36%). A Área 1 é caracterizada por apresentar um ambiente mais úmido com presença de leveduras nas árvores o que pode justificar a maior abundância da família Drosophilidae. Segundo Carson (1971), os drosophilídeos são consumidores primários de microorganismos, principalmente leveduras, associadas a frutos em estágios iniciais de decomposição e caracterizam-se por serem insetos de elevada abundância e de fácil captura na natureza, além de apresentarem alta sensibilidade às modificações no ambiente (WINK *et al.*, 2009). São geralmente capturados em ambientes florestais de borda, mais fechado (copa das árvores baixas), protegido da chuva e do vento, que possui uma média incidência de luz, pois possuem geralmente maior abundância e diversidade nesses ambientes (GADELHA *et al.*, 2009. GIANNOTTI *et al.*, 2010).

As famílias com maior abundância na Área 2 foram Chloropidae com 96 espécimes (17,15%), Phoridae com 89 espécimes (15,86%), Dolichophodidae com 88 espécimes (15,69%) e Sciaridae 79 espécimes (14,08%). A abundância dessas famílias na área pode estar relacionada com a fitofisionomia do ambiente. Segundo Barbosa *et al.*, (2005), algumas famílias possuem espécies comuns que preferem habitats abertos, modificados pela atividade humana, como é o caso da Área 2. Outras características como estado de decomposição da serrapilheira também pode influenciar na abundância de determinadas famílias, a exemplo dos Phorídeos. Segundo Triplehorn e Johnson, (2015), quando adultos são comuns em diversos habitats, mas especialmente próximos a vegetações em decomposição, pois estes têm preferência pelos últimos estágios de decomposição (GREENBERG e WEELS, 1998). Os resultados encontrados para a Área 2 corroboram a afirmação dos autores, por apresentar a serrapilheira (material morto) em estágio avançado de decomposição, proporcionado pelas condições do local

Tabela 1 – Lista de famílias de Diptera coletadas na Área 1 (Mata de galeria) e Área 2 (Cerrado *sensu stricto*), Abundância (A), Percentual (%) em relação as categorias de Frequência (F), Constância (C) e Dominância (D), na APA do Inhamum, Caxias, MA. Fonte: elaborado pelos autores (2018).

Famílias	Fitofisionomias									
	Área 1					Área 2				
	A	(%)	F	C	D	A	%	F	C	D
Agromyzidae	13	2,71	F	W	ND	1	0,18	PF	Z	ND
Bibionidae	1	0,21	PF	Z	ND	1	0,18	PF	Z	ND
Bombyliidae	2	0,42	PF	Z	ND	8	1,43	PF	W	ND
Calliphoridae	2	0,42	PF	Y	ND	16	2,85	F	W	ND
Cecidomyiidae	66	13,78	MF	W	D	43	7,66	MF	W	D
Ceratopogonidae	30	6,26	F	W	D	32	5,70	MF	W	D
Chironomidae	14	2,92	F	W	ND	3	0,53	PF	W	ND
Chloropidae	13	2,71	F	Y	ND	96	17,11	MF	W	D
Dolichopodidae	38	7,93	MF	W	D	88	15,69	MF	W	D
Drosophilidae	132	27,56	MF	W	D	31	5,53	MF	W	D
Empididae	6	1,25	PF	W	ND	4	0,71	PF	Y	ND
Ephydriidae	4	0,84	PF	Y	ND	19	3,39	PF	W	ND
Fanniidae	-	-	-	-	-	1	0,18	PF	Z	ND
Heleomyzidae	2	0,42	PF	Z	ND	-	-	-	-	-
Hippoboscidae	8	1,67	PF	W	ND	10	1,78	PF	W	ND
Micropezidae	-	-	-	-	-	1	0,18	PF	Z	ND
Milichiidae	29	6,05	F	W	D	18	3,21	F	W	ND
Muscidae	-	-	-	-	-	2	0,36	PF	Z	ND
Mycetophilidae	21	4,38	F	W	ND	6	1,07	PF	W	ND
Oestroidea	-	-	-	-	-	4	0,71	PF	W	ND
Phoridae	64	13,36	MF	W	D	89	15,86	MF	W	D
Sciaridae	16	3,34	F	W	ND	79	14,08	MF	W	D
Sciomyzidae	1	0,21	PF	Z	ND	-	-	-	-	-
Sphaeroceridae	7	1,46	PF	Z	ND	-	-	-	-	-
Tachinidae	-	-	-	-	-	3	0,53	PF	Y	ND
Tephritidae	8	1,67	PF	W	ND	6	1,07	PF	Z	ND
Tipulidae	2	0,42	PF	Z	ND	-	-	-	-	-
TOTAL	479	100,0				561	100,0			

