

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA: PSYCHODIDAE) NA AMAZÔNIA DO MARANHÃO, BRASIL

SPATIOTEMPORAL DISTRIBUTION OF PHLEBOTOMINE SAND FLIES
(DIPTERA: PSYCHODIDAE) IN THE AMAZON REGION OF MARANHÃO, BRAZIL

DISTRIBUCIÓN ESPACIOTEMPORAL DE FLEBÓTOMOS (DIPTERA:
PSYCHODIDAE) EN LA REGIÓN AMAZÓNICA DE MARANHÃO, BRASIL

Gustavo Barbosa Vieira Cruz¹, Jorge Luiz Pinto Moraes², Yrla Nívea Oliveira Magalhães³, Maria da Conceição Abreu Bandeira⁴, James Werllen de Jesus Azevedo⁵, Jackson Ronie Sá-Silva⁶, Hernando Henrique Batista Leite⁷, José Manuel Macário Rebêlo⁸

DOI: 10.54899/dcs.v23i87.4679

Recibido: 19/01/2026 | Aceptado: 12/02/2026 | Publicación en línea: 20/02/2026.

RESUMO

A leishmaniose tegumentar é endêmica na Amazônia brasileira, onde sofre variação sazonal. Contudo, pouco se conhece sobre a sazonalidade dos seus vetores biológicos. O presente trabalho tem como objetivo estudar a variação sazonal na riqueza e abundância das espécies de flebotomíneos no município de Buriticupu, situado na Amazônia Oriental do Brasil. Os flebotomíneos foram capturados com armadilhas CDC instaladas em fragmentos florestais e em abrigos de animais domésticos. As capturas ocorreram das 18 às 6 horas, uma vez por mês, em cada área nos anos de 1996/1997. O estudo resultou na coleta de 13.888 espécimes de 27 espécies de *Lutzomyia* e 1 de *Brumptomyia*. A distribuição das espécies variou ao longo do ano, predominando as espécies acidentais sobre as acessórias e constantes. A riqueza mensal de espécies variou de 6 a 17 na estação chuvosa e de 10 a 15 na estação seca; As menores proporções de indivíduos foram obtidas nos meses da estação seca: julho (2,7%) e agosto (2,6%) e as maiores ocorreram nos meses chuvosos: abril (12,6%) e maio (12,7%). No computo geral a abundância foi maior na estação chuvosa (64,1%) do que na seca (35,9%). Esse resultado indica que muitas espécies podem ser encontradas em todos os meses do ano, mas a riqueza e abundância são

¹ Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: gustavofacam@gmail.com

² Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: moraes2entomologia@yahoo.com.br

³ Doutora em Biotecnologia, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: yrlanivea@ifma.edu.br

⁴ Doutora em Biologia Parasitária, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: mariza_bandeira@hotmail.com

⁵ Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: james.werllen@ufma.br

⁶ Doutor em Educação, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: jacksonsilva@professor.uema.br

⁷ Doutorando em Educação, Universidade Lusófona, Lisboa, Portugal. E-mail: hernandoleite@cescn.uema.br

⁸ Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Rio Claro, São Paulo, Brasil. E-mail: jose.macario@ufma.br

maiores na estação chuvosa, quando os índices pluviométricos e de umidade são mais elevados e as médias de temperatura mais amenas.

Palavras-chave: Vetor Biológico. Variação Estacional. Doenças Tropicais. Clima Quente-Úmido.

ABSTRACT

Cutaneous leishmaniasis is endemic to the Brazilian Amazon, where it undergoes seasonal variation. However, little is known about the seasonality of its biological vectors. This study aims to investigate the seasonal variation in the richness and abundance of phlebotomine sand fly species in the municipality of Buriticupu, located in the Eastern Amazon of Brazil. Sand flies were captured using CDC traps installed in forest fragments and domestic animal shelters. Captures occurred from 6 PM to 6 AM, once a month, in each area during the years 1996/1997. The study resulted in the collection of 13,888 specimens of 27 species of *Lutzomyia* and 1 of *Brumptomyia*. The distribution of species varied throughout the year, with accidental species predominating over accessory and constant species. Monthly species richness ranged from 6 to 17 in the rainy season and from 10 to 15 in the dry season; The lowest proportions of individuals were obtained in the dry season months: July (2.7%) and August (2.6%), and the highest occurred in the rainy months: April (12.6%) and May (12.7%). Overall, abundance was higher in the rainy season (64.1%) than in the dry season (35.9%). This result indicates that many species can be found in all months of the year, but richness and abundance are greater in the rainy season, when rainfall and humidity levels are higher and average temperatures are milder.

Keywords: Biological Vector. Seasonal Variation. Tropical Diseases. Hot and Humid Climate.

RESUMEN

La leishmaniasis cutánea es endémica de la Amazonia brasileña, donde sufre variaciones estacionales. Sin embargo, se sabe poco sobre la estacionalidad de sus vectores biológicos. Este estudio tiene como objetivo investigar la variación estacional en la riqueza y abundancia de especies de flebotomos en el municipio de Buriticupu, ubicado en la Amazonia oriental de Brasil. Los flebotomos fueron capturados utilizando trampas CDC instaladas en fragmentos de bosque y refugios para animales domésticos. Las capturas ocurrieron de 6 p.m. a 6 a.m., una vez al mes, en cada área durante los años 1996/1997. El estudio resultó en la recolección de 13,888 especímenes de 27 especies de *Lutzomyia* y 1 de *Brumptomyia*. La distribución de las especies varió a lo largo del año, predominando las especies accidentales sobre las accesorias y constantes. La riqueza mensual de especies varió de 6 a 17 en la estación lluviosa y de 10 a 15 en la estación seca; Las proporciones más bajas de individuos se obtuvieron en los meses de la estación seca: julio (2,7%) y agosto (2,6%), y las más altas en los meses de lluvia: abril (12,6%) y mayo (12,7%). En general, la abundancia fue mayor en la estación lluviosa (64,1%) que en la estación seca (35,9%). Este resultado indica que se pueden encontrar muchas especies en todos los meses del año, pero la riqueza y abundancia son mayores en la estación lluviosa, cuando los niveles de precipitación y humedad son mayores y las temperaturas promedio son más templadas.

Palabras clave: Vector Biológico. Variación Estacional. Enfermedades Tropicales. Clima Cálido y Húmedo.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

Os flebotomíneos são abundantes e essenciais para o funcionamento dos ecossistemas terrestres tropicais, pois compreende um componente obrigatório no ciclo biológico de parasitas tripanosomatídeos. A abundância, o ciclo reprodutivo e alimentar destes dípteros podem ser fortemente influenciados pela sazonalidade e condições climáticas nos ecossistemas, como ocorre com outros insetos (Wolda, 1988; Whitford, 1996).

Em ecossistemas com clara distinção entre as estações chuvosa e seca, as variáveis climáticas são conhecidas como boas preditoras do comportamento da população (Janzen, 1973; Wolda, 1988). No entanto, as respostas dos insetos ao clima não são uniformes e podem variar de acordo com as características do habitat e os táxons estudados (Janzen & Schoener, 1968; Levings & Windsor, 1985; Wolda & Broadhead, 1985). Algumas espécies de insetos podem apresentar uma forte sincronia com os padrões climáticos, como temperatura e precipitação, enquanto algumas espécies apresentam vários picos de abundância ao longo do ano ou podem até mesmo mostrar preferências pela estação seca (Wolda, 1980; Wolda & Fisk, 1981).

Nas áreas tropicais, a sazonalidade dos flebotomíneos afeta diretamente o perfil epidemiológico das leishmanioses, um grupo de doenças transmitidas por vetores mais prevalentes nas áreas tropicais e a sua incidência varia sazonalmente ao longo do ano. O estudo do comportamento desses insetos em ambientes naturais e antropogênicos são cruciais para entender a variação temporal dessas doenças. Atualmente a leishmaniose tegumentar constitui um grande problema de saúde pública. No Brasil, de acordo com o Ministério da Saúde, no período compreendido entre 2007 e 2016, foram registrados cerca de 200.753 casos autóctones da doença. Nesse período o coeficiente de detecção foi maior em 2012 (12,1) e o menor em 2016 (6,2).

