

Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) vetores de *Leishmania* spp., em área endêmica para a leishmaniose tegumentar no nordeste do Pará, Brasil

Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) vectors of *Leishmania* spp., in an endemic area for tegumentary leishmaniasis in northeastern Pará, Brazil

Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) vectores de *Leishmania* spp., en un área endémica de leishmaniasis cutánea en el noreste de Pará, Brasil

Claudeth de Souza Pinto¹, Veracilda Ribeiro Alves², Walter Souza Santos², Lourdes Maria Garcez^{1,2}.

RESUMO

Objetivo: Descrever a fauna, bem como fornecer informações sobre a ecologia de flebotomíneos de uma área endêmica para leishmaniose tegumentar no nordeste do Pará. **Métodos:** Capturas entomológicas, usando armadilhas luminosas tipo CDC (Centers for Disease Control and Prevention), foram realizadas em 80 pontos amostrais, sendo 20 em floresta (FT), 19 em cultivos (CT), 21 em domicílios rurais (DR) e 20 em domicílios urbanos (DU) durante o verão amazônico. **Resultados:** Foram capturados 544 exemplares de 28 espécies, sendo >80% dos espécimes provenientes da floresta. As espécies *Ny. antunesi*, *Ny. fraihai*, *Ev. infraspinoso* e *Bi. flaviscutellata* foram as mais abundantes. Diferenças significativas ($p < 0,05$) foram observadas na diversidade estimada pelos índices de Shannon, entre os DR e CT, DR e FT, nas não entre FT e CT ($p > 0,05$), com mais alta diversidade nos DR. Embora a similaridade tenha sido baixa, FT e CT foram os ambientes mais similares. **Conclusão:** A maior diversidade de espécies nos DR, com riqueza próxima à da floresta demonstra o quanto as alterações ambientais desequilibram as populações de flebotomíneos, aproximando esses insetos dos domicílios e possibilitando um maior contato homem-vetor, inclusive espécies com importância vetorial, o que pode acarretar a transmissão de leishmânias às pessoas e surtos de leishmaniose.

Palavras-chave: Ecologia de vetores, Flebotomíneos, Entomologia médica.

ABSTRACT

Objective: To describe the fauna, as well as provide information on the ecology of sandflies in an endemic area for cutaneous leishmaniasis in northeastern Pará. **Methods:** Entomological captures, using CDC light traps (Centers for Disease Control and Prevention), were performed at 80 sampling points, 20 in forest (FT), 19 in crops (CT), 21 in rural households (DR) and 20 in urban households (DU) during the Amazon summer. **Results:** 544 specimens of 28 species were captured, with >80% of the specimens coming from the forest. *Ny. antunesi*, *Ny. fraihai*, *Ev. infraspinoso* and *Bi. flaviscutellata* were the most abundant. Significant differences ($p < 0.05$) were observed in the diversity estimated by Shannon indices, between DR and CT, DR and FT, but not between FT and CT ($p > 0.05$), with higher diversity in DR. Although similarity was low, FT and CT were the most similar environments. **Conclusion:** The greater diversity of species in the DR, with a

¹ Universidade do Estado do Pará, Belém - PA.

² Instituto Evandro Chagas, Ananindeua - PA.

richness close to that of the forest, demonstrates how environmental changes unbalance sand fly populations, bringing these insects closer to households and allowing greater human-vector contact, including species with vector importance, which can lead to transmission of leishmaniasis to people and outbreaks of leishmaniasis.

Keywords: Vector ecology, Sandflies, Medical entomology.

RESUMEN

Objetivo: Describir la fauna, así como proporcionar información sobre la ecología de los flebótomos en un área endémica de leishmaniasis cutánea en el noreste de Pará. **Métodos:** Se realizaron capturas entomológicas, utilizando trampas de luz CDC (Centers for Disease Control and Prevention), en 80 puntos de muestreo, 20 en bosque (FT), 19 en cultivos (CT), 21 en viviendas rurales (DR) y 20 en viviendas urbanas (DU) durante el verano amazónico. **Resultados:** Se capturaron 544 ejemplares de 28 especies, con >80% de ejemplares provenientes del bosque. *Ny. antunesi*, *Ny. fraihai*, *Ev. infraspinosa* y *Bi. flaviscutellata* fueron las más abundantes. Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la diversidad estimada por los índices de Shannon, entre DR y CT, DR y FT, pero no entre FT y CT ($p > 0.05$), con mayor diversidad en DR. Aunque la similitud fue baja, FT y CT fueron los entornos más similares. **Conclusión:** La mayor diversidad de especies en RD, con una riqueza cercana a la del bosque, demuestra cómo los cambios ambientales desequilibran las poblaciones de flebotomos, acercando estos insectos a los hogares y permitiendo un mayor contacto humano-vector, incluyendo especies con importancia vectora. lo que puede dar lugar a la transmisión de la leishmaniasis a las personas y a brotes de leishmaniasis.

Palabras clave: Ecología vectorial, Flebótomos, Entomología médica.

INTRODUÇÃO

Leishmanioses são doenças infecciosas não contagiosas, presentes em mais de 90 países, sendo o Brasil uma das principais áreas de transmissão no mundo. Manifestam-se em duas formas: leishmaniose tegumentar (LT), forma mais frequente, caracterizada por lesões no tegumento cutâneo e/ou mucoso; e leishmaniose visceral (LV), doença sistêmica que acomete, de forma mais importante, o baço, o fígado e a medula óssea, mas também os pulmões, o intestino e linfonodos (AZEVEDO COUTINHO RB e MENDONÇA SCF, 2014).

No Brasil, oito espécies de protozoários do gênero *Leishmania* são os agentes etiológicos das leishmanioses, sendo elas: *Leishmania infantum*, *L. amazonensis*, *L. braziliensis*, *L. guyanensis*, *L. lainsoni*, *L. naiffi*, *L. shawi* e *L. lindenbergi*, todas ocorrem na Amazônia e são transmitidas a hospedeiros animais, incluindo o ser humano, por fêmeas de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) que adquirem o parasito ao se alimentarem do sangue de animais infectados (PIMENTA PFP, et al., 2018). O parasito necessita de dois hospedeiros para se desenvolver completamente, o animal vertebrado (hospedeiro intermediário) e o flebotomíneo (hospedeiro definitivo). No ciclo de transmissão o homem entra de forma acidental, como fonte de alimentação sanguínea (LAINSON R, 2010).

