

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO – PPBC.
MESTRADO

PEDRO CARVALHO FREIRE

COMUNIDADE DE FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA, PSYCHODIDAE) EM
ÁREA RURAL ENDÊMICA DE LEISHMANIOSE, NA REGIÃO DO
CERRADO MARANHENSE

SÃO LUÍS - MA

2016

PEDRO CARVALHO FREIRE

**COMUNIDADE DE FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA, PSYCHODIDAE) EM
ÁREA RURAL ENDÊMICA DE LEISHMANIOSE, NA REGIÃO DO
CERRADO MARANHENSE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre, do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação - Mestrado, área de concentração em Ecologia de insetos vetores/Biologia das populações e comunidades.

Prof. Dr. José Manuel Macário Rebêlo - UFMA
(Orientador)

SÃO LUÍS - MA

2016

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Freire, Pedro Carvalho.

Comunidade de flebotomíneos Diptera, Psychodidae em
área rural endêmica de leishmaniose, na região do cerrado
maranhense / Pedro Carvalho Freire, Louiziane Ribeiro
Nascimento, Jorge Luiz Pinto Moraes. - 2016.

100 f.

Orientador(a): José Manuel Macário Rebêlo.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Biodiversidade Conservação/ccbs, Universidade Federal do
Maranhão, São Luis, MA, 2016.

1. Cerrado. 2. Ecologia. 3. Flebotomíneos. 4.
Leishmanioses. 5. Vetores. I. Moraes, Jorge Luiz Pinto.
II. Nascimento, Louiziane Ribeiro. III. Rebêlo, José
Manuel Macário. IV. Título.

PEDRO CARVALHO FREIRE

**COMUNIDADE DE FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA, PSYCHODIDAE) EM
ÁREA RURAL ENDÊMICA DE LEISHMANIOSE, NA REGIÃO DO
CERRADO MARANHENSE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre, do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação - Mestrado, área de concentração em Ecologia de insetos vetores/Biologia das populações e comunidades.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Manuel Macário Rebêlo - UFMA
(Orientador)

Prof. Dr. Francinaldo Soares Silva - UFMA

Prof^a. Dr^a. Valéria Cristina Soares Pinheiro - UEMA

SÃO LUÍS - MA

2016

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, Fernando José Silva Freire e Virgínia Maria Carvalho Freire, as minhas amadas e estimadas filhas Maria Clara e Maria Isabela Moreira Lima Freire e meus queridos irmãos Vanda, Thayná, Daniel e Ana Carolina pelo incentivo, apoio, suporte e presença constante em minha vida.

Que Deus os Abençoe.

A Fabiana Moreira Lima Freire, minha querida esposa, amiga e companheira em todos os momentos da minha vida, pelo estímulo, espontaneidade e cumplicidade nos nossos objetivos.

Que Deus a conserve assim.

Ao grande e “eterno” educador Ronald da Silva Carvalho (*In Memoriam*), meu falecido e querido avô, referencial de vida e fonte de inspiração profissional.

Que Deus o tenha em sua glória.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e a minha família a qual dedico este trabalho e posteriormente a todos aqueles que de alguma forma, contribuíram para que este projeto se tornasse realidade, em especial:

Ao Prof. Dr. José Manuel Macário Rebêlo, chefe do Laboratório de Entomologia e Vetores, Universidade Federal do Maranhão, pela orientação, revisão e suas excelentes sugestões que contribuíram para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao Mestre Jorge Luiz Pinto Moraes, Laboratório de Entomologia e Vetores, Universidade Federal do Maranhão, pela confirmação das espécies identificadas, apoio nas atividades de campo e de laboratório e revisão dos artigos.

A Estagiária Louiziane Ribeiro Nascimento, do Laboratório de Entomologia e Vetores, Universidade Federal do Maranhão, pela valiosa ajuda no laboratório e pela constante vontade de aprender taxonomia.