A região amazônica brasileira é a que contribuiu com a maior notificação, apresentando 85.569 casos, com o maior coeficiente de detecção em 2007 (64,5) e o menor em 2016 (28,6). Coincidentemente, essa região contém a maioria das espécies de flebotomíneos vetores conhecidos no país (Aguiar & Medeiros, 2003), mas os estudos sobre ocorrência sazonal desses insetos são incipientes e restritos a algumas áreas.

Na região amazônica do Estado do Maranhão, casos de leishmaniose tegumentar são notificados em todos os meses do ano (Martins *et al.*, 2004), assim como a ocorrência das espécies de flebotomíneos vetores (Rebêlo *et al.*, 2001a,b). Porém, picos de prevalência da doença, assim como na abundância dos flebotomíneos podem ser observados tanto no período chuvoso, como no período seco. Dessa forma verifica-se que os poucos dados sobre abundância sazonal são inconclusivos, pois numa área os flebotomíneos prevaleceram na estação chuvosa e em outra na estação seca.

Acredita-se que a variação estacional na riqueza e abundância das espécies de flebotomíneos deve ser afetada não apenas por fatores climáticos, tais como regime pluviométrico, variação da temperatura e umidade relativa do ar; mas também por fatores socioambientais intervenientes, como desmatamento e queimadas, tanto nas áreas rurais como silvestres.

Para testar essa hipótese analisa-se a riqueza e abundância das espécies de flebotomíneos coletados durante dois anos consecutivos, em quatro fragmentos florestais e quatro localidades rurais do município de Buriticupu, na Amazônia Oriental do Brasil. Para tanto, nós recuperamos dados inéditos coletados nos anos de 1996 e 1997 nas localidades de Pau Ferrado e Sexta Vicinal e confrontados com os de Lagoas e Quintal vicinal, publicados previamente por Rebêlo *et al.*, (2001a,b), que na ocasião não separaram os dados por ambientes florestais e peridomésticos. Portanto, no presente estudo faz-se uma abordagem detalhada dos ambientes florestais e peridomésticos de todas as quatro localidades estudadas.

Esses dados são apresentados e discutidos vinte anos depois, por não terem sido publicados anteriormente na íntegra; e por constituir um estudo extenso que pode nos fornecer uma noção holística da comunidade de vetores na Amazônia maranhense; e orientar novos estudos da fauna de flebotomíneos; contribuir para o melhor entendimento da situação atual epidemiológica das leishmanioses na Amazônia de Buriticupu. Lembrando que no período de 1996 e 1997 havia sido notificada a ocorrência de 825 casos de leishmaniose tegumentar (Martins *et al.*, 2004). Após 20 anos os números de casos decresceram, mas a doença continua sendo um problema de saúde pública. Tanto que na última década (2007–2017), 487 casos de leishmaniose tegumentar foram notificados (Ministério da Saúde, 2018). No entanto, até o momento não foi feita uma análise aprofundada sobre a frequência mensal e sazonal da fauna de flebotomíneos vetores

O objetivo deste estudo foi analisar a variação temporal na riqueza e abundância de flebotomíneos em ambientes florestais com diferentes graus de alterações ambientais e assentamentos rurais com diferentes épocas de implantação (idades).

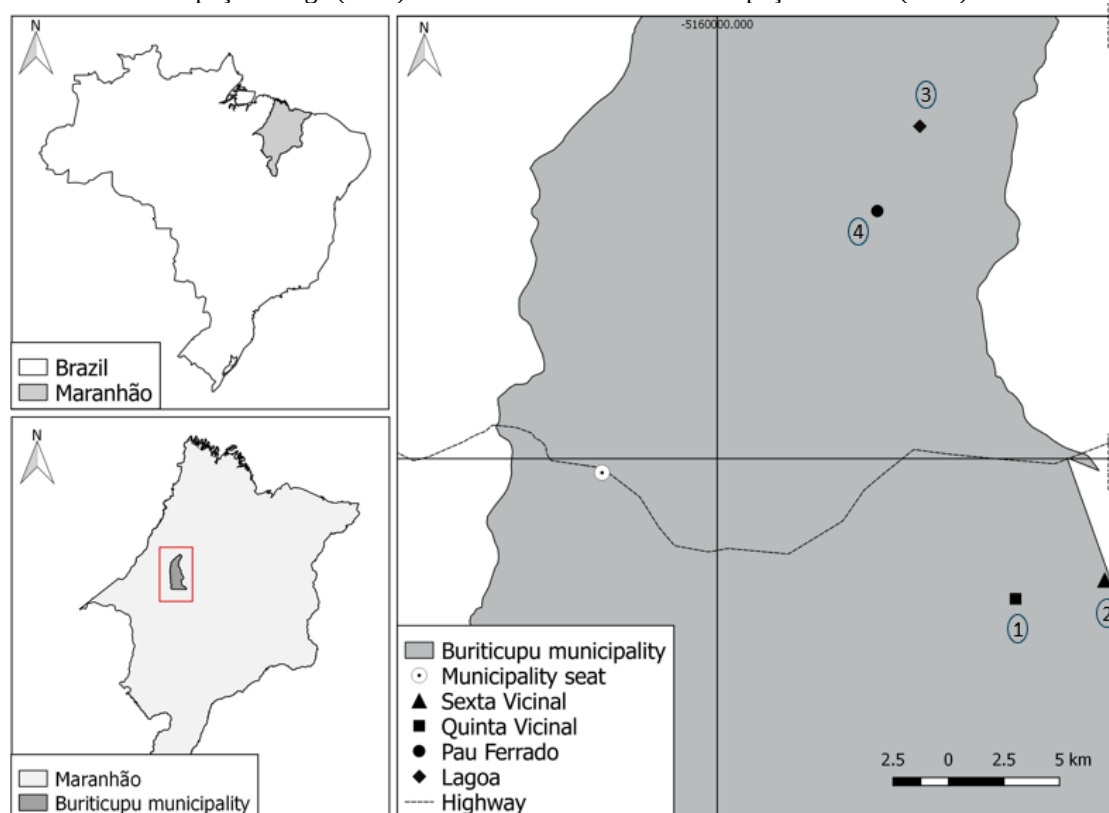
MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O município de Buriticupu situa-se na Amazônia Oriental do Brasil (Figura 1) entre 4° e 5° S e 45° 30' e 47° W, a uma altitude média de 200 metros. O clima da região é quente-úmido com precipitação média anual em torno de 1800 mm. A temperatura mínima varia de 19 °C (junho-julho) a 23 °C (outubro-dezembro) e a máxima de 28 °C (fevereiro-abril) a 34 °C (setembro-outubro). A vegetal predominante era a floresta equatorial perenifólia densa, que foi devastada pelas atividades madeireiras e agropastoris (Martins *et al.*, 2004).

Os flebotomíneos foram capturados em áreas rurais com diferentes idades e em fragmentos florestais com diferentes graus de conservação. Duas áreas foram classificadas como antigas, tendo mais de 20 anos de implantação dos assentamentos, e outra duas, recentes, com cerca de 10 anos de estabelecimento dos assentamentos. Nos dois casos, os assentamentos foram implantados em área de floresta estacional perenifólia densa.

Figura 1. Mapa do estado do Maranhão mostrando a localização do município de Buriticupu e os assentamentos estudados. Os flebotômíneos foram coletados nos peridomicílios (símbolos) e na floresta alterada de área de ocupação antiga (1 e 2) e na floresta conservada de ocupação recente (3 e 4).



Fonte: Os autores

As duas áreas antigas foram representadas por duas localidades: 1) Quinta Vicinal com uma área de 26 ha, 70 casas e 280 habitantes. O fragmento florestal estudado tinha uma área de 66,3 ha e distava 3,43 km do assentamento. 2) Sexta Vicinal continha uma área de 14 ha, 45 casas e 180 habitantes. O fragmento florestal tinha 117 ha e distava 500 m do assentamento. As duas áreas recentes eram 3) Pau Ferrado, com 5 casas e 20 habitantes, com fragmento florestal de 133 ha e 100 m do assentamento; 4) Lagoas tinha 10 casas e 40 habitantes, e um fragmento florestal de 93 ha e 300 m de distância. Neste estudo entende-se como floresta alterada aquela que sofreu a retirada seletiva da madeira de lei, processo de desmatamento para práticas agrícolas, com formação de clareiras, dificultando sua regeneração. Entende-se por floresta conservada aquela que sofreu apenas a retirada seletiva de árvores de lei, mas sua forma original poderia ser restaurada ao longo do tempo, sem interferência humana, caso esta fosse a intenção.