Flebotomíneos são insetos amplamente distribuídos no mundo, com maior riqueza e diversidade na região Neotropical, onde existem mais de 530 espécies descritas (GALATI EAB, 2018). A bacia Amazônica, além de apresentar a mais alta diversidade de flebotomíneos do mundo, possui elevada quantidade de espécies endêmicas e envolvidas na transmissão de patógenos do gênero *Leishmania*, associados à LT e LV, mas também à transmissão de vírus e bactérias (RAMOS WR, et al., 2014; PEREIRA Jr. AM, et al., 2019a; COSTA GS, et al., 2020; SHAW JJ, et al., 2018).

Na Amazônia brasileira, a riqueza estimada é de aproximadamente 226 espécies de flebotomíneos, sendo que os estados do Amazonas, Pará e Rondônia contribuem em maior proporção com essa riqueza (CHAGAS ECS, et al., 2018; GALATI EAB, 2018; PEREIRA Jr. AM, et al., 2019a; 2019b; SANTOS WS, et al., 2019; COSTA GS, et al., 2020; CORDEIRO DP, et al., 2021). Algumas dessas espécies são restritas a ambientes silvestres, enquanto outras foram encontradas em áreas impactadas, abrigos de animais e próximo à

domicílios, onde a exposição de pessoas aos vetores pode ser inevitável, caso não haja ações preventivas (AGUIAR GM e VIEIRA VR, 2018).

Embora seja praticamente impossível atingir a totalidade de espécies de uma área, esforços são intensificados nas coletas de dados a fim de alcançar a máxima riqueza e assim conhecer as possíveis espécies de vetores em potencial. No estado do Pará, diversos estudos foram realizados, especialmente em áreas com registros de casos de leishmanioses ou com potencial para a transmissão da doença (FEITOSA MAC, et al., 2012; CHAGAS AP, et al., 2016; CARVALHO BM, et al., 2018; SANTOS WS, et al., 2019; UZCÁTEGUI YDV, et al., 2020; TEODORO LM, et al., 2021).

Contudo ainda há municípios que carecem de investigação, particularmente aqueles em que alterações ambientais são constantes, a exemplo de Cachoeira do Piriá no nordeste do estado do Pará. Mudanças no ambiente desequilibram às comunidades de flebotomíneos, impactam a diversidade local e aproximam flebotomíneos vetores aos humanos resultando em surtos de doenças como as leishmanioses.

O objetivo deste estudo foi descrever e comparar a diversidade de flebotomíneos, insetos vetores de patógenos aos humanos e animais, entre os ambientes florestal e extraflorestal, no intuito de fornecer informações para o delineamento de ações preventivas à transmissão das leishmanioses no município de Cachoeira do Piriá, nordeste do Pará, Brasil.

MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no município de Cachoeira do Piriá (1°44'33"S; 46°34'15"W), nordeste do estado do Pará-Brasil, distante ~200 Km da capital Belém e faz fronteira com o estado do Maranhão.

Quatro ambientes foram selecionados para a amostragem dos insetos: Floresta (FT), representada por vegetação secundária com característica de capoeira; cultivos (CT), áreas de plantios do município; domicílios rurais (DR), residências da zona rural do município e, domicílios urbanos (DU), residências da área sede do município. Nesses ambientes, os pontos amostrais foram selecionados a uma distância mínima de 200 metros um do outro, pois foi considerado o raio de voo do vetor, o qual, na maioria das espécies, não excede 200 metros. Nas FT e DU foram 20 pontos amostrais, nos CT 19 e nos DR 21.

As capturas foram realizadas usando armadilhas luminosas do tipo CDC (Centers for Disease Control and Prevention), dispostas a 1,5m de altura do solo, das 18h às 06h, por uma noite em cada ponto amostral, durante o verão amazônico (agosto, setembro e outubro de 2021).

Tanto as capturas quanto o transporte dos espécimes foram autorizados pelo Sistema de Autorização e informação em Biodiversidade (SISBIO/ICMBIO, nº 66954-5). A colocação de armadilhas nos domicílios foi autorizada, por escrito, pelos proprietários das residências antes do início das amostragens.

Os espécimes de flebotomíneos capturados foram clarificados, montados entre lâmina e lamínula com bálsamo do Canadá, e identificados de acordo com Galati EAB (2018) e os nomes de gêneros abreviados segundo Marcondes CB (2007).

A análise de dados baseou-se na abundância absoluta (total de exemplares em cada espécie) e relativa (total de exemplares por espécie multiplicado por 100 e dividido pelo número total de indivíduos da amostra) de flebotomíneos nos ambientes pesquisados (FT, CT, DR e DU), comparadas por teste Kruskal-Wallis. Índices ecológicos de riqueza, diversidade e equitabilidade foram estimados para avaliar e comparar a composição da fauna entre os ambientes.

A riqueza de espécies, foi estimada por estimadores não paramétricos Chao1 e ACE (*Abundance-based Coverage Estimator*) que consideram o número de espécies raras dentro de uma amostra. Em Chao1, são consideradas raras espécies com um (*singletons*) ou dois (*doubletons*) indivíduos na amostra. No estimador de cobertura (ACE), são consideradas raras as espécies com menos de 10 indivíduos na amostra (CHAO A e YANG MCK, 1993).

Para estimar a diversidade entre os ambientes, utilizou-se os índices de Shannon-Wiener (H') e Simpson (D) comparados ao nível de significância de 95% e avaliados de acordo com o perfil de diversidade pela série

Rényi, que agrega ambos os índices, Shannon-Wiener e Simpson. Em Rényi, valores de diversidade no parâmetro $\alpha = 0$ correspondem ao número de espécies da amostra, não levando em consideração a equitabilidade; em $\alpha = 1$ é considerado o índice de Shannon-Wiener, e em $\alpha = 2$, o índice de Simpson (MELO AS, 2008).

A equitabilidade foi estimada a partir do índice de Pielou (J'), derivado do índice de Shannon-Wiener, que representa a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies nos ambientes analisado. Para avaliar a similaridade na composição da fauna de flebotômíneos entre os ambientes, utilizou-se o índice de similaridade de Jaccard. Todas as análises foram realizadas no programa PAST 4.03 (HAMMER Ø, et al., 2001).