Aos moradores do município de São Domingos do Maranhão, local do estudo, pela compreensão, apoio, suporte sem os quais este trabalho não poderia ser concluído.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão, pela transmissão dos conhecimentos que contribuíram para a minha formação acadêmica.

A Sra. Ana Lúcia Nogueira Reis, secretária do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão, pelas sugestões, informações e paciência em me ouvir.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão, pelo convívio e lembranças de momentos inesquecíveis.

Ao Prof. Dr. Francinaldo Soares Silva, da Universidade Federal do Maranhão e Prof. Dr. José Dilermando Andrade Filho, da Fundação Osvaldo Cruz, pela participação como avaliadores na banca da qualificação desta dissertação e pelas respectivas correções e sugestões para melhoria do trabalho.

“Não é na ciência que está a
felicidade, mas na aquisição da ciência”

Edgar Allan Poe

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	1
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
1.1. Biologia dos flebotomíneos.....	3
1.2. Taxonomia, ecologia e distribuição dos flebotomíneos	5
1.3. A fauna de flebotomíneos do estado do Maranhão	7
1.5. Características gerais das leishmanioses	8
1.6. Ocorrência e distribuição da leishmaniose tegumentar	10
1.7. Ocorrência e distribuição da leishmaniose visceral	16
1.8. Situação das leishmanioses no estado do Maranhão	22
REFERÊNCIAS	24
2. ARTIGO ORIGINAL - Fatores determinantes na distribuição da riqueza, abundância e sazonalidade de uma comunidade de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em área de cerrado	32
Resumo	34
Abstract	35
Introdução	36
Materiais e métodos	38
Resultados	41
Discussão	44
Agradecimentos	48
Referências	49
Legendas das figuras	57
Figuras	58
Tabelas	62
Normas da revista Journal of Medical Entomology	64

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação constitui um trabalho investigativo original sobre a estrutura da comunidade de flebotomíneos, dípteros da família dos psichodídeos. O estudo foi realizado em uma área rural de cerrado no estado do Maranhão, onde as leishmanioses ocorrem de forma endêmica.

Os flebotomíneos foram escolhidos para este estudo por dois motivos fundamentais: primeiro, por constituir um importante grupo de insetos da fauna neotropical, estando presentes em quase todos os tipos de habitats terrestres. Segundo, por que são vetores de protozoários causadores de leishmanioses, uma importante doença que afeta a população brasileira e, sobretudo, do estado do Maranhão.

A nível mundial, estes insetos apresentam grande importância médica e veterinária uma vez que, algumas espécies, são capazes de transmitir vários agentes patogênicos, tais como *Bartonella* spp., *Phlebovirus* spp., e vários tripanosomatídeos, como o conhecido gênero *Leishmania* responsável pela supramencionada leishmaniose.

No Brasil, assim como em outros países do Novo Mundo, a leishmaniose tegumentar americana (LTA) e a leishmaniose visceral americana (LVA) encontram-se situadas entre as endemias mais prevalentes e, por isso, constituem um grande problema de Saúde Pública.

Do ponto de vista teórico, as possibilidades de implantação de intervenções profiláticas nas leishmanioses pressupõem o estudo das doenças em cada contexto epidemiológico, orientando a utilização de medidas de controle particularizadas, atendendo as necessidades de cada região e racionalizando investimentos com pessoal, insumos e tecnologia.

Os problemas Ambientais e de Saúde Pública devem ser reconhecidos em suas origens nas sociedades contemporâneas, da mesma forma que sua inerente conexão com a questão da equidade social, no intuito de compreendê-los e possibilitar a construção de alternativas para sua superação. Nesse contexto, torna-se importante a caracterização das áreas de risco, uma vez que essa metodologia tem sido empregada para avaliação de fatores geográficos, ecológicos e epidemiológicos na transmissão de endemias como as leishmanioses.