Métodos de Coleta

Os flebotomíneos foram capturados das 18 às 6 horas, uma vez por mês, nos fragmentos florestais e nos ambientes peridomésticos das localidades rurais. Foram instaladas duas armadilhas no interior de cada um dos quatro fragmentos florestais e duas nos peridomicílios de cada uma das quatro localidades rurais. Assim, o esforço de captura foi de 16 armadilhas x 12 horas x 24 meses = 4608 horas. Nos peridomicílios rurais as armadilhas foram instaladas em galinheiros disponíveis nos quintais.

Todos os exemplares capturados foram mortos em câmaras de acetato de etila e acondicionados em frascos contendo álcool a 70% para posterior transporte ao Laboratório de Entomologia e Vetores da Universidade Federal do Maranhão. Após triagem, os espécimes, machos e fêmeas, eram montados entre lâminas e lamínulas. A identificação foi feita com o auxílio da chave proposta por Young & Duncan (1994).

Análises Estatísticas

Para verificar se houve correlação no padrão de distribuição sazonal das espécies de flebotomíneos entre as áreas e com os fatores climáticos foi aplicada a correlação não-paramétrica de Spearman. Para isso utilizou-se o Bioestat 2.0. Utilizou-se o Índice de Constância para classificar as espécies como constantes, quando presentes em mais de 50% das coletas; acessórias, quando foram encontradas entre 25% a 50% das coletas; e acidentais, presentes em menos de 25% das coletas (Silveira-Neto *et al.*, 1976).

Os dados de ocorrência das espécies foram introduzidos em matrizes no programa PAST 3.14 (Hammer *et al.*, 2001), com intuito de verificar a significância estatística entre os valores de abundância, riqueza e diversidade de Shannon Wiener, tanto na escala sazonal, como em função do tipo de ocupação das áreas rurais. Antes das análises foram avaliados os pressupostos de normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias, através do teste de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente (Pielou, 1969; Ludwig & Reynolds, 1988). Uma vez atendidos tais pressupostos foram utilizados o teste *t* e a ANOVA para avaliar a abundância e diversidade tanto sazonal como por área, respectivamente.

Na análise de diversidade também foi utilizado a série de "números de diversidade" adotado por Hill (1973b), segundo Ludwig & Reynolds (1988), que são baseados nos índices de

Simpson e Shannon, sendo representados por: Número 0 : $N0 = S$, onde S é o número total de espécies; Número 1 : $N1 = e^{H'}$, onde H' é o índice de Shannon Wiener; Número 2 : $N2 = 1/\lambda$, onde λ é o índice de Simpson.

A variação espacial e temporal na composição de espécies foi avaliada através de uma análise de agrupamento, utilizando os dados de abundância das espécies (transformados em $\log x+1$) e o coeficiente de dissimilaridade de Bray-Curtis. Foi utilizado o método de ligação pela média não ponderada (UPGMA), indicado por diminuir a distorção da matriz original durante a construção do dendrograma (Valentin, 2012). A análise de similaridade (ANOSIM) foi utilizada para verificar a existência de diferença temporal (estações seca e chuvosa) na composição de espécies (Clarke, 1993), tanto nos assentamentos rurais de ocupação antiga, como nos recentes. Após o agrupamento, a análise de percentual de similaridade (SIMPER) foi computada a fim de identificar quais espécies contribuíram para a formação dos grupos. Esta análise foi feita com o objetivo de identificar as espécies que, primariamente, são responsáveis pela discriminação entre dois grupos de amostras, observadas na análise, e, identificar a importância de cada espécie dentro do grupo formado, através do produto entre a dissimilaridade e o desvio padrão (Clarke & Gorley, 2001). Para estas análises foi utilizado o programa PRIMER 6.

Uma Análise de Componente Principal (PCA) foi efetuada com intuito de ordenar as espécies em função da sazonalidade e do tipo de assentamento. As espécies foram organizadas em função da sua constância nos assentamentos antigos. Para esta análise foi utilizado o programa PAST 3.14.

RESULTADOS

Variação Sazonal na Riqueza das Espécies

A riqueza de espécies variou entre as estações em ambas as áreas (Tabela 1). Nas áreas de ocupação antiga sete espécies foram encontradas exclusivamente na estação chuvosa; três somente na estação seca; e dezoito ocorreram em ambas as estações. Assim, a riqueza foi maior na estação chuvosa (25 espécies) do que na estação seca (21 espécies). Em termos médios não foram detectadas diferenças significativas na riqueza de espécies, quando comparados o período chuvoso e de estiagem ($p > 0,05$). Similarmente, na área de ocupação recente sete espécies só foram encontradas na estação chuvosa; quatro somente na estação seca; e dezesseis ocorreram

em ambas as estações. Assim, embora a riqueza tenha sido maior na estação chuvosa (23 espécies) do que na estação seca (20 espécies), em termos médios, as análises não identificaram diferenças significativas ($p > 0,05$). A riqueza de espécies, quando comparada a média por área de colonização indicou diferenças significativas, onde a riqueza nas ocupações rurais antigas apresentou-se significativamente mais elevada ($p < 0,05$).

Variação Sazonal da Diversidade das Espécies

Em todas as áreas a diversidade foi maior na estação chuvosa (Figura 2). Nas áreas antigas, a diversidade também foi maior na estação chuvosa ($H = 1.4054$) do que na estação seca ($H = 1,2717$). Essa diferença foi significativa ($p < 0,00$). Na área de ocupação recente a diversidade foi maior na estação chuvosa ($H = 1.16551$) do que na estação seca ($H = 1,0866$). Essa diferença foi significativa ($p < 0,00$).

Tabela 1. Números de espécimes de flebotomíneos coletados nas estações chuvosa e seca em ambientes florestais e peridomésticos de assentamentos rurais antigos e recentes da Amazônia do Estado do Maranhão, Brazil. CI = Índice de Constância.

Assentamento	Recente				Antigo			
Estação	Chuvosa	Seca	Total	CI	Chuvosa	Seca	Total	IC
<i>B avellari</i>	-	27	27	0.25	2	4	6	0.33
<i>L abonnenci</i>	-	4	4	0.08	-	-	-	-
<i>L arthuri</i>	3	-	3	0.25	-	-	-	-
<i>L ayrozai</i>	3	-	3	0.16	-	-	-	-
<i>L bacula</i>	-	-	-	-	4	-	4	0.25
<i>L brachyphalla</i>	-	9	9	0.16	55	5	60	0.33
<i>L brasiliensis</i>	3	-	3	0.25	-	-	-	-
<i>L carrerai</i>	4	-	4	0.33	-	-	-	-
<i>L carvalhoi</i>	5	-	5	0.25	-	-	-	-
<i>L choti</i>	3	2	5	0.16	3157	3904	7061	100
<i>L clautrei</i>	84	-	84	0.25	14	-	14	0.42
<i>L complexa</i>	1	-	1	0.08	-	-	-	-
<i>L corossoniensis</i>	2	-	2	0.08	-	-	-	-
<i>L davisi</i>	1	-	1	0.08	5	-	5	0.16
<i>L dendrophila</i>	20	-	20	0.16	4	-	4	0.16
<i>L evandroi</i>	810	151	961	0.58	197	134	331	0.83
<i>L furcata</i>	9	5	14	0.50	3	9	12	0.42
<i>L geniculata</i>	37	-	37	0.25	-	-	-	-
<i>L goiana</i>	-	3	3	0.16	1	3	4	0.25
<i>L gomezi</i>	-	2	2	0.08	4	1	5	0.25
<i>L h hirsuta</i>	1163	-	1163	0.33	3	-	3	0.16
<i>L lenti</i>	-	-	-	-	28	13	41	0.42
<i>L lloydi</i>	-	-	-	-	1	-	1	0.08
<i>L longipalpis</i>	-	9	9	0.16	2	25	27	50
<i>L migonei</i>	90	2497	2587	0.66	38	56	94	100
<i>L monstrosa</i>	-	-	-	-	2	-	2	0.16
<i>L nevesi</i>	1	-	1	0.08	-	-	-	-
<i>L oswaldoi</i>	-	24	24	0.33	-	5	5	0.25