RESULTADOS

De agosto a outubro de 2021, foram capturados 544 flebotômíneos, pertencentes a 12 gêneros e 28 espécies, sendo >80% dos espécimes provenientes de floresta (FT). A quantidade de fêmeas foi maior do que de machos em toda a amostra (razão sexual F/M = 1,27:1). Os gêneros com maior número de espécies foram *Evandromyia* (6), *Psychodopygus* (4) e *Psathyromyia* (4), enquanto os gêneros *Nyssomyia*, *Evandromyia*, *Psychodopygus* e *Bichromomyia* apresentaram maior número de espécimes capturados (340, 84, 44 e 42 respectivamente).

Quatro das 28 espécies amostradas foram as mais frequentes, *Nyssomyia antunesi* (Coutinho) (37,68%), *Ny. fraihai* (Martins et al.) (24,63%), *Evandromyia infraspínosa* (Mangabeira) (13,97%) e *Bichromomyia flaviscutellata* (Mangabeira) (7,72%) (**Tabela 1**).

Quanto à abundância de flebotômíneos, diferenças significativas foram observadas entre os ambientes amostrados ($\chi^2 = 21,9$; $p < 0,001$), sendo maiores em FT ($n = 452$) e em DR ($n = 74$). Em FT, as espécies *Ny. antunesi*, *Ny. fraihai*, *Ev. infraspínosa* e *Bi. flaviscutellata* representaram 89% do total de indivíduos capturados. Em CT, a abundância foi pequena ($n = 17$), com maior frequência da espécie *Ny. antunesi* ($n = 8$). Nos DR, a abundância de *Ny. antunesi* e *Ev. infraspínosa* foi semelhante ($n=20$ e $n=22$, respectivamente). Os domicílios urbanos contribuíram com apenas um exemplar. Espécimes de *Ev. infraspínosa*, *Ny. antunesi*, *Ps. davisii* e *Sc. sordellii* foram capturados em três dos quatro ambientes amostrados (**Tabela 1**).

Tabela 1 - Composição da fauna e frequência relativa de espécies de flebotomíneos, capturados no município de Cachoeira do Piriá, Pará, Brasil, de agosto a outubro de 2021.

Gênero	Espécie	FT		CT		DR		DU		Total		Total Geral	FR
		♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂		
<i>Bichromomyia</i>	<i>Bi. flaviscutellata</i> (Mangabeira)	22	18	0	0	1	1	0	23	19	42	7,72	
<i>Evandromyia</i>	<i>Ev. andersoni</i> (Le Pont e Desjeux)	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,18	
	<i>Ev. evandroi</i> (Costa Lima e Antunes)	0	0	0	0	2	2	0	2	2	4	0,74	
	<i>Ev. infraspinosa</i> (Mangabeira)	22	31	3	0	9	11	0	34	42	76	13,97	
	<i>Ev. monstruosa</i> (Floch e Abonnenc)	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0,18	
	<i>Ev. sericea</i> (Floch e Abonnenc)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0,18	
	<i>Evandromyia</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0,18	
<i>Lutzomyia</i>	<i>Lu. evangelistai</i> Martins e Fraiha	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,18	
	<i>Lu. gomezi</i> (Nitzulescu)	2	0	0	0	3	0	0	5	0	5	0,92	
<i>Micropygomyia</i>	<i>Mi. micropyga</i> (Mangabeira)	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0,18	
	<i>Mi. pilosa</i> (Damasceno e Causey)	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0,18	
	<i>Mi. trinidadensis</i> (Newstead)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	2	0,37	
<i>Nyssomyia</i>	<i>Ny. antunesi</i> (Coutinho)	60	115	6	2	13	9	0	79	126	205	37,68	
	<i>Ny. fraihai</i> (Martins et al.)	118	15	1	0	0	0	0	119	15	134	24,63	
	<i>Nyssomyia</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0,18	

Gênero	Espécie	FT		CT	DR		DU		Total		Total Geral	FR
		♀	♂		♀	♂	♀	♂	♀	♂		
<i>Psathyromyia</i>	<i>Pa. abunaensis</i> (Martins et al.)	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0,18
	<i>Pa. bigeniculata</i> (Floch e Abonnenc)	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,18
	<i>Pa. hermanlenti</i> (Martins e Falcão)	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0,37
	<i>Pa. punctigeniculata</i> (Floch e Abonnenc)	0	0	0	0	1	2	0	1	2	3	0,55
<i>Pintomyia</i>	<i>Pi. christenseni</i> (Young e Duncan)	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0,18
	<i>Pi. nevesi</i> (Damasceno e Arouck)	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0,18
<i>Psychodopygus</i>	<i>Ps. ayrozai</i> (Barretto e Coutinho)	9	5	1	0	0	0	0	10	5	15	2,76
	<i>Ps. chagasi</i> (Costa Lima)	1	6	0	0	0	0	0	1	6	7	1,29
	<i>Ps. complexus</i> (Mangabeira)	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0,37
	<i>Ps. davisii</i> (Root)	8	7	1	2	1	1	0	10	10	20	3,68
<i>Sciopemyia</i>	<i>Sc. sordellii</i> (Shannon e Del Ponte)	2	0	0	0	4	3	1	7	3	10	1,84
<i>Thrichophoromyia</i>	<i>Th. ruii</i> (Arias e Young)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0,18
<i>Trichopygomyia</i>	<i>Ty. dasipodogeton</i> (Castro)	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0,37
<i>Viannamyia</i>	<i>Vi. furcata</i> (Mangabeira)	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,18
	<i>Vi. tuberculata</i> (Mangabeira)	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,18
Total		251	201	13	4	40	34	1	305	239	544	100
Razão sexual ♀ / ♂		1,24:1		3,24:1		1,17:1		NA	1,27:1		-	-

Legenda: FT- Floresta; CT- Cultivos; DR- Domicílios Rurais; DU- Domicílios Urbanos; FR- Frequência relativa (%); NA – Não aplicável.

Fonte: Pinto CS et al., 2022.

Considerando que apenas um espécime de *Sciopemyia sordellii* foi capturado nos DU, este não foi considerado nas estimativas dos índices de riqueza, diversidade e equitabilidade.