Além disso, é fundamental o papel desempenhado pela rede de relações estabelecida pelos cientistas que buscam compreender o ciclo silvestre e urbano das leishmanioses (forma tegumentar e visceral), além do papel desempenhado pelo Estado, por medidas tomadas em relação à Saúde Pública. Para se avaliar as condições que podem favorecer a ocorrência das leishmanioses, torna-se necessário, além dos estudos ecológicos da distribuição dos seus respectivos vetores, a análise de alguns aspectos populacionais e sócio-econômicos.

Para tanto, o presente trabalho se desenvolve em dois capítulos, sendo o primeiro uma revisão do estado da arte, onde faz-se uma contextualização a partir da literatura pertinente, abordando aspectos da biologia, ecologia, taxonomia e biogeografia dos flebotomíneos e epidemiologia das leishmanioses. O segundo capítulo constitui a pesquisa científica original, na forma de artigo, que trata do estudo da composição, riqueza e abundância sazonal de espécies de flebotomíneos capturados numa área rural com transmissão de casos de leishmaniose tegumentar e visceral americana. Este último capítulo está formatado de acordo com as normas da revista *Journal of Medical Entomology* a qual será submetido. Os resultados apresentados são amparados por diversos estudos realizados no Brasil e no Maranhão e apresentam dados consistentes que podem contribuir para estratégias de controle desta endemia.

1º CAPÍTULO: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. Biologia dos flebotomíneos

Os flebotomíneos (Figura 1) são insetos dípteros, psichodídeos, de pequeno porte, corpo piloso, delgado e diferem-se dos demais dípteros nematoceros por, principalmente, desenvolverem todo seu estágio larval em matéria orgânica contida no solo e não em água (Aguiar & Medeiros, 2003). Quando adultos, apresentam dimorfismo sexual, alimentam-se de seiva para manter a homeostase, mas as fêmeas precisam de uma dieta sanguínea para maturação ovariana e assim prosseguir com a oviposição e manutenção do ciclo vital (Figura 2), desenvolvendo, a partir desse repasto sanguíneo, competência vetorial para transmissão de uma importante zoonose, a leishmaniose (Young & Duncan, 1994).



Figura 1: Macho e fêmea de flebotomíneo (*Lutzomia*). Fonte: Brasil, 1994.