<i>L paraensis</i>	1	-	1	0.08	-	-	-	-
<i>L punctigeniculata</i>	2	-	2	0.08	-	-	-	-
<i>L saulensis</i>	-	3	3	0.08	-	-	-	-
<i>L scaffii</i>	5	-	5	0.25	-	-	-	-
<i>L serrana</i>	4	346	350	0.50	60	143	203	0.92
<i>L servulolimai</i>	1	-	1	0.08	-	-	-	-
<i>L shannoni</i>	86	32	118	0.58	35	56	91	0.67
<i>L sordellii</i>	-	1	1	0.08	-	1	1	0.08
<i>L spathotrichia</i>	-	6	6	0.08	-	1	1	0.08
<i>L termitophila</i>	11	21	32	0.33	39	15	54	0.67
<i>L triacantha</i>	-	-	-	-	1356	1774	3130	100
<i>L trinidadensis</i>	2	1	3	0.16	3	1	4	0.25
<i>L trispinosa</i>	-	1	1	0.08	4	4	8	0.42
<i>L umbratilis</i>	132	19	151	0.25	43	1	44	50
<i>L whitmani</i>	4632	3672	8304	100	1515	1124	2639	100
Total de indivíduos	7115	6835	13950		6575	7279	13854	
Total percentual	51	49	100		47,5	52,5	100	

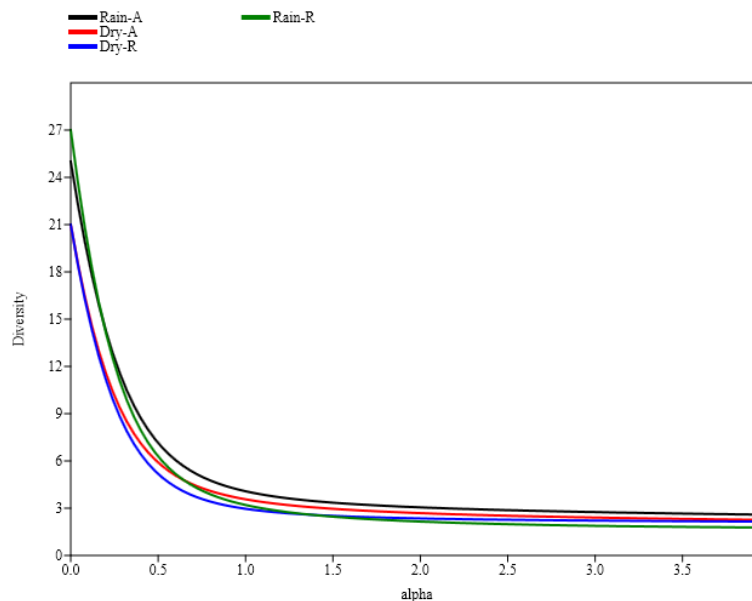
Fonte: Os autores

Nas áreas antigas, quando se analisou a similaridade da diversidade entre os meses, foi possível observar dois grupos sazonais: um representado pelos meses chuvosos e o outro pelos meses secos (Figura 3a). A similaridade foi alta no grupo seco (AS = 74,38) e chuvoso (AS= 73,10). Essa diferença foi estatisticamente significativa (ANOSIM, $p = 0,0258$).

A análise SIMPER indicou que as espécies que mais contribuíram para a similaridade na estação chuvosa foram *L. choti*, *L. triacantha*, *L. whitmani*, *L. serrana*, *L. migonei*, *L. umbratilis*, *L. evandroi* e *L. termitophila*, que juntas representaram 91.5% da similaridade total do grupo.

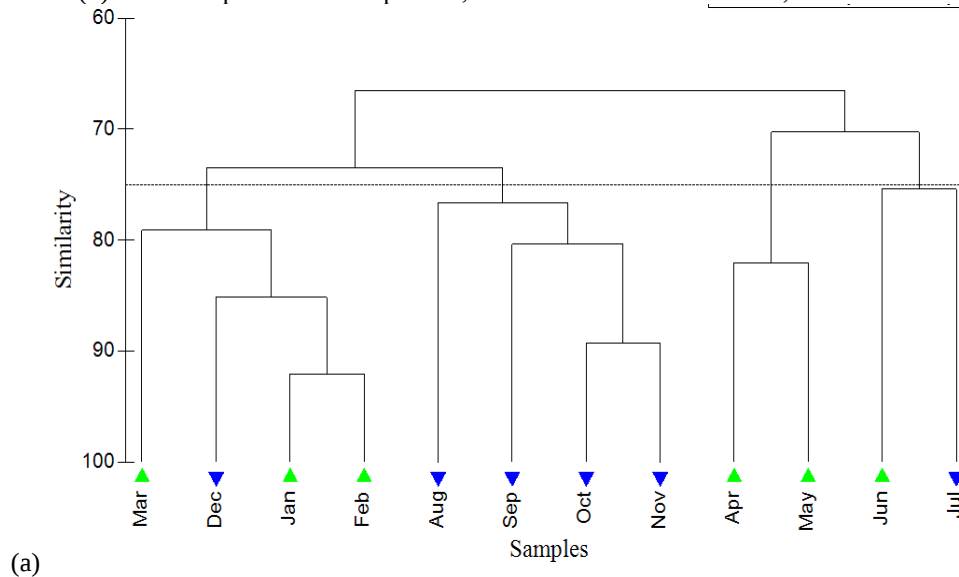
Já na estação seca, junto as espécies *L. triacantha*, *L. whitmani*, *L. evandroi*, *L. serrana*, *L. migonei* e *L. shannoni* contribuíram com 92,54% para a similaridade. A dissimilaridade entre as duas estações foi de 30,28%, onde as espécies *L. choti*, *L. triacantha*, *L. whitmani* e *L. evandroi* foram as que mais contribuíram para tal diferenciação entre a composição do período chuvoso e de estiagem.

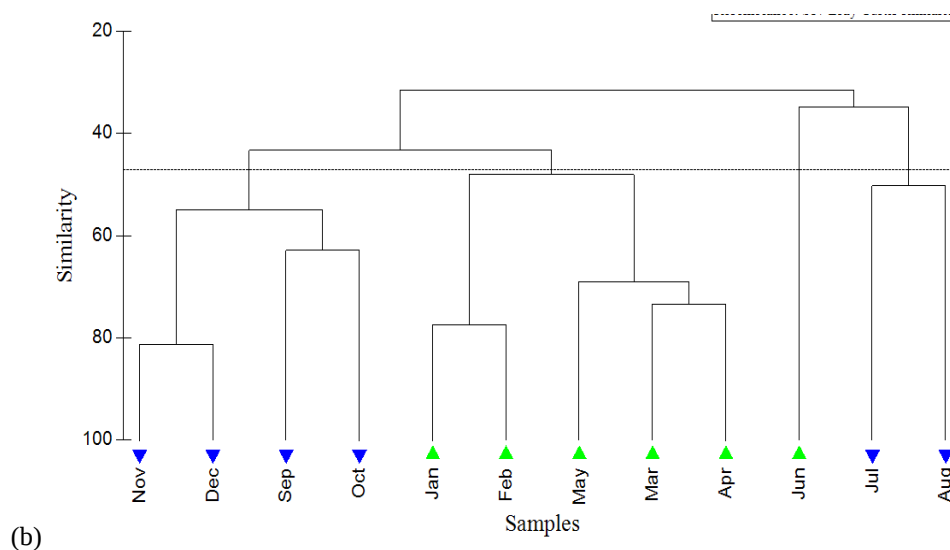
Figura 2. Perfil de diversidade de flebotomíneos capturados na Amazônia Maranhenses em 1996-1997, por meio da série de "números de diversidade" de Hill (1973b), com base nos índices de Simpson e Shannon, por localidades e estações. Assentamentos antigos: estações chuvosas (linha preta) e seca (linha vermelha); Assentamento recentes: estação chuvosa (linha verde) e seca (linha azul).