A riqueza de espécies diferiu entre os ambientes, maior em FT e DR e menor nos CT e DU. Os estimadores Chao1 e ACE indicaram um gradiente de riqueza (FT>DR>CT), com possibilidade de acréscimo entre 3 e 14 espécies, se empregado um esforço maior nas amostragens. Ainda assim, o gradiente de riqueza observado se manteria inalterado entre os ambientes - maior na floresta (Chao1 = 22; ACE = 32,88) e nos DR (Chao1 = 21; ACE= 25,07) e menor nos CT (Chao1 = 9; ACE = 10,28) (**Tabela 2**).

Tabela 2 - Riqueza, dominância, diversidade e equitabilidade de flebotomíneos no município de Cachoeira do Piriá, Pará, Brasil.

Ambiente	S	Riqueza		Dominância B _P	Diversidade		Equitabilidade J'
		Chao1 (± EP)	ACE (± EP)		H'	D	
FT	18	22 (± 4,33)	32,888 (± 3,43)	0,3872	1,669	0,739	0,577
CT	6	9 (± 4,41)	10,278 (± 1,65)	0,4706	1,467	0,705	0,818
DR	17	21 (± 4,33)	25,073 (± 2,77)	0,2973	2,152	0,819	0,759

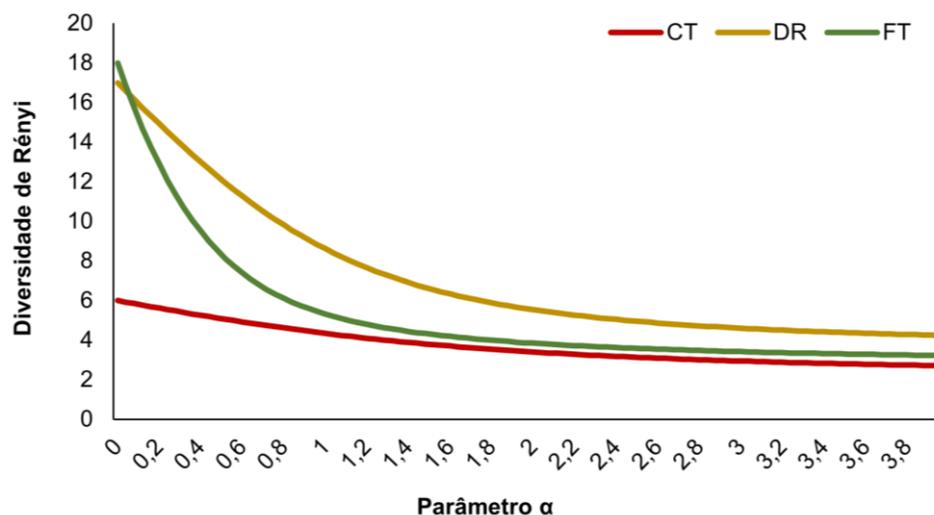
Legenda: FT: Floresta; CT: Cultivos; DR: Domicílios rurais. S: Riqueza observada. Chao1: Riqueza estimada; ACE: Estimador de cobertura; EP: Erro Padrão. B_P- Dominância de Berger-Parker. H': diversidade de Shannon-Wiener. D: diversidade de Simpson. J'. Equitabilidade de Pielou.

Fonte: Pinto CS, et al., 2022.

A dominância de espécies foi maior em CT (B_P= 0,4706) e FT (B_P= 0,3872). Contudo, os indivíduos estiveram mais uniformemente distribuídos, entre as espécies, nos CT (J' = 0,818) e DR (J' = 0,759). O menor valor de equitabilidade no ambiente florestal (J' = 0,577) ocorreu em função da dominância observada, principalmente, de duas espécies, *Ny. antunesi* e *Ny. fraihai* que juntas representaram ~70% dos indivíduos da amostra (**Tabela 2**).

Os DR apresentaram os maiores valores de diversidade e dominância (H' = 2,15; D = 0,81), enquanto FT e CT os valores desses índices foram equiparáveis (**Tabela 2**). Analisando os ambientes pela série Rényi, observou-se elevada diversidade também nos DR (e.g.: α = 0,2). Em α = 0 a diversidade em FT foi maior que nos DR, em decorrência de um táxon capturado a mais em FT (**Figura 1**).

Figura 1 - Perfil da diversidade de flebotomíneos pela série Rényi nos ambientes amostrados (FT- Floresta; CT- Cultivos; DR- Domicílios rurais) em Cachoeira do Piriá, Pará, Brasil.

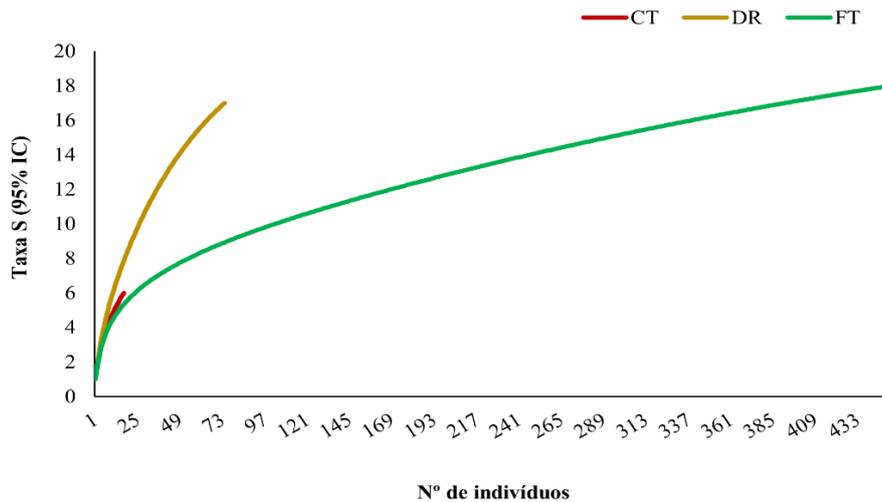


Fonte: Pinto CS, et al., 2022.

A análise de rarefação indicou maior diversidade de espécies também nos DR (**Figura 2**). Ao considerar o mesmo número de indivíduos na amostra (e.g.: 25 indivíduos), a riqueza observada nos DR foi maior em

comparação com FT e CT. A forma da curva de rarefação apresentada sugere que, para os três ambientes analisados, a diversidade de espécies poderia ser maior se empregado um maior esforço amostral. Isso reforça a necessidade de se intensificar as capturas de flebotomíneos no município, para atingir a suficiência amostral e melhorar a aproximação dos índices de riqueza e diversidade de espécies existentes na área estudada.