A = Abundância; PF = Pouco frequente; F = Frequente; MF = Muito frequente; W = Constante; Z = Acidental; Y = Acessória; ND = Não dominante; D = Dominante. A = Abundance; PF = infrequent; F = Common; MF = very often; W = Constant; Z = Accidental; Y = Subsidiary; ND = dominant; D = Dominant.

Considerando-se que a frequência das famílias independe da diversidade destas, o estudo revelou para a Área 1, que as famílias Phoridae, Dolichopodidae, Drosophilidae e Cecidomyiidae foram

muito frequentes. Quanto à frequência das famílias na Área 2, as famílias muito frequentes foram: Cecidomyiidae, Ceratopogonidae, Chloropidae, Dolichopodidae, Drosophilidae, Phoridae e Sciaridae, essas famílias são as mais frequentes (Tabela 1). Tauhyl e Guimarães (2012), afirmam que a ordem Diptera possui representantes com os mais variados hábitos alimentares e habitat, portanto, essa flexibilidade favorece a distribuição dispersa do grupo. Os dados de Silva et al. (2011) ajudam a compreender a presença de algumas famílias em todas as coletas, pois é comum a distribuição dos dípteros ao longo de todas as estações. O que pode estar relacionado com os resultados da grande frequência para algumas famílias.

Quanto à análise de constância as famílias Agromyzidae, Cecidomyiidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Dolichopodidae, Drosophilidae, Empididae, Hippoboscidae, Milichiidae, Mycetophilidae, Phoridae, Sciaridae e Tephritidae se mostraram constantes na Área 1. As famílias Bombyliidae, Cecidomyiidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Chloropidae, Dolichopodidae, Drosophilidae, Ephydriidae, Hippoboscidae, Milichiidae, Mycetophilidae, Oestroidea, Phoridae e Sciaridae foram classificadas como constantes na Área 2. Uma possível explicação para a constância dessas famílias nas áreas pode estar relacionada com o hábito alimentar, pois esses indivíduos vivem próximos a vegetações em decomposição, haja visto que a coleta foi realizada com armadilha de queda ao nível do solo, com a presença de serapilheira, contribuindo para a facilidade de coleta desses indivíduos.

Para a classificação da dominância, foram categorizadas como dominantes as famílias que estiveram presentes em quatro coletas ou mais, foram: Ceratopogonidae, Cecidomyiidae, Dolichopodidae, Drosophilidae, Milichiidae e Phoridae (Tabela 1). A dominância de famílias para Área 2 foi amostrada pelas famílias, Cecidomyiidae, Ceratopogonidae, Chloropidae, Dolichopodidae, Drosophilidae, Phoridae e Sciaridae, Dolichopodidae, Drosophilidae, Hippoboscidae, Milichiidae, Mycetophilidae, Phoridae. As demais famílias não citadas para as duas áreas do estudo foram classificadas como não dominantes, pouco frequente, acessórias e acidentais, pois apresentaram pouca dominância, frequência e constância em ambas as áreas (Tabela 1).

3.2. Efeito da Precipitação sobre a Abundância de Diptera

A variação da abundância, no período de outubro de 2017 a março de 2018, em função da precipitação diária, está apresentada na Figura 2. O número de espécimes foi flutuante no tempo. No geral, observou-se que a cada pulso de precipitação elevou-se o número dos espécimes. No entanto, nos meses em que a precipitação foi mais abundante o número dos espécimes foram reduzidos. Já no período seco houve redução na abundância de organismos, quando comparado com os meses chuvosos (Figura 2).