Fonte: Os autores

Figura 3. Agrupamento da diversidade mensal de flebotomíneos de acordo com as estações chuvosa (triângulos verdes) e seca (triângulos azuis), utilizando o índice de similaridade de Bray Curtis, em áreas de colonização antiga (a) e recente (b) do município de Buriticupu-MA, Amazônia Oriental do Brasil, nos anos de 1995-1996





Nas áreas recentes, de acordo com a diversidade, houve a formação de dois grupos sazonais: um representado pelos meses chuvosos e o outro pelos meses secos (Figura 3b). A similaridade foi maior dentro do grupo chuvoso (AS= 50,23) do que no seco (AS = 44,19). Essa diferença foi estatisticamente significativa (ANOSIM, $p = 0,0303$). As espécies que mais contribuíram para a similaridade na estação chuvosa foram *L. whtimani*, *L. evandroi*, *L. hirsuta*, *L. migonei* e *L. clauserei* que juntas representaram 90.02%. Já na estação seca, com *L. whtimani* e *L. migonei*, as espécies *L. serrana*, *L. oswaldoi*, *L. shannoni* e *L. furcata* contribuíram com 91,21% para a similaridade.

A dissimilaridade média entre as duas estações ficou em torno de 62,32%, com *L. evandroi*, *L. hirsuta*, *L. migonei*, *L. serrana*, *L. whtimani* e *L. shannoni*, sendo as espécies que mais contribuíram para diferenciação entre os grupos.

Abundância Sazonal dos Indivíduos

A abundância dos flebotomíneos também variou sazonalmente entre as áreas (Tabela 1). Nas áreas de colonização recente abundância de indivíduos foi maior na estação chuvosa (51%) do que na seca (49%); enquanto na área de colonização antiga a abundância foi maior na estação seca (52,5%) do que na chuvosa (47,5%).

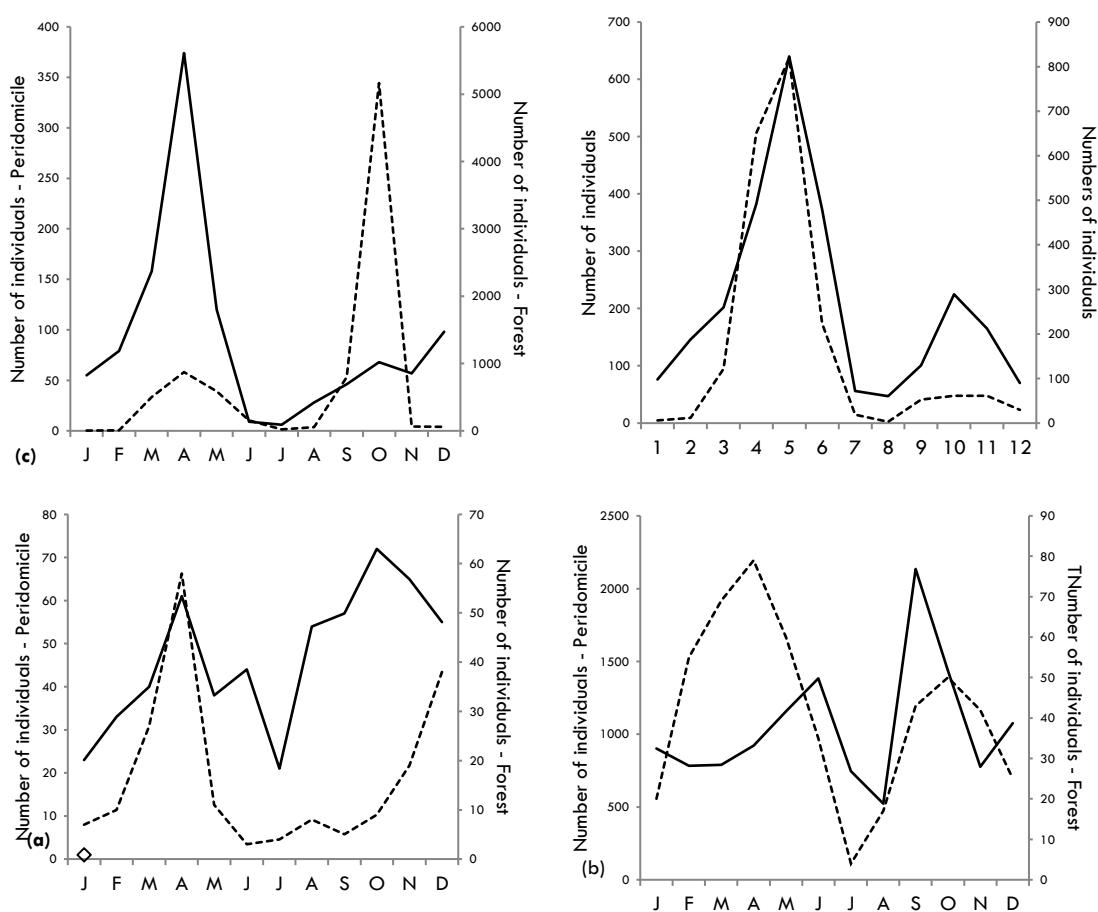
Quanto a variação mensal observou-se que em todos os locais os flebotomíneos apresentaram dois picos de abundância, um em cada estação (Figura 4). Nas áreas antigas o pico de abundância maior foi em abril, na estação chuvosa, nos ambientes florestais (Figura 4a, b);

enquanto nos peridomicílios prevaleceu em setembro (Sexta Vicinal) e outubro (Quintal Vicinal).

Na área de colonização recente os meses de maior abundância foram abril (estação chuvosa) nos peridomicílios e outubro (estação seca) na floresta, em Lagoas (Figura 5a); enquanto em Pau Ferrado (Figura 4b) a maior abundância foi em maio (estação chuvosa), tanto na floresta como nos peridomicílios.

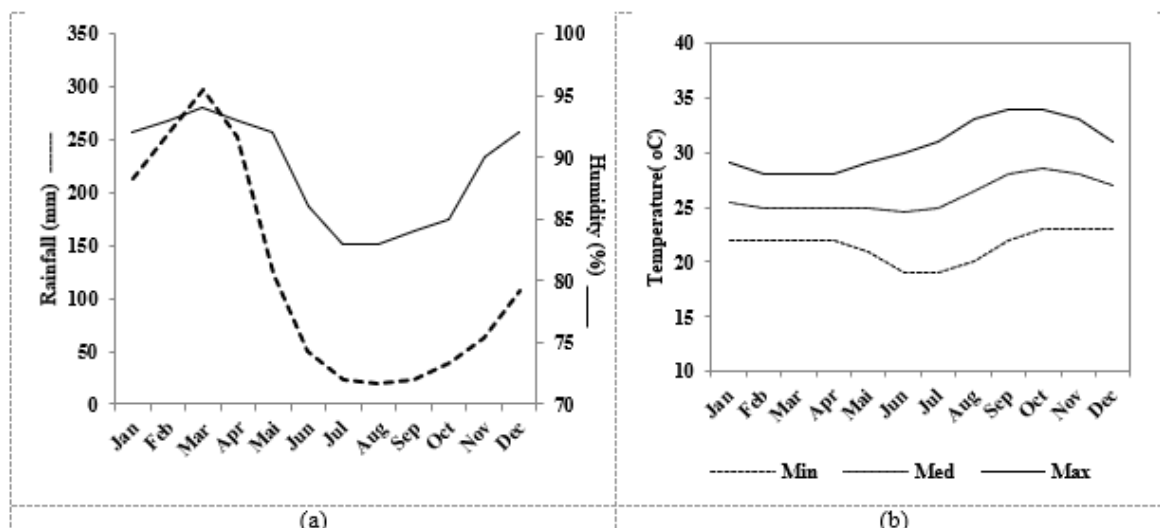
Nos meses de julho e agosto que marcam o início da estação seca houve um declínio na abundância das espécies, coincidindo com a queda no regime das chuvas (Figura 5). Em função disso, houve uma alta correlação mensal entre os números de flebotomíneos capturados e os índices da precipitação pluviométrica. Foi o que ocorreu nas florestas da Quinta vicinal ($r_s = 0,6130$, $p = 0,0340$) e Sexta Vicinal ($r_s = 0,6585$; $p = 0,0198$); nos peridomicílios de Lagoas ($r_s = 0,7741$; $p = 0,0031$).