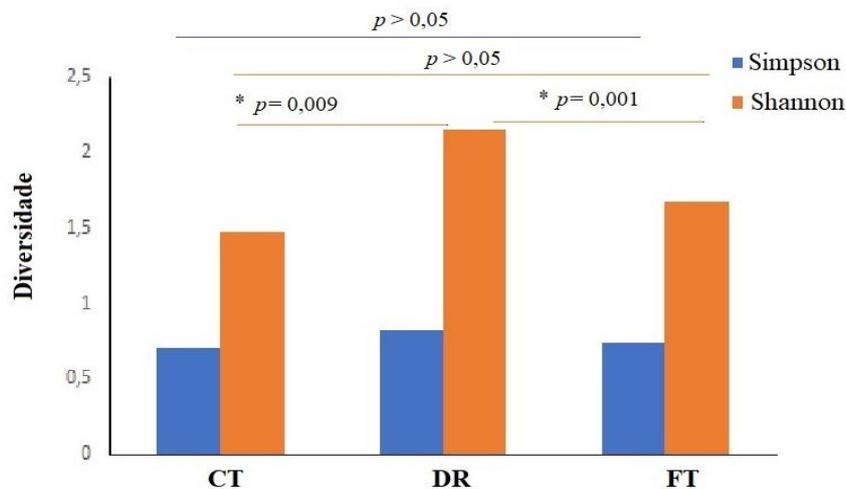
Figura 2 - Análise de rarefação para as espécies de flebotomíneos observadas na floresta (FT), cultivos (CT) e domicílios rurais (DR) no município de Cachoeira do Piriá, Pará, Brasil.



Fonte: Pinto CS, et al., 2022.

Os valores estimados pelo índice de diversidade de Shannon diferiram significativamente entre DR e CT ($p < 0,05$), DR e FT ($p < 0,05$), mas não entre FT e CT ($p > 0,05$). No entanto, a diversidade estimada pelo índice de Simpson foi equivalente e não diferiu significativamente entre os ambientes (Figura 3). Isso ocorreu, porque o índice de Shannon atribui maior peso a riqueza de espécies, a qual foi maior no DR, enquanto o índice de Simpson, que é uma representação probabilística, mede a probabilidade de dois indivíduos selecionados aleatoriamente no ambiente amostral (FT, CT ou DR) pertencerem à mesma espécie (ODUM EP e BARRETT GW, 2015).

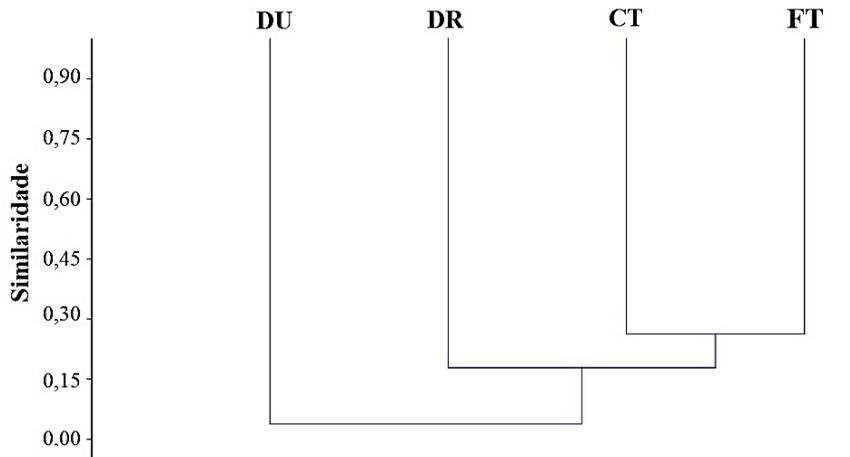
Figura 3 - Índices de diversidade de Shannon e Simpson das espécies de flebotomíneos entre cultivos (CT), domicílios rurais (DR) e floresta (FT) no município de Cachoeira do Piriá, Pará, Brasil.



Fonte: Pinto CS, et al., 2022.

A similaridade de espécies foi relativamente baixa (<30%) entre os ambientes amostrados (**Figura 4**). A floresta e os cultivos foram os mais similares, com 26% de similaridade. Cinco espécies foram comuns entre FT e CT (*Ev. infraspinosa*, *Ny. antunesi*, *Ny. fraihai*, *Ps. ayrozai* e *Ps. davis*). Entre FT e DR a similaridade foi de 21%, com 6 espécies presentes em ambos os ambientes (*Bi. flaviscutellata*, *Ev. infraspinosa*, *Lu. gomezi*, *Ny. antunesi*, *Ps. davis* e *Sc. sordellii*). Entre CT e DR a similaridade foi de 15%, com apenas 4 espécies em comum entre eles (*Ev. infraspinosa*, *Ny. antunesi*, *Ps. davis* e *Sc. sordellii*). A menor similaridade ocorreu entre os DU em relação aos demais ambientes analisados (**Tabela 2 e Figura 4**).

Figura 4 - Dendrograma de similaridade de Jaccard entre os ambientes amostrados no município de Cachoeira do Piriá, Pará, Brasil.



Fonte: Pinto CS, et al., 2022.

DISCUSSÃO

Aproximadamente 60% das espécies de flebotomíneos registradas para a Amazonia legal ocorrem no estado do Pará, onde o número de espécies que participam dos ciclos de transmissão das leishmanioses também é elevado (AGUIAR GM e VIEIRA VR, 2018; GALATI EAB, 2018). No presente estudo foram capturadas 28 espécies nos ambientes de floresta, cultivos, domicílios rurais e domicílios urbanos, o que equivale a ~21% da riqueza de espécies reportada para o estado do Pará e ~12% da riqueza de espécies conhecida para a Amazônia brasileira, que é semelhante à riqueza reportada para outros municípios paraenses, mas é menor do que a riqueza registradas para o estado do Amazonas e Rondônia (CHAGAS AP, et al., 2016; CARVALHO BM, et al., 2018; SANTOS WS, et al., 2019; TEODORO LM, et al., 2021; RAMOS WR, et al., 2014; CORDEIRO DP, et al., 2021; PEREIRA Jr. AM, et al., 2019a).