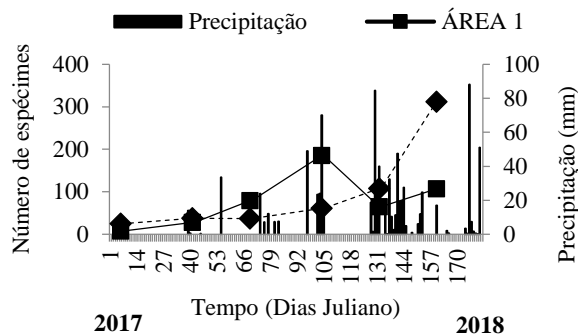


Figura 2 – Distribuição do total de espécimes de Díptera coletados no período de out/2017 a mar/2018 em função da precipitação na Área 1 e Área 2 na APA do Inhamum, Caxias, Maranhão. Fonte: elaborado pelos autores (2018).

A alta variabilidade de coleta desses indivíduos entre os meses coletados, estar relacionado com a alta sensibilidade dos indivíduos às mudanças nos parâmetros físico-químicos e biológicos do habitat, podem ser amostrados durante todo o ano e possuem ciclo de vida curto, o que contribui para respostas rápidas das espécies às modificações no ambiente (DAMBROZ *et al.* 2007).

Essa variação era esperada, pois geralmente observa-se maior número de espécimes nos meses das estações chuvosas e menor abundância nos meses das estações secas, como é observado em Torres e Madi-Ravazzi (2006). As coletas com maior número de indivíduos amostrados, tanto para número de espécimes quanto para número de famílias, foram realizadas nos meses chuvosos, já as coletas com menor número de indivíduos obtidos foram feitas nos meses mais secos. Segundo Tauhyl e Guimarães (2012), a variação da abundância geralmente acompanha a quantidade de chuvas.

3.3. Diversidade de Shannon (H) e Equitabilidade de Pielou (e)

Ao mensurar a diversidade das famílias na Área I, verificou-se a menor diversidade e equitabilidade para as famílias Drosophilidae (H=0,6; e=0,2) seguido por Cecidomyiidae (H=0,9; e=0,3) e Phoridae (H=0,9; e=0,3) (Figura 3A). As famílias que obtiveram maior diversidade e equitabilidade foram Bibionidae (H=2,7; e=1,0) e Sciomyzidae (H=2,7; e=1,0), respectivamente (Figura 3A). Portanto, os índices revelam que algumas famílias tenham maior número de indivíduos distribuídos em poucas espécies, ou seja, maior abundância e consequentemente, menor diversidade, e vice versa.

A diversidade e equitabilidade observada na Área II (Figura 3B), foi menor para as famílias Chloropidae (H=0,8; e=0,3) Phoridae (H=0,8; e=0,3), Dolichopodidae (H=0,8; e=0,3) e Sciaridae (H=0,9; e=0,3). O que pode também estar relacionado com famílias que obtiveram maior número de indivíduos distribuídos em poucas espécies. Já as famílias que obtiveram maior diversidade e equitabilidade foram: Agromyzidae (H=2,7; e=1,0), Bibionidae (H=2,7; e=1,0), Fanniidae (H=2,7; e=1,0) e Micropezidae (H=2,7; e=1,0) (Figura 3B).