Figura 4. Variação mensal nos números acumulados de espécimes de flebotomíneos capturados em fragmentos florestais (----) e peridomicílios (—), no município de Buriticupu-MA, Amazônia Oriental do Brasil. Áreas de colonização antiga: a) Quinta Vicinal; b) Sexta Vicinal. Áreas de colonização recente: c) Lagoa; d) Pau Ferrado. 1995-1996.



Fonte: Os autores

Figura 5. Variação mensal nos valores médios da precipitação pluviométrica e da umidade relativa do ar (a) e da temperatura máxima, média e mínima (b) no município de Buriticupu-MA, Amazônia Oriental do Brasil.



Fonte: Os autores

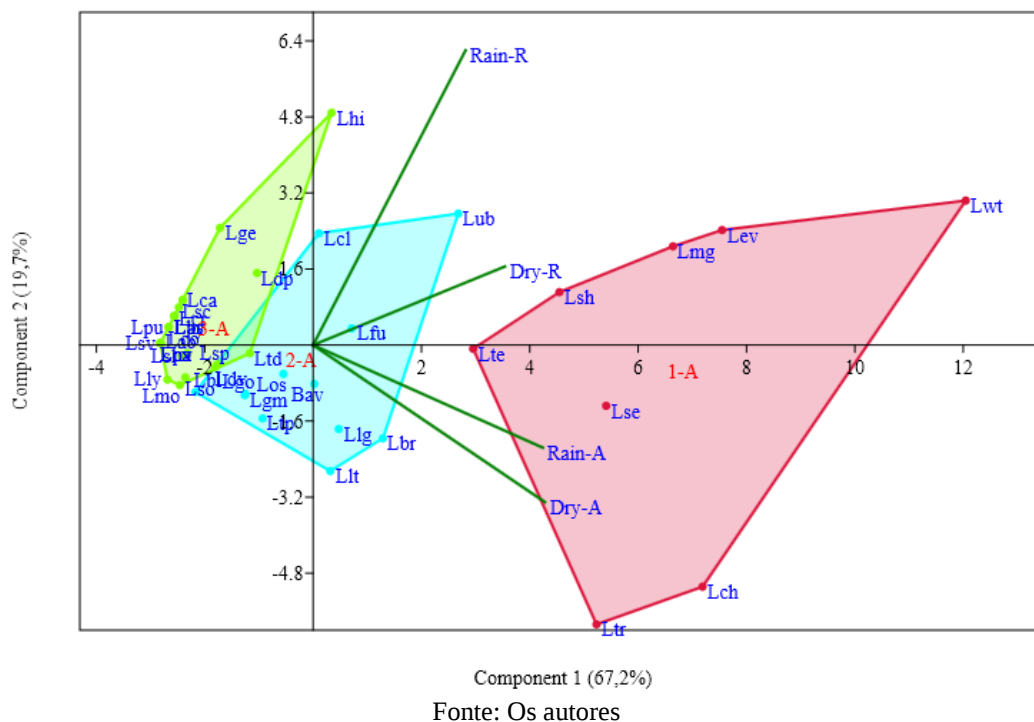
Os valores médios da temperatura foram menores no primeiro semestre, coincidindo com os maiores valores da precipitação pluviométrica e da umidade relativa do ar, os quais diminuem no segundo semestre enquanto os valores médios da temperatura aumentam (Figura 6). Por esse motivo não houve correlação com a distribuição das abundâncias de flebotomíneos, exceto no peridomicílio da Quinta Vicinal, onde houve alta correlação ($r_s = 0,8070$; $p = 0,0015$).

Comparando o padrão de abundância mensal dos flebotomíneos entre os ambientes estudados verificou-se ocorrência de correlação em várias combinações. Foi alta entre as florestas ($R_s = 0,7566$; $p = 0,0044$) de áreas recentes; e também entre as florestas de áreas antigas ($R_s = 0,614$; $p = 0,0385$) e entre dos peridomicílios com as florestas em Pau Ferrado ($R_s = 0,9107$; $p = 0,0000$).

Índices de Constância

Nas áreas de assentamento recentes vinte e uma espécies foram acidentais; catorze foram acessórias; e quatro foram constantes (Tabela 1); nos assentamentos antigos tinham 13 acessórias; sete acidentais e oito constantes. Quando se analisou os índices de constâncias de todas as áreas em conjunto, verificou-se que as espécies mais constantes foram *L. evandroi*, *L. shannoni*, *L. whitmani* e *L. migonei* nas estações seca e chuvosa das áreas recentes; e *L. serrana*, *L. choti* e *L. triacantha* nas áreas antigas (Figura 6).

Figura 6. Ordenação das espécies de flebotomíneos em função da sua constância e do tipo de assentamento pela Análise de Componente Principal (PCA). Espécies acidentais (verde claro), acessórias (azul) e constantes (vermelho).



DISCUSSÃO

Diferente do centro-sul do Brasil, no Maranhão, situado na zona tropical equatorial, existem apenas duas estações, a seca e a chuvosa. Essa variação estacional gera modificações na estrutura das comunidades biológicas. Na área do presente estudo algumas espécies ocorrem na estação seca e outras na estação chuvosa. De um modo geral, predominam as espécies acidentais e acessórias sobre as constantes, que tendem a ocorrer o ano inteiro.

Quanto à abundância de indivíduos, é maior na estação chuvosa, diminuindo na transição com a estação seca, voltando a aumentar no final desta última estação. O padrão de ocorrência de flebotomíneos com grande abundância na estação chuvosa tem sido demonstrado na maioria dos estudos realizados no Maranhão (Rebêlo *et al.*, 2001b; Marinho *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2012) e até mesmo em outros estados brasileiros da Região Centro-Oeste (Machado *et al.*, 2012) e Sudeste (Gomes *et al.*, 1987; Saraiva *et al.*, 2008). Acreditamos que as condições ambientais geradas no período chuvoso são em geral mais favoráveis para a ocorrência de flebotomíneos por vários motivos, incluindo a disponibilidade de água e alimento. Contudo, em alguns casos, durante a estação chuvosa, quando as coletas coincidem com os dias chuvosos ou precedidos de

chuvas fortes ou persistentes, diminui o sucesso das capturas. Por isso, em alguns inquéritos entomológicos pode-se ter a falsa impressão de que a abundância dos flebotomíneos é baixa em algum mês do período chuvoso. Quando em níveis moderados, as chuvas beneficiam os flebotomíneos, mas níveis de maior intensidade provocam alagamento das áreas baixas, destruindo larvas e pupas no solo, desestabilizando os seus criadouros assim como os abrigos dos adultos (Dias *et al.* 2007; Macedo *et al.* 2008). Nas florestas tropicais, como a Amazônica, na época das chuvas, muitos animais terrestres precisam subir para as copas das árvores, pois a floresta fica alagada por vários meses. Como aconteceu na mata ombrófila do norte do Maranhão, onde o sucesso das capturas de flebotomíneos foi prejudicado nesse período (Moraes *et al.*, 2015).

Na Amazônia Oriental, em condições de normalidade climática, os níveis de chuvas e umidade caem no início do segundo semestre, notadamente nos meses de julho e agosto. É o período mais crítico, pois afeta sensivelmente as populações de flebotomíneos, diminuindo a sua abundância. Isso ocorre porque o solo e a atmosfera ficam mais secos e a temperatura mais elevada. Mesmo assim, as populações de muitas espécies sobrevivem em baixa densidade.

Quando as chuvas retornam em baixa intensidade entre setembro e outubro, ainda considerados meses secos, a umidade e a temperatura voltam a aumentar. Os flebotomíneos respondem a essa variação, pois voltam a aumentar a sua abundância e algumas espécies podem apresentar grandes picos.

A capacidade das espécies de flebotomíneos ocorrerem na estação chuvosa ou na estação seca ou em ambas parece constituir um fenômeno natural. Contudo, a despeito desse processo natural, alguns picos de abundância registrados na estação seca, são associados à interferência antropogênica. Segundo Rebêlo *et al.* (2001a), na região de Buriticupu, em meados da estação seca começam as queimadas como parte das atividades de preparação do solo para o cultivo. É uma característica dessa região essencialmente agrícola da Amazônia Oriental. Durante esse processo, os fragmentos florestais vizinhos remanescentes servem como local de refúgio para os animais afugentados pelo fogo. Esses animais podem contribuir para aumentar a disponibilidade de sangue para os flebotomíneos. Talvez esse seja o motivo, segundo Rebêlo *et al.* (2001a) para o incremento na abundância desses insetos na estação seca. Como sabemos a Amazônia vem sendo submetida a pressões ambientais de origem antrópica crescentes nas décadas sucessivas, principalmente as pressões diretas advindas dos desmatamentos e dos incêndios florestais (Nobre *et al.*, 2007).