Entre os ambientes amostrados, a abundância diferiu significativamente, sendo maior em FT e progressivamente menor em DR, CT e DU. Espécies mais abundantes na comunidade possuem maior êxito ecológico e maior peso nos resultados de 'Dominância' e 'Equitabilidade' (MAGURRAM AE e RAMNARINE IW, 2004). Em Cachoeira do Piriá, *Ny. antunesi*, *Ny. fraihai*, *Ev. infraspinosa* e *Bi. flaviscutellata* foram as mais abundantes, com maior dominância de espécies nos CT em função do maior número de *Ny. antunesi* em ambos os ambientes e de *Ny. fraihai* na floresta. A equitabilidade foi menor na FT devido à predominância de *Ny. antunesi* e *Ny. fraihai*, que juntas representaram 70% do total de indivíduos nesse ambiente.

Na região norte do Brasil, *Ny. antunesi* é uma espécie amplamente distribuída e provavelmente atua como vetor de *Leishmania (Viannia) lindenbergi* no Pará (RAMOS WR, et al., 2014; CHAGAS ECS, et al., 2018; PEREIRA JR A, et al., 2019a; UZCÁTEGUI YDV, et al., 2020; SILVEIRA FT, et al., 2002). Em Cachoeira do Piriá, *Ny. antunesi* foi a espécie mais abundante, o que indica melhor adaptação, menor exigência alimentar e sucesso ecológico, reforçado pela ocorrência da espécie em praticamente todos os ambientes, exceto nos DU. A elevada abundância dessa espécie também foi observada em outros municípios paraenses, a exemplo de Bragança, Santarém e Tome-Açu (FEITOSA MAC, et al., 2012; CARVALHO BM, et al., 2018; SANTOS WS, et al., 2019).

Nyssomyia antunesi ocorreu em maior número de indivíduos na floresta, com um quantitativo maior de machos (72%) em relação às fêmeas (38%). Nos CT e DR o número de fêmeas foi maior que de machos. Essa diferença na proporção entre machos e fêmeas, pode ser explicada pelo fato de que os flebotômíneos machos não se dispersam muito de seus locais de nascimento (AGUIAR GM e VIEIRA VR, 2018). Uma vez que somente as fêmeas são hematófagas, esses resultados sugerem que, embora *Ny. antunesi* mantenha seus criadouros na floresta, as fêmeas provavelmente buscam alimentação sanguínea em ambientes extraflorestais, evidenciado pelo maior número de fêmeas em CT e DR, o que pode elevar o risco de transmissão de *L. lindenbergi* nesses ambientes (SILVEIRA FT, et al., 2002).

No que se refere a abundância de *Ny. fraihai*, detectada na floresta e nos CT, com mais de 90% dos indivíduos obtidos na floresta, esse foi o primeiro registro da espécie para o nordeste paraense. Embora *Ny. fraihai* não seja considerada vetor de *Leishmania*, a sinonímia anterior com *Ny. yuilli yuilli* (Young e Porter) – espécie com registro de infecção natural por *Leishmania* spp. no Brasil – acende a suspeita com relação a sua importância vetorial pois, após a revalidação da sinonímia com *Ny. yuilli yuilli*, todos os espécimes identificados como *Ny. yuilli yuilli* no Brasil, passaram a ser *Ny. fraihai*, incluindo os registros de ocorrência (ARIAS JR, et al., 1985; GODOY RE e GALATI EAB, 2016).

Evandromyia infraspinoso, espécie também abundante no estudo, é comum em áreas silvestres (AGUIAR GM e VIEIRA VR, 2018). Em Cachoeira do Piriá, ~70% dos espécimes foram capturados em FT, mas também nos DR (26%) e nos CT (3%). Embora, até o momento, a espécie não seja considerada vetor de *Leishmania* spp., sua presença nos DR e em áreas próximas das residências (CT), sugere que espécie pode eventualmente realizar alimentação sanguínea em humanos e animais domésticos e causar incômodo à essas populações, quando em número elevado de indivíduos.

Bichromomyia flaviscutellata é um importante vetor na transmissão de *Leishmania (Leishmania) amazonensis* no Brasil e em outros países da América do Sul. No Pará, *Bi. flaviscutellata* ocorre em aproximadamente 43 municípios (CARVALHO BM, et al., 2015; CHAGAS AP, et al., 2016; GONÇALVES R, et al., 2016; CARVALHO BM, et al., 2018; SANTOS WS, et al., 2019; UZCÁTEGUI YDV, et al., 2020). Em Cachoeira do Piriá, apesar de 95% dos indivíduos terem sido capturados em FT, também foram detectados nos DR. A preferência silvestre dessa espécie e sua ocorrência em áreas domiciliares corrobora com estudos anteriores, bem como reforça a necessidade de estudos complementares para elucidação de seu papel na transmissão de *Leishmania* spp. nesse e em demais municípios da região nordeste do Pará (AGUIAR GM e VIEIRA VR, 2018; CARVALHO BM, et al., 2018; CHAGAS ECS, et al., 2018; DE ÁVILA MM, et al., 2018; SANTOS WS, et al., 2019).

Além de *Ny. antunesi* e *Bi. flaviscutellata* outras espécies, com importância comprovada ou suspeita na transmissão de leishmânias, foram capturadas nos ambientes amostrados. *Lu. gomezi*, esteve presente na floresta e DR, é considerada provável vetor de *L. (V.) shawi* e *L. (V.) braziliensis* (SOUZA AAA, et al., 2016; BRAZIL RP e BRAZIL BG, 2014).

Psychodopygus davis, espécie capturada em praticamente todos os ambientes, exceto nos DU, é vetor comprovado de *L. (V.) braziliensis* e suspeito de transmitir *L. (V.) naiffi* e *L. (L.) amazonensis* (GIL LHS et al., 2003; SOUZA AAA, et al., 2010; SOUZA AAA, et al., 2016; RESADORE F, et al., 2018). Santos WS, et al. (2019) e Chagas AP, et al. (2016), também detectaram a presença de *Ps. davis* próximo de domicílios rurais no Pará.

Psychodopygus ayrozai é provável vetor de *Leishmania (V.) naiffi* na Amazônia (LAINSON R, 2010). Em Cachoeira do Piriá, espécimes foram mais frequentes em FT do que em CT, o que denota uma exploração diferencial de outros ambientes pela espécie e o possível risco de transmissão de leishmania para humanos em áreas alteradas utilizadas para atividades laborais.