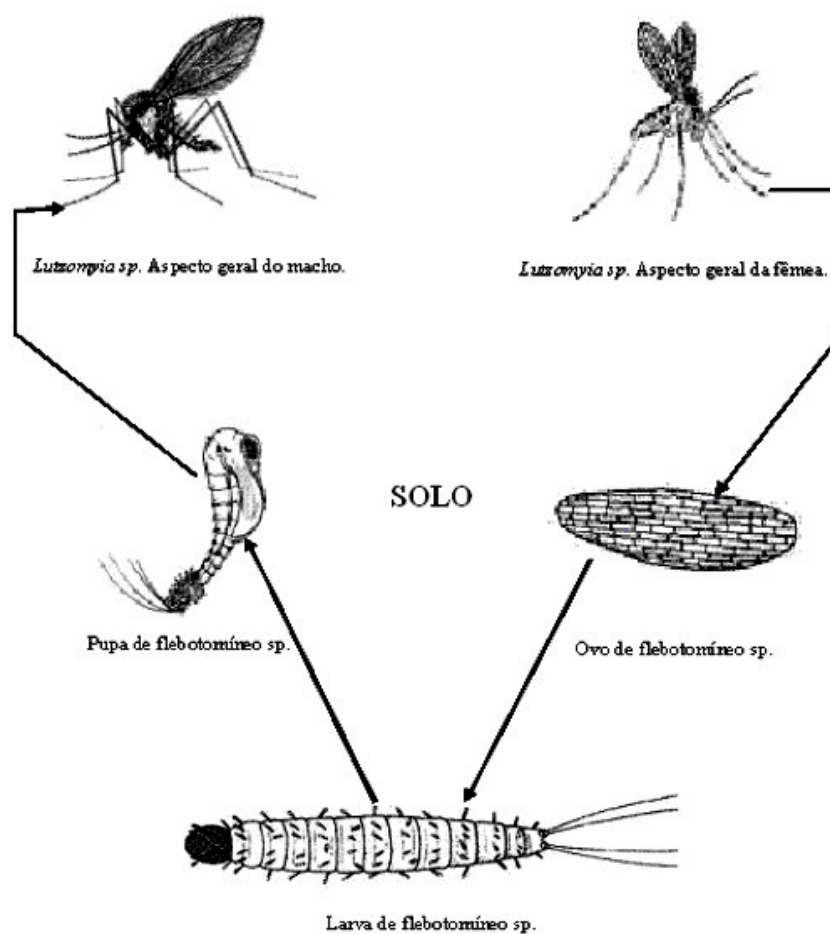


Figura 2: Ciclo biológico de flebotomíneos do gênero *Lutzomyia*. .Fonte: Brazil & Brazil, 2003.

O período compreendido entre a descoberta dos flebotomíneos em 1786 até a comprovação de alguns como vetores de leishmaniose foi um período de lento progresso no estudo destes insetos. No entanto, seu papel vetorial que também é atribuído na transmissão do flebovírus, Harara e bartonelose, permitiu uma maior prioridade na realização dos estudos entomológicos que, segundo Rangel e Lainson (2003), revolucionaram o modelo de classificação deste gênero na década de 1940, e que até os tempos atuais vêm identificando e atribuindo competência vetorial para outras espécies, cuja presença em um foco de leishmaniose era vista como irrelevante.

1.2. Taxonomia, ecologia e distribuição dos flebotomíneos

Os flebotomíneos constituem um grupo de dípteros da subordem dos nematóceros, Família Psychodidae, Subfamília Phlebotominae, com mais de 900 espécies distribuídas por quase todos os habitats no mundo, com aproximadamente 500 espécies dispersas pelas áreas neotropicais (Galati, 2003). No Brasil, tem-se conhecimento de 229 espécies, o que representa 28,6% do total e 47,7% das que ocorrem na Região Neotropical (Aguiar & Medeiros, 2003).

O gênero *Lutzomyia*, principal responsável pela transmissão das leishmanioses nas Américas, apresenta aproximadamente 350 espécies catalogadas, distribuídas desde o sul dos Estados Unidos ao norte da Argentina (Rangel e Lainson, 2003). Destas, existem aproximadamente 30 espécies com comprovada capacidade de transmitir *Leishmania* spp. (Lainson & Shaw, 1998). O Brasil, país de proporções continentais, com clima tropical e densa área silvestre, possui condições ideais para abrigar diversas espécies, sendo que, só na bacia amazônica, já foram encontradas aproximadamente 200 delas (Alexander, 2000; Gil et al., 2003).

Em condições naturais, estes insetos existem em comunidades estáveis distribuídas ao longo dos diversos biótopos. Assim sendo, Acevedo e Arrivillaga (2008) sugeriram que a ocorrência de epidemias vetoriadas pelos flebotomíneos, como é o caso da leishmaniose, esteja diretamente ligado a problemas de expansão urbana que ocorre pela introdução acidental ou planejada do homem em regiões onde os flebotomíneos habitam (Figura 3).

Os biótopos onde podem ser encontrados flebótomos adultos, variam de acordo com fatores ambientais (Oliveira et al., 2010). Sua estrutura orgânica delicada, os afugentam das alterações bruscas do clima, e para maior comodidade buscam abrigos

em locais úmidos, sem luminosidade, com baixa corrente de ar e com matéria orgânica em decomposição. A umidade é o fator determinante à manutenção destes insetos nos abrigos, dentre os quais tem-se: troncos de árvores, tocas de tatu, folhas caídas no solo, grutas, fendas nas rochas, anexos de animais domésticos e até paredes externas e internas de domicílio, que possuem as condições adequadas (Aguiar & Medeiros, 2003).