Nas áreas silvestres, o sucesso da captura de flebotomíneos em determinadas épocas do ano, depende da estrutura da floresta. As árvores de algumas espécies vegetais constituem os locais para alimentação e abrigo para algumas espécies de vertebrados. Por conseguinte constituem também para os flebotomíneos, os locais de repasto de sangue e repouso, ou ainda como suporte para o desenvolvimento de estágios imaturos (Geoffroy *et al.*, 1986). A distribuição desta espécie de flebotomíneos é evidentemente determinada pela distribuição do seu animal hospedeiro. As fêmeas de flebotomíneos para obtenção de sangue podem ser atraídas por mamíferos arborícola, e os machos também pois os mamíferos podem representar o guia de encontro da fêmea.

Os contrafortes das árvores podem servir como locais de enxameamento de flebotomíneos. Durante o período chuvoso, algumas espécies arbóreas podem fornecer maior proteção contra a chuva do que outras (Memmott, 1991). Durante a estação seca, essas árvores podem não ter efeito significativo sobre a distribuição dos flebotomíneos, como ocorre no período chuvosos

Da mesma forma os peridomicílios podem também funcionar como refúgio para os flebotomíneos em épocas de adversidade climática, pois os animais domésticos continuam disponíveis nos quintais de áreas rurais.

A *L. whitmani* destacou-se do ponto de vista epidemiológico por sua competência para transmitir leishmaniose tegumentar no Maranhão (Guimarães-Silva *et al.*, 2017; Pereira Filho *et al.*, 2018; Fonteles *et al.*, 2018) e em outras áreas do Brasil (Souza *et al.*, 2001; Teodoro *et al.*, 2003; Rangel e Lainson, 2003). A ocorrência o ano inteiro é de particular importância, pois possibilita maior contato desse vetor com o homem e justifica as notificações de casos de LTA no município estudado. No Estado do Espírito Santo, também no Brasil, *L. davisi*, *L. choti* e *L. intermedia*, além de serem as espécies dominantes ocorreram ao longo de todo o ano, sendo a última incriminada como vetor de LTA (Virgens *et al.*, 2008).

A ocorrência de picos distintos de abundância chamou a atenção. Por um lado, pode ser um caso meramente fortuito, mas por outro, pode ter algum significado ecológico. Em áreas florestais tropicais, onde a riqueza de espécies é alta, pode haver segregações temporais por conta de interações competitivas. No caso dos flebotomíneos as espécies podem competir por abrigos, criadouros ou alimento. Esse processo pode moldar os ciclos reprodutivos das espécies. A *L. whitmani* e *L. intermedia*, por exemplo, são bem conhecidas por ocorrerem com elevada densidade o ano inteiro, em diversas áreas do Brasil. No Rio de Janeiro, em dois anos de estudo,

a primeira apresentou pico em julho/agosto, enquanto a segunda este foi registrado em janeiro/fevereiro, atraídas por iscas humanas em áreas florestais e peridomiciliares (Souza *et al.*, 2002). Desse modo, *L. intermedia* predomina no verão e *L. whitmani* no inverno, consequentemente, a transmissão da leishmaniose tegumentar pode ocorrer nessas épocas.

Apesar da importância de *L. whitmani* que também apresentou picos distintos de abundância no presente estudo, outras espécies também se classificaram como constantes como *L. serrana*, *L. choti* e *L. triacantha* nas áreas antigas e *L. evandroi*, *L. shannoni*, e *L. migonei* nas áreas recentes. Essas espécies demonstraram grande capacidade adaptativa às estações, sendo constantes e abundantes através do ano, diferentes das demais espécies.

Dentre as espécies de flebotomíneos que ocorreram no presente estudo várias já foram registradas positivas alguma espécie de *Leishmania* (*Le.*) em outras áreas do Maranhão: *L. longipalpis* (*Le. braziliensis*, *Le. guyanensis*, *Le. infantum*, *Le. mexicana* e *Le. shawi*); *L. whitmani* (*Le. infantum* e *Le. braziliensis*); *L. termitophila* (*Le. infantum* e *Le. guyanensis*); *L. trinidadensis* (*Le. infantum* e *Le. braziliensis*); *L. evandroi* (*Le. lainsoni*); *L. sordellii* (*Le. infantum*); e *L. wellcomei* (*Le. infantum*). As taxas de infecção que cada uma dessas espécies apresentou podem ser revisadas em trabalhos recentemente publicados por nosso grupo (Guimarães-Silva *et al.*, 2017; Fonteles *et al.*, 2018; Pereira Filho *et al.*, 2018). Todas essas espécies vêm se adaptando em maior ou menor grau às áreas antropizadas, convivendo com animais domésticos nos peridomicílios (Rebêlo *et al.*, 2000ab; Silva *et al.*, 2015) e parece resistir bem às variações ambientais e sazonais, a julgar pela abundância com que algumas delas ocorreram ao longo do ano nos peridomicílios e fragmentos florestais do presente estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, na área do presente estudo ocorreu variação temporal na comunidade de flebotomíneos. Ainda que os flebotomíneos tenham representantes em todos os meses, poucas espécies ocorrem o ano inteiro. Algumas ocorrem na estação seca outras na estação chuvosa. Contudo, grande abundância é registrada na estação chuvosa, diminuindo na transição com a estação seca, voltando a aumentar no final da estação seca em transição com a estação chuvosa. A temperatura varia pouco, permitindo às espécies ocorrerem em qualquer época; enquanto a umidade e a precipitação pluviométrica parecem influenciar mais na variação da abundância das espécies.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, G.M. & MEDEIROS, W. M. **Distribuição regional e habitats das espécies flebotomíneos do Brasil**, p.207-255. In Rangel E F, Lainson R (orgs) *Flebotomíneos do Brasil*. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 368p. 2003.
- CLARKE, K. R. & GORLEY, R. N. **Software PRIMERv6**: User Manual/Tutorial. Plymouth, 91 p., 2001.
- CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Aust J Ecol** n. 18, p. 117–143, 1993.
- DIAS, E. S.; FRANÇA-SILVA, J. C.; SILVA, J. D.; MONTEIRO, E. M.; PAULA, K. D.; GONÇALVES, C. M., & BARATA, R. A. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) de um foco de leishmaniose tegumentar no Estado de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, n. 40, p. 49–52, 2007.
- FONTELES, R. S.; PEREIRA FILHO, A. A.; MORAES, J. L. P.; PEREIRA, S. R. F.; RODRIGUES, B. L. & REBÊLO, J. M. M. Detection of *Leishmania* DNA and Blood Meal Identification in Sand Flies (Diptera: Psychodidae) From Lençóis Maranhenses National Park Region, Brazil **Journal of Medical Entomology**, v. 55, n. 2, p. 445–451, 2018.
- GEOFFROY, B.; DEDET, J.P.; LEBBE, J.; ESTERRE, P. & TRAPE, J. F. Notes sur les relation des vecteurs de leishmaniose avec les essences forestières en Guyane Francaise. **Annales de Parasitologie Humaine et Comparée** v. 61, p. 483-490, 1986.
- GOMES A. C. & GALATI, E. A. B. Aspectos ecológicos da leishmaniose tegumentar americana. 5. Estratificação da atividade espacial e estacional de phlebotominae (Diptera, Psychodidae) em áreas de cultura agrícola da região de Vale Ribeira, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**, v. 82, p. 467–473, 1987.
- GUIMARÃES-E-SILVA, A. S.; SILVA, S.D.O.; RIBEIRO DA SILVA, R.C.; PINHEIRO, V. C. S.; REBÊLO, J. M. M. & MELO, M. N. *Leishmania* infection and blood food sources of phlebotomines in an área of Brazil endemic for visceral and tegumentary leishmaniasis. **PLoS ONE** v. 12, n. 8: e0179052. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179052>, 2017.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T. & RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** v. 4, n. 1, p. 9, 2001.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas do Maranhão**. Rio de Janeiro, 104 p, 1984.
- JANZEN, D. H. & SCHOENER, T. W. Differences in insect abundance and diversity between wetter and drier sites during a tropical dry season. **Ecology** v. 49, p. 96–110, 1968.
- JANZEN, D. H. Sweep samples of tropical foliage insects: effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day, and insularity. **Ecology** v. 54, p. 667–701, 1973.