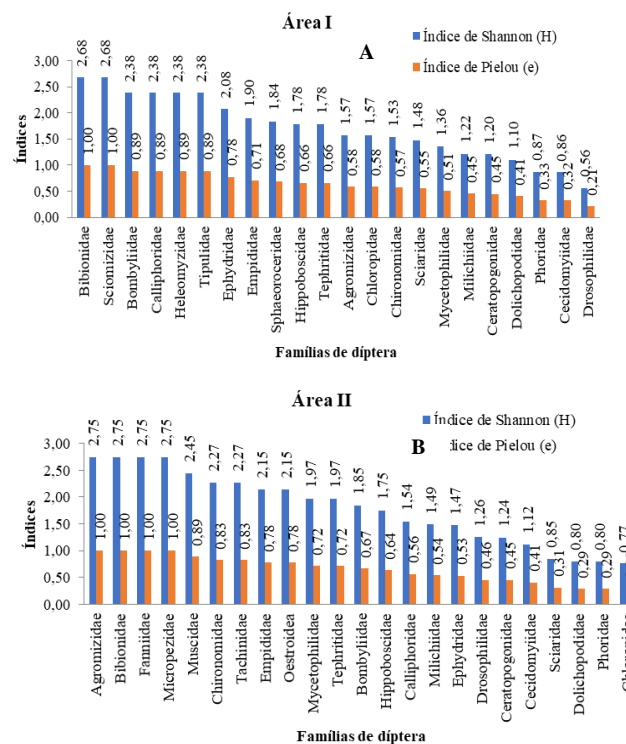


Figura 3 – Índice de Diversidade de Shannon (H) e Equitabilidade de Pielou (e) da APA do Inhamum, Caxias, Maranhão. 3A Área 1(Mata de galeria). 3B Área 2(Cerrado sensu stricto). Fonte: elaborado pelos autores (2018).

3.4. Riqueza e curva de acúmulo

Os estimadores e índices de riqueza calculados para a Área 1 e Área 2 estão amostrados na Tabela 2. A riqueza observada foi 22 famílias para Área 1 e 23 famílias para Área 2. A riqueza obtida pelos estimadores variou de 27 (Chao1 e Jackknife1) à 29 (Jackknife2) para Área 1 e 28 (Chao1 e Jackknife1) à 30 Jackknife2) para Área 2.

Tabela 2 – Estimador e índice de riqueza na Área 1 (Mata de galeria) e Área 2 (Cerrado sensu stricto) na APA do Inhamum, Caxias, Maranhão. Fonte: elaborado pelos autores.

Estimadores e índices de riqueza	Área 1	Área 2
Riqueza observada	22	23
Chão	27	28
Jackknife1	27	28
Jackknife2	29	30

Embora se saiba que a riqueza observada é menor que a riqueza esperada (GOTELLI, 2009), nos resultados obtidos nas áreas amostradas, mediante a curva de acumulação de famílias foi verificado que a amostragem não está totalmente estabilizada, não atingindo a assíntota (Figura 4). Isto indica que o esforço amostral não foi suficiente para quantificar totalmente as comunidades,

sendo possível encontrar uma riqueza ainda maior nos fragmentos estudados.

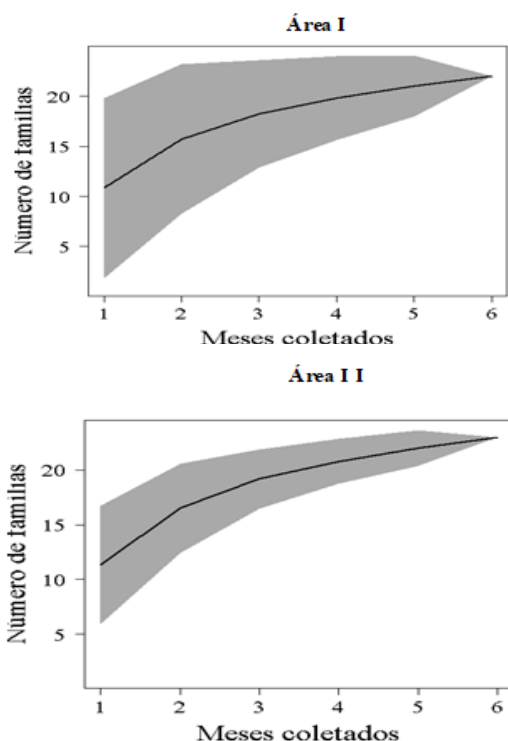


Figura 4 – Curva de acumulação de famílias de Diptera na Área I (Mata de galeria) e Área 2 (Cerrado sensu stricto) na APA do Inhamum, Caxias, Maranhão.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento de famílias da ordem Diptera realizado na Área de Proteção Ambiental do Inhamum, aponta a riqueza de espécimes existentes nas áreas destacadas para esse estudo. Diante dos resultados obtidos, observou-se que algumas famílias se apresentaram apenas em um dos ambientes amostrados, Heleomyzidae, Sciomyzidae, Sphaeroceridae e Tipulidae foram encontradas apenas no Cerrado sensu stricto, as famílias Fanniidae, Micropezidae, Muscidae, Oestroidea e Tachinidae foram encontradas na Mata de galeria o fato que explica a diversidade de famílias e a heterogeneidade vegetal.