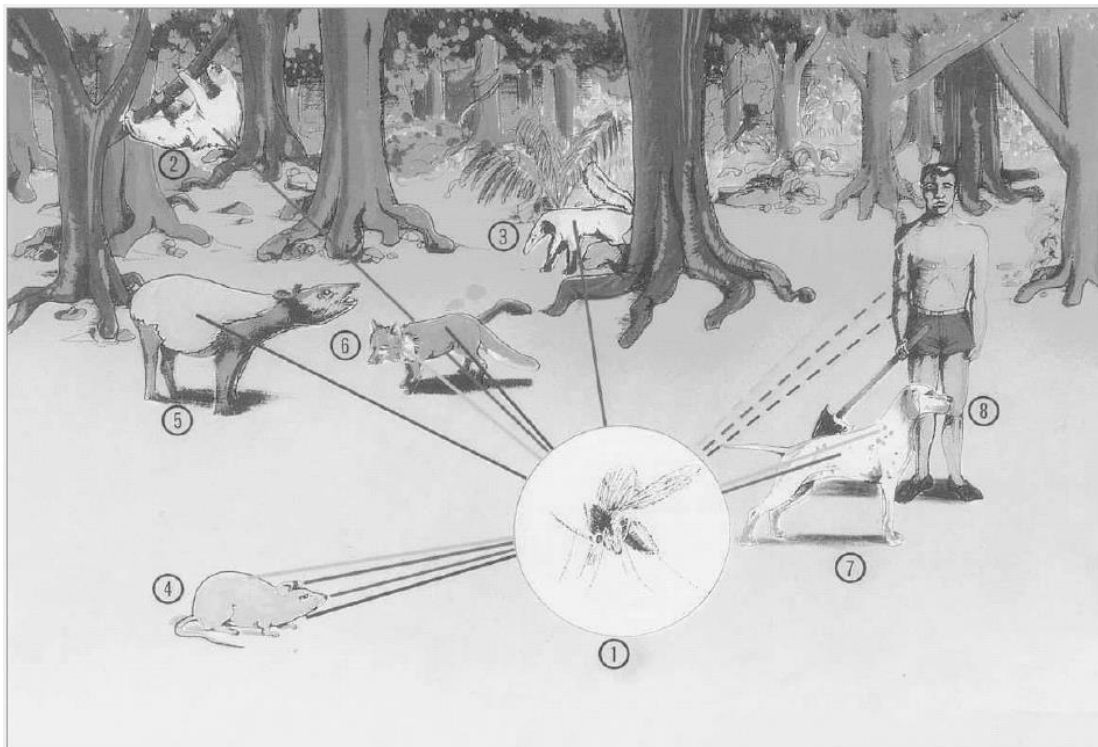


Figura 3: Ciclo de transmissão das leishmanioses. Fonte: Brasil, 2006

No Brasil, os flebotomíneos ocorrem nos mais variados tipos de habitats e já foram registrados em todas unidades federativas do país (Aguiar & Medeiros, 2003). Destes, apenas *Lutzomyia longipalpis* e *L. cruzi* são reconhecidamente transmissores transmissora da LVA no Brasil (Missawa & Lima, 2006) enquanto que *L. whitmani*, *L. wellcomei*, *L. intermedia*, *L. squamiventris*, *L. paraensis*, *L. ayrozal*, *L. flaviscutellata*, *L. ubiquitousalis*, *L. umbratilis*, *L. anduzei*, *L. paraensis* e *L. olmeca* transmitem LTA nas diferentes regiões do Brasil (Naiff-Junior et al., 2009).

Aguiar e Medeiros (2003), sugeriram categorizar as 260 espécies de flebotomíneos brasileiros em três grupos de acordo com seu atual comportamento: silvestres, semi-domésticos e domésticos. Para realizar esta distribuição eles observaram que algumas espécies ainda vivem exclusivamente em áreas florestais ou até não florestais, mas só encontram-se associadas a homens e animais domésticos acidentalmente. Estas eles as classificaram como silvestres, que envolvem 147 (56%), das espécies relatadas no Brasil. As semi-domésticas, foram assim classificadas pois vivem fora das habitações humanas e animais, mas adentram estes ambientes para o repasto sanguíneo. Por sua vez, as espécies classificadas como domésticas (24%) vivem associadas ao homem e aos animais, no interior ou muito próximo de suas habitações.