LEVINGS, S. C. & WINDSOR, D. M. Litter Arthropod populations in a tropical deciduous forest: relations between years and Arthropod groups. **Journal Animal Ecology** v. 54, p. 61–69, 1985.

LUDWIG, J. A. & REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 337 p, 1988.

MACEDO, I. T. F.; BEVILAQUA, C. M. L.; MORAIS, N. B.; SOUZA, L. C.; LINHARES, F. E.; AMÓRA, S. S. A. et al. Sazonalidade de flebotomíneos em área endêmica de leishmaniose visceral no município de Sobral, Ceará, Brasil. **Ciência Animal**, v. 18, n. 2, p. 67–74, 2008.

MACHADO, T. O.; BRAGANÇA, M. A. L.; CARVALHO, M. L. & ANDRADE- FILHO, J. D. Species diversity of sandflies (Diptera: Psychodidae) during different seasons and in different environments in the district of Taquaruçú, state of Tocantins, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. V. 107, p. 955–959, 2012.

MARINHO, R. M.; FONTELES, R. S.; VASCONCELOS, G. C.; AZEVÊDO, P. C. B.; MORAES, J. L. P. & REBÊLO, J. M. M. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em reservas florestais da área metropolitana de São Luís, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** v. 52, p. 112–116, 2008.

MARTINS, L. M.; REBÊLO, J. M. M.; SANTOS, M. C. F. V.; COSTA, J. M. L.; SILVA, A. R. & FERREIRA, L. A. Ecoepidemiologia da leishmaniose tegumentar no Município de Buriticupu, Amazônia do Maranhão, Brasil, 1996 a 1998. **Caderno de Saúde Pública** v. 20, p. 735–743, 2004.

MEMMOTT, J. Sandfly distribution and abundance in a tropical rain forest. **Journal of Medical Entomology**, v. 5, p. 403–411, 1991.

MORAES, J. L. P.; SANTOS, C.L.C.; BASTOS, V.J.C.; PEREIRA, A.C.N.; MORAES, L. S.; MORAES, J.R.L. & REBÊLO, J.M.M. Vertical stratification of sand flies (Diptera: Psychodidae) in riparian forests between the Amazon and Northeast Brazil. **Journal of Vector Ecology**, v. 40, p. 205–207, 2015.

NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G. & SALAZAR, L. **Mudanças climáticas e Amazônia**. Ciência e Cultura [online] 59., 2007. Disponível: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252007000300012&script=sci_arttext&tlng=en 22-27.

PEREIRA-FILHO, A. A.; FONTELES, R. S.; BANDEIRA, M. C. A.; MORAES, J. L. P.; REBÊLO, J. M. M. & MELO, M. N. Molecular Identification of *Leishmania* spp. in Sand Flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in the Lençóis Maranhenses National Park, Brazil, **Journal of Medical Entomology**, tjt014, <https://doi.org/10.1093/jme/tjt014>, 2018.

PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, v. 13, p. 131–144. 1969.

RANGEL, E. F. & LAINSON, R. **Flebotomíneos do Brasil**. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 367p, 2003.

REBÊLO, J. M. M.; OLIVEIRA, S. T. & BARROS, V. L. L. Flutuação sazonal dos flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em área de colonização recente do município de Buriticupu, Amazônia maranhense, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 45, p. 11–16, 2001b.

REBÊLO, J. M. M.; OLIVEIRA, S. T.; BARROS, V. L. L. & SILVA, F. S. Flebotomíneos da Amazônia maranhense. IV - Riqueza e abundância relativa das espécies em área de colonização antiga. **Entomologia y Vectores** v. 7, p. 61–72, 2000b.

REBÊLO, J. M. M.; OLIVEIRA, S. T.; SILVA, F. S.; BARROS, V. L. L. & COSTA, J. M. L. Sandflies (Diptera: Psychodidae) of the Amazônia of Maranhão. V. Seasonal occurrence in ancient colonization area and endemic for cutaneous leishmaniasis. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 1, p. 107–115, 2001a.

REBÊLO, J. M. M.; OLIVEIRA, S.T.; BARROS, V. L. L. & SILVA, F. S. Flebotomíneos da Amazônia maranhense. IV. Riqueza e abundância relativa das espécies em área de colonização antiga. **Entomologia y Vectores**, v. 7, p. 61–72, 2000a.

SARAIVA, L.; CARVALHO, G. M. L.; SANGUINETTE, C. C.; CARVALHO, D. A. A. & FALCÃO, A. L. Sandflies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) collected on the banks of the Velhas River in the state of Minas Gerais, Brazil: **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** v. 103, p. 843–846, 2008.

SILVA, C. M. L.; MORAES, L. S.; BRITO, G. A.; DOS SANTOS, C. L. C. & REBÊLO, J. M. M. Ecology of phlebotomines (Diptera, Psychodidae) in rural foci of leishmaniasis in tropical Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 45, p. 696–700. 2012.

SILVA, L. B.; AQUINO D.M.C.; LEONARDO, F. S.; SILVA, S.A.G.; MELO, M. N.; REBÊLO, J. M. M. & PINHEIRO, V. C. S. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em focos urbanos de leishmaniose visceral no estado do Maranhão, Brasil **Revista de Patologia Tropical**, v. 44, p. 181–193, 2015.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. & VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. Agronômica Ceres. São Paulo. 419 p., 1976.

SOUZA, N. A.; ANDRADE-COELHO, C. A.; VILELA, M. L.; PEIXOTO, A. A. & RANGEL, E. F. Seasonality of *Lutzomyia intermedia* and *Lutzomyia whitmani* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), occurring sympatrically in area of cutaneous leishmaniasis in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 97, n. 6, p. 759–765, 2002.

SOUZA, N. A.; VILELA, M. L.; ANDRADE-COELHO, C. A. & RANGEL, E. F. The phlebotominae sand fly (Diptera: Psychodidae) fauna of two Atlantic Rain Forest Reserves in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** v. 96, p. 319–324, 2001.

TEODORO, U.; ALBERTON, D.; KÜHL, J. B.; SANTOS, E. S.; SANTOS, D. R.; SANTOS, A. R.; OLIVEIRA, O.; SILVEIRA, T. G. V. & LONARDONI, M. V. C. Ecologia de *Lutzomyia* (*Nyssomyia*) *whitmani* em área urbana do município de Maringá, Paraná. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 5, p. 651–656, 2003.

VALENTIN, J. Ecologia Numérica: Uma Introdução à Análise Multivariada de Dados Ecológicos. **Interciência**, Rio de Janeiro, 2012.

VIRGENS, T. M.; SANTOS, C. B.; PINTO, I. S.; SILVA, K. S.; LEAL, F. C. & FALQUETO, A. Phlebotomine sand flies (Diptera, Psychodidae) in an American tegumentary leishmaniasis transmission area in northern Espírito Santo State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**; v. 24, p. 2969–2978, 2008.

WHITFORD, W. G. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. **Biodiversity and Conservation** v. 5, p. 185–195, 1996.

WOLDA, H. & Broadhead, E. Seasonality of Psocoptera in two tropical forests in Panama. **Journal of Animal Ecology** v. 54, p. 519–530, 1985.

WOLDA, H. & Fisk, F. W. 1981. Seasonality of tropical insects. II Blataria in Panama. **Journal of Animal Ecology** v. 50, p. 827–838.

WOLDA, H. 1988. Insect seasonality: Why? **Annual Review of Ecology and Systematics** v. 19, p. 1–18, 1988.

WOLDA, H. Seasonality of tropical insects: I Leafhoppers (Homoptera) in Las Cumbres, Panama. **Journal of Animal Ecology** v. 49, p. 277–290, 1980.

YOUNG, D. G. & DUNCAN, M. A. Guide to the Identification and Geographic Distribution of *Lutzomyia* Sand Flies in Mexico, the West Indies; Central and South America (Diptera: Psychodidae). **Memories of the American Entomology Institute**, v. 54, p. 1–881, 1994.