Psychodopygus complexus foi capturada apenas no ambiente florestal, e é importante na transmissão de *L. (V.) braziliensis* no estado do Pará (LAINSON R, 2010).

De forma geral, valores mais elevados de riqueza e diversidade de flebotômíneos na Amazônia são observados em ecótopos silvestres (AGUIAR GM e VIEIRA VR, 2018; CHAGAS ECS, et al., 2018; PEREIRA Jr. AM, et al., 2019a). Embora neste estudo o esforço amostral não tenha sido suficiente, um gradiente idêntico

foi observado tanto para a riqueza estimada quanto para a riqueza observada (FT>DR>CT>DU), com maior registro de espécies na floresta. No entanto, a diversidade da fauna de flebotomíneos foi mais elevada nos domicílios rurais, reforçando os estudos de De Ávila MM, et al. (2018).

A diversidade de espécies é um indicativo do equilíbrio das comunidades naturais. Quanto maior a diversidade, mais estáveis e menos suscetíveis a distúrbios ambientais estão essas comunidades, e quanto menor a diversidade maior o estresse ambiental (TILMAN D, et al., 1998; ODUM EP e BARRETT GW, 2015). Neste estudo a diversidade nos domicílios rurais superou a dos ambientes florestais e dos cultivos. Essas diferenças podem ser um reflexo das intensas mudanças nas áreas de florestas do município, por atividade de mineração, pastagem e agricultura, as quais resultam em desequilíbrio nas populações de flebotomíneos e migração desses insetos de seu ambiente natural (florestal) para outros ambientes, como CT e DR.

A presença de fontes de alimentação sanguínea (e.g.: galinheiros e chiqueiros) e outros recursos (presença de vegetação e matéria orgânica) nos arredores dos domicílios rurais, favorece uma possível 'recuperação' da comunidade, aumentando a abundância, riqueza e, principalmente, a diversidade nesse ambiente. A presença de espécies de flebotomíneos, com importância vetorial nos DR, sugere uma maior vulnerabilidade das populações humanas à transmissão de *Leishmania* spp. nesse ambiente. Nesse sentido, há a necessidade de se promover ações de educação em saúde para as pessoas que vivem nessas áreas, acerca de medidas preventivas às leishmanioses.

Como em Cachoeira do Piriá as atividades que impactam as florestas são comuns, o monitoramento dos vetores, tanto nas áreas de cultivos, onde as pessoas exercem atividades laborais, quanto nos domicílios rurais não pode ser negligenciado.

CONCLUSÃO

Cachoeira do Piriá apresenta rica fauna de flebotomíneos e se observa que algumas espécies apresentam melhor êxito ecológico, ou seja, uma melhor capacidade de adaptação à ambientes perturbados, a exemplo de *Ny. antunesi*, *Ny. fraihai*, *Ev. infraspinosa* e *Bi. flaviscutellata*. A observação de um elevado número de espécies nos domicílios rurais, com riqueza próxima à da floresta, denota um desequilíbrio na comunidade de flebotomíneos, provavelmente como resultado das alterações nos ambientes florestais do município. A presença de espécies com reconhecida importância epidemiológica, sobretudo nos domicílios e em áreas de cultivos, reforça a necessidade do monitoramento dos vetores e de casos de leishmaniose, além da implementação de ações de educação em saúde, sobre a doença e medidas profiláticas nessas áreas. Ademais, o registro de espécies dos vetores no interior de residências, ainda que sem elucidação de seu papel nos ciclos de transmissão das leishmanioses, devem ser alvo de vigilância entomológica contínua, no intuito de agregar mais informações que auxiliem no planejamento de ações de prevenção e controle, a fim de evitar possíveis surtos da doença no município.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Evandro Chagas (IEC/PA) pelo apoio logístico e financeiro. Aos técnicos do IEC/PA Resende BM e Pereira LCS pelo apoio nas coletas de dados e à Secretaria Municipal de Saúde de Cachoeira do Piriá, pelo apoio logístico durante as atividades em campo. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, que financia as atividades do Programa de Pós-graduação em Biologia Parasitária na Amazônia – PGPBPA/UEPA em convênio com o IEC.

REFERÊNCIAS

1. AGUIAR GM e VIEIRA VR. Regional distribution and habitats of Brazilian Phlebotomine Species. In: RANGEL EF, SHAW JJ. Brazilian Sand Flies: Biology, Taxonomy, Medical Importance and Control. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2018, p. 251-298.
2. ARIAS JR, et al. Flagellate infections of Brazilian sand flies (Diptera: Psychodidae): isolation in vitro and biochemical identification of *Endotrypanum* and *Leishmania*. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 1985; 34:1098-1108.
3. AZEVEDO COUTINHO RB e MENDONÇA SCF. Formas Clínicas das Leishmanioses Tegumentares nas Américas. In: CONCEIÇÃO SILVA F e ALVES CA. Leishmanioses do Continente Americano. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2014. p. 311-326.