Diante dos resultados encontrados nota-se que a maior abundância dessas famílias foi encontrada no Cerrado sensu stricto quando houve redução da precipitação, assim o ambiente forneceu condições propícias à sobrevivência de espécimes, que preferem ambientes com maior densidade foliar, mais sítios de criação e alimentação, enquanto outras famílias foram mais abundantes na área de galeria, porém com grande participação nas coletas do Cerrado sensu stricto.

Os estimadores de riqueza mostram que mais estudos precisam ser realizados, pois devem existir na região espécimes raros e mediamente comuns não coletados. Portanto é necessário um levantamento mais preciso, com utilização de outros métodos de captura.

5. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. Riacho Pontes e a Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias/MA. In: BARROS, M. C. et al. (Org.). *Biodiversidade na Área de Proteção Ambiental do Inhamum*. São Luís: UEMA, 2012. p. 22-25.
- AMORIM, D. S.; SILVA, V. C.; BALBI, M. I. P. A. Estado do conhecimento dos dípteros neotropicais. *Proyecto de RedIberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática*, n. 2, p. 29-36, 2002.
- ARAÚJO, W. S.; ESPÍRITO-SANTO FILHO K. Edge effect benefits galling insects in the Brazilian Amazon. *Biodiversity and Conservation*, n. 21, p. 2991-2997, 2012.
- ATKINSON, A. C. Plots, transformations, and regression. New York, Oxford University Press. p. 282, 1985.
- AZEVEDO, C. P.; SILVA, J. N. M.; SOUZA, C. R.; SANQUETTA, C. R. Eficiência de tratamentos silviculturais por anelamento na Floresta do Jari, Amapá. *Floresta*, v. 42, n. 2, p. 315-324, 2012.
- BARBOSA, M. G. B.; HENRIQUES, A. L.; RAFAEL, J. A.; FONSECA, C. R. V. Diversidade e similaridade entre habitats em relação às espécies de Tabanidae (Insecta: Diptera) de uma floresta tropical de terra firme (Reserva Adolpho Ducke) na Amazônia Central, Brasil. *Amazoniana*, v. 18, n. 3/4, p. 251-266, 2005.
- BARROS, A. T. M. Seasonality and Relative Abundance of Tabanidae (Diptera) Captured on Horses in the Pantanal, Brazil. *Memoria's do Institute Oswaldo Cruz*, v. 96, n. 7, p. 917-923, 2001.
- BARROS, M. C. Biodiversidade na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, São Luís: UEMA, p. 142, 2012.
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. *Ecology: individuals, populations and communities*. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, p. 1068, 1996.
- CARSON, H. L. The ecology of Drosophila breeding sites. Harold L. Lyon Arboretum Lecture 2. University of Hawaii. p. 27, 1971.
- CARVALHO, C. J. B.; RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. (Ed). *Diptera*. In: Rafael J.A., Melo G.A.R., Carvalho C.J.B., Casaria S.A. & Constantino R. *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. Ribeirão Preto: Holos, 2012. p. 700-743.
- CONCEIÇÃO, G. M.; RODRIGUES, M. Pteridófitas do parque estadual do Mirador, Maranhão, Brasil. *Cadernos de Geociências*, n. 7, p. 47, 2010.
- CONCEIÇÃO, G. M.; VARÃO, L. F.; CUNHA, I. P. R.; BRITO, E. S.; PERALTA, D. F. Melastomataceae da Área de

- Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão. *Revista de Biologia e Farmácia*. v. 4, n. 2, p. 83-88, 2012.
- COURI, M. S.; CARVALHO, C. J. B. Diptera Muscidae do Estado do Rio de Janeiro (Brasil). *Biota Neotropica*. v. 5, n. 2, p. 205 – 222, 2005.
- DAMBROZ, J.; MEDEIRO, E. P.; COELHO, R. T.; LOCCA, F. A. S. Entomofauna da fazenda Iracema na estação seca, município de Claudia-MT. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, 2007, Caxambu. Anais... Caxambu: SEB, 2007.
- DOS SANTOS, R. B.; LOPES, J.; SANTOS, K. B. Distribuição espacial e variação temporal da composição de espécies de borrachudos (Diptera: Simuliidae) em uma microbacia situada no Norte do Paraná. *Neotropical Entomology*. v. 39, n. 2, p. 289-298, 2010.
- DRESCHER, M. S.; ELTZ, F. L. F.; ROVEDDER, A. P. M.; DORNELES, F. O. Mesofauna como bioindicador para avaliar a eficiência da revegetação com *Lupinus albus* em solo arenizado do sudoeste do Rio Grande do Sul. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007, Gramado. Anais... Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.
- FARIAS, A. L. E. M.; CARVALHO, A. S.; PINHEIRO, A. R. F.; COSTA, A. S. S. Levantamento preliminar da diversidade de insetos existentes em área de caatinga no município de Ipangaçu, RN. In: Congresso de Iniciação Científica do IFRN, IX. Anais... Ipangaçu, RN, CONGIC, 2014.
- FERRAZ, D. R. *Atratividade de iscas de origem animal para dípteros muscóides em área de cerrado do sudeste brasileiro, com ênfase na família Calliphoridae*. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Universidade Estadual de Campinas-SP, 2014.
- FORNAZIER, R.; GATIBONI, L. C.; WILDNER, L. P.; BIANZI, D.; TODERO, C. Modificações na fauna edáfica durante a decomposição da fitomassa de *Crotalaria juncea* L. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Gramado. Anais... Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.
- GADELHA Q. B.; FERRAZ P. C. A.; COELHO A. M. V. A importância dos mesembrinelíneos (díptera: calliphoridae) e seu potencial como indicadores de preservação ambiental. *Oecologia Brasiliensis*. v. 13, n. 4, p. 661-665, 2009.
- GALATI, E. A. B.; MARASSA, A. M.; ANDRADE-GONÇALVES, R. N.; CONSALES, C. A.; BUENO, E. F. M. Phlebotomines (Diptera, Psychodidae) in the Ribeira Valley Speleological Province – 1. Parque Estadual Intervales, state of São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 54, n. 2, p. 311-321, 2010.
- GIANNOTTI, E; SOUZA, A. R.; PREZOTO, F. Diversidade e ecologia comportamental de insetos. In: GOMES, L. *Entomologia forense: novas tendências e tecnologias nas ciências criminais*. 1ª Ed. Rio de Janeiro. Technical Books Editora, 2010. p. 122-132.
- GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S.F.; VENTURINI, E. F.; BENEDETTI, T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 9, n. 3, p. 257-261, 2003.
- GOTELLI, N. J. *Ecologia*. 4 ed. Londrina: Editora Planta, 2009. p. 288.
- GREENBERG, B.; WEELS, J. D. Forensic use of *Megaselia abdita* and *M. scalaris* (Phoridae: Diptera): case studies, development rates, and eggs structure. *Journal of Medical Entomology*, v.35, n. 3, p. 205-209, 1998.
- GULLAN P. J.; CRANSTON, P. S. *Insetos: Fundamentos da Entomologia*. 5ª ed. Rio de Janeiro, 2017.
- HOCHMULLER, C. J. C.; LOPES-DA SILVA, M.; VALENTE, V. L. S.; SCHMITZ, H. J. The drosophilid fauna (Diptera, Drosophilidae) of the transition between the Pampa and Atlantic Forest Biomes in the state of Rio Grande do Sul, southern Brazil: first records. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 2010.
- JORGE, C. M.; MARINONI, L.; MARINONI, R. C. Diversidade de Syrphidae (Diptera) em cinco áreas com situações florísticas distintas no Parque Estadual Vila Velha em Ponta Grossa, Paraná. *Iheringia, Série Zoologia*. Porto Alegre, v. 97, n. 4, p. 452-460, 2007.
- LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. *Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento*. Contexto press. p. 176, 2005.
- MELLO, R. S.; QUEIROZ, M. M. C.; AGUIAR-COELHO, V. M. Calliphoridfly (Diptera, Calliphoridae) attraction to different color edtraps in theTinguaBiological Reserve, Rio de Janeiro, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*. Porto Alegre, v. 99, n. 4, Dec. 2009.
- MELLO-PATIU, C. A. Sarcophagidae in *Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil*. PNUD. 2010.
- MORAES, R. C. B.; HADDAD, M. L.; SILVEIRA NETO, S.; REYES, A. E. L. Software para análise faunística. In: SIMPÓSIO DE ENCONTRO BIOLÓGICO, 8., 2003, São Pedro. Anais... São Pedro: Sinpobiol, p. 195, 2003.
- NERES, L. P.; CONCEIÇÃO, G. M. Florística e fitossociologia da Área de Proteção Ambiental municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil. *Cadernos de Geociências*, v. 7, n. 2, p. 122-130, 2010.
- OLIVEIRA, R. C.; FONSECA, A. R.; SILVA, C. G. Fauna de dípteros em uma área de cerrado no município de

- Divinópolis, estado de Minas Gerais. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 2, n. 2, p. 3-7, 2008.
- PAPE, T.; BLAGODERO, V. V.; MOSTOVSKI M. B. Order DIPTERA Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z-Q. (Ed.). *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. Zootaxa. n. 3148 p. 222-229. 2011.
- PATERNI, U.; MARCONDES, C. B. Mosquitos antrópofílicos de atividade matutina em Mata Atlântica, Florianópolis, SC. *Revista Saúde Pública*. v. 38, n. 1, p. 133-135, 2004.
- R CORE TEAM. A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016.
- SILVA, MUNIZ. M. *Diversidade de insetos em diferentes ambientes florestais no município de Cotriguaçu, estado de Mato Grosso*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2009.
- SILVA, N. A. P.; FRIZZAS, M. R.; OLIVEIRA, C. M. Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 55, n. 1, 79–87. 2011.
- SILVEIRA NETO, S.; MONTEIRO, R. C.; ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 9 -15, 1995.
- SILVEIRA, N, S. O.; NAKANO, D. BARBIN N.A. VILA NOVA. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo. *Agrônoma Ceres*. p. 420, 1976.
- TAUHYL, L. G. M.; GUIMARÃES, M. V. Urso. Dipterofauna de fragmentos vegetacionais da UFSCar - campus Sorocaba, SP, Brasil. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 6, n.2, p. 81, 2012.
- THOMPSON, F. C. The Diptera site. The biosystematic database of world Diptera. *Nomenclatorstatus statistics*. Version10.5.
- TORRES, F. R.; MADI-RAVAZZI, L. Seasonal variation in natural populations of *Drosophila* spp. (Diptera) in two woodlands in the State of São Paulo, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 96, p. 437–444, 2006.
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. Estudo dos insetos. Tradução da 7ª edição de *Borror and DeLong’s introduction to the study of insects*. 2ª ed., São Paulo. Cengage Learning, 809 p. 2015.
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. *Estudo dos insetos*. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 809 p.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. E.; STRIXINO, G. Chironomidae (Diptera) do Rio Ribeira (Divisa dos Estados de São Paulo e Paraná) numa avaliação ambiental faunística. *Entomological Vectors*, v. 12, n. 2, p. 243-253, 2005.
- URSO-GUIMARAES, M. V.; SCARELI-SANTOS, C. Galls and gall makers in plants from Pé-de-Gigante Cerrado Reserve, Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, SP. v. 66, n. 1, p. 357 – 369, 2006.
- WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 4, n. 1, p. 60-71, 2005.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos colaboradores do Laboratório de Fauna do Solo-LAFS, a Universidade Estadual do Maranhão, na realização das coletas e identificação.

Recebido em: 13/02/2020

Aceito para publicação em: 17/11/2020