4. BRAZIL RP e BRAZIL BG. Vetores na Leishmaniose Tegumentar Americana. In: CONCEIÇÃO SILVA F, ALVES CA. Leishmanioses do Continente Americano. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2014, p. 194-200.
5. CARVALHO BM, et al. Ecological Niche Modelling Predicts Southward Expansion of *Lutzomyia (Nyssomyia) flaviscutellata* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), Vector of *Leishmania (Leishmania) amazonensis* in South America, under Climate Change. PLoS ONE, 2015;10(11): e0143282.
6. CARVALHO BM, et al. Entomological surveys of *Lutzomyia flaviscutellata* and other vectors of cutaneous leishmaniasis in municipalities with records of *Leishmania amazonensis* within the Bragança region of Pará State, Brazil. Journal of Vector Ecology, 2018; 168-178.
7. CHAGAS AP, et al. Aspectos ecológicos da fauna de flebotomíneos em foco de leishmaniose na Amazônia Oriental, Estado do Pará, Brasil. Revista Pan-Amazônica de Saúde, 2016; 7: 123-132.
8. CHAGAS ECS, et al. Composition of sand fly fauna (Diptera: Psychodidae) and detection of *Leishmania* DNA (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) in different ecotopes from a rural settlement in the central Amazon, Brazil. Parasites & Vectors, 2018; 11(180).
9. CHAO A, YANG MCK. Stopping rules and estimation for recapture debugging with unequal failure rates. Biometrika, 1993; 80: 193-201.
10. CORDEIRO DP, et al. The Psychodidae (Diptera) of Ja National Park (Amazonas, Brazil) with description of two new species of Psychodinae. Zootaxa, 2021; 5032(2): 275-282.
11. COSTA GS, et al. New Records of Phlebotomine Sand Flies (Diptera: Psychodidae) From the Western Brazilian Amazon and the Description of the Female of *Pintomyia fiocruzi*. Journal of Medical Entomology, 2020; 57(4):1328-1333.
12. DE ÁVILA MM, et al. Ecology, feeding and natural infection by *Leishmania* spp. of phlebotomine sand flies in an area of high incidence of American tegumentary leishmaniasis in the municipality of Rio Branco, Acre, Brazil. Parasites Vectors, 2018; 11(64).
13. FEITOSA MAC, et al. Diversity of sand flies in domiciliary environment of Santarém, state of Pará, Brazil: species composition and abundance patterns in rural and urban areas. Acta Amazônica, 2012; 42(4):507-514.
14. GALATI EAB. Phlebotominae (Diptera, Psychodidae): Classification, Morphology and Terminology of Adults and Identification of American Taxa. In: RANGEL EF e SHAW JJ. Brazilian Sand Flies: Biology, Taxonomy, Medical Importance and Control. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2018, p. 9-212.
15. GIL LHS, et al. Recent observations on the sand fly (Diptera: Psychodidae) fauna of the state of Rondônia, western Amazônia, Brazil: the importance of *Psychodopygus davisi* as a vector of zoonotic cutaneous leishmaniasis. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 2003; 98:751-755.
16. GODOY RE e GALATI EAB. Revalidation of *Nyssomyia fraihai* (Martins, Falcão & Silva 1979) (Diptera: Psychodidae). Journal of Medical Entomology, 2016; 53(6):1303-1311.
17. GONÇALVES R, et al. Diversity and ecology of sand flies (Psychodidae: Phlebotominae): foci of cutaneous leishmaniasis in Amazon Region, Brazil. Revista Pan-Amazônica de Saúde, 2016; 7:133-142.
18. LAINSON R. Espécies neotropicais de *Leishmania*: uma breve revisão histórica sobre sua descoberta, ecologia e taxonomia. Revista Pan-Amazônica de Saúde, 2010; 1(2):13-32.
19. MAGURRAM AE, RAMNARINE IW. Learned mate recognition and reproductive isolation in guppies. Animal Behaviour, 2004; 67: 1077-1082.
20. MARCONDES CB. A proposal of generic and subgeneric abbreviations for Phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) of the world. Entomology News, 2007; 118: 351-356.
21. MELO AS. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade num índice de diversidade? Biota Neotropical, 2008; 8(3):21-7, 2008.
22. HAMMER Ø, et al. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, 2001; 4(1).
23. ODUM EP, BARRETT GW. Ecologia de população. In: ODUM EP, BARRETT GW. Fundamento de ecologia. 5ª ed. São Paulo: Cengage, 2015. p. 224-281.
24. PEREIRA JR A, et al. Diversity, natural infection and blood meal sources of phlebotomine sandflies (Diptera, Psychodidae) in the western Brazilian Amazon. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 2019a; 114: e190170.
25. PEREIRA JR A, et al. New record of four sand fly species (Diptera, Psychodidae) in Rondônia State, Western Amazon, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 2019b; 80: 1-3.
26. PIMENTA PFP, et al. Biology of the Leishmania - Sand Fly Interaction. In: RANGEL EF e SHAW JJ. Brazilian Sand Flies: Biology, Taxonomy, Medical Importance and Control. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2018, p. 319-339.
27. RAMOS WR, et al. Anthropic effects on sand fly (Diptera: Psychodidae) abundance and diversity in an Amazonian rural settlement, Brazil. Acta Tropica, 2014; 139: 44-52.
28. RESADORE F, et al. Composition and Vertical Stratification of Phlebotomine Sand Fly Fauna and the Molecular Detection of *Leishmania* in Forested Areas in Rondônia State Municipalities, Western Amazon, Brazil. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 2018; 19(5): 347-357.
29. SANTOS WS, et al. Flebotomíneos (Psychodidae: Phlebotominae) de área endêmica para leishmaniose cutânea e visceral no nordeste do estado do Pará, Brasil. Revista Pan-Amazônica de Saúde, 2019; 10: e201900059.
30. SHAW JJ, et al. Brazilian Phlebotomines as Hosts and Vectors of Viruses, Bacteria, Fungi, Protozoa (Excluding Those Belonging to the Genus *Leishmania*) and Nematodes. In: RANGEL EF e SHAW JJ. Brazilian Sand Flies: Biology, Taxonomy, Medical Importance and Control. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2018, p. 417-441.
31. SILVEIRA FT, et al. An outbreak of cutaneous leishmaniasis among soldiers in Belém, Pará State, Brazil, caused by *leishmania (Viannia) lindenbergi* n. sp. a new leishmanial parasite of man in the amazon region. Parasite, 2002; 9: 43-50.
32. SOUZA AAA, et al. Fauna flebotomínica da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil, e sua possível implicação na transmissão da leishmaniose tegumentar americana. Revista Pan-Amazônica de Saúde, 2010; 1(1): 45-51.
33. SOUZA AAA, et al. Natural *Leishmania (Viannia)* spp. infections in phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) from the Brazilian Amazon region reveal new putative transmission cycles of American cutaneous leishmaniasis. Parasite, 2016; 23(22).
34. TEODORO LM. Phlebotomine sand flies (Diptera, Psychodidae) from iron ore caves in the State of Pará, Brazil. Subterranean Biology, 2021; 37: 27-42.
35. TILMAN D, et al. Diversity-stability relationships: statistical inevitability or ecological consequence? American Naturalist, 1998; 151(3): 277-82.
36. UZCÁTEGUI YDV, et al. Phlebotomines (Diptera: Psychodidae) from a Urban Park of Belém, Pará State, Northern Brazil and Potential Implications in the Transmission of American Cutaneous Leishmaniasis. Journal of Medical Entomology, 2020; 57(1): 281-288.