A floresta tropical é o ambiente que mais oferece estes abrigos aos insetos. O principal biótopo escolhido por 111 espécies (42%) de flebótomos encontradas no país, são os troncos de árvores. Sendo assim, no Brasil a floresta amazônica se destaca frente aos demais biótopos (Aguiar & Medeiros, 2003). Na Amazônia, existe a possibilidade de encontrar em uma pequena área, mais de 30 espécies diferentes de flebotomíneos (Alexander, 2000).

1.3. A fauna de flebotomíneos do estado do Maranhão

A região amazônica detém a maior diversidade de espécies, sendo os estados do Amazonas e Pará, os que apresentam o maior número de espécies catalogadas, ficando o Maranhão, em terceiro lugar (Rebêlo et al., 2010). No estado do Maranhão, a partir de estudos de levantamento faunístico em municípios de diferentes fitorregiões, realizados por Rebêlo et al. (2010), foram encontradas 91 espécies, sendo quatro pertencentes ao gênero *Brumptomyia* e 87 ao gênero *Lutzomyia*, distribuídas nos seguintes subgêneros:

Evandromyia (6), *Lutzomyia* (5), *Micropygomyia* (2), *Nyssomyia* (9), *Pintomyia* (2), *Pressatia* (3), *Psathyromyia* (6), *Psychodopygus* (14), *Sciopemyia* (4), *Trychophoromyia* (2), *Viannamyia* (2); grupo de espécies: *Aragoi* (2), *Baityi* (1), *Dreisbachi* (1), *Migonei* (12), *Oswaldoi* (8), *Pilosa* (1), *Saulensis* (2), *Verrucarum* (4) e não agrupada (1).

A fauna de flebotomíneos mostrou-se rica e distribuída de maneira heterogênea no Maranhão, concordando com a complexidade fitogeográfica do Estado, que se manifesta na riqueza de ecossistemas e de zonas climáticas. Além disso, outros estudos de levantamento realizados mostram que a riqueza de espécies também é maior no lado amazônico (Rebêlo et al., 2000a,b), do que nas outras áreas do Estado do Maranhão, como nos cerrados (Rebêlo et al., 1999; Martins et al., 2011; Silva et al., 2012), na restinga (Rebêlo et al., 2010) e matas ombrófilas da ilha de São Luís (Marinho et al., 2008; Azevedo et al., 2011). Contudo, apesar de serem bem conhecidos, em termos de composição das espécies, no estado do Maranhão, ainda se sabe muito pouco sobre os fatores que determinam o padrão de atividade destes insetos o que permitiria uma melhor orientação e planejamento de medidas anti-vetoriais efetivas durante os períodos em que esses vetores são mais abundantes (Lainson & Shaw 1979).

1.4. Características gerais das leishmanioses

As leishmanioses são um conjunto de doenças parasitárias digenéticas causadas por mais de vinte espécies de parasitas da família *Leishmania*, transmitidas por insetos vetores da subfamília Phlebotominae (Diptera, Psychodidae). O parasita vive em reservatórios de animais silvestres e domésticos, e afeta o homem de forma acidental,

podendo este ser considerado como agente disseminador da doença (Ashford, 2000; Marzochi et al., 1999).

Nas Américas, todas as espécies de leishmanias são transmitidas pela picada de fêmeas infectadas de flebotomíneos do gênero *Lutzomyia* (Young & Duncan, 1994). Das 510 espécies de flebotomíneos que ocorrem nestes continentes, mais de 100 são suspeitas de agirem como vetores de *Leishmania* sp. e pouco mais de 50 são realmente vetores comprovados (Lainson & Rangel, 2005). O ciclo biológico deste parasita é ilustrado pela Figura 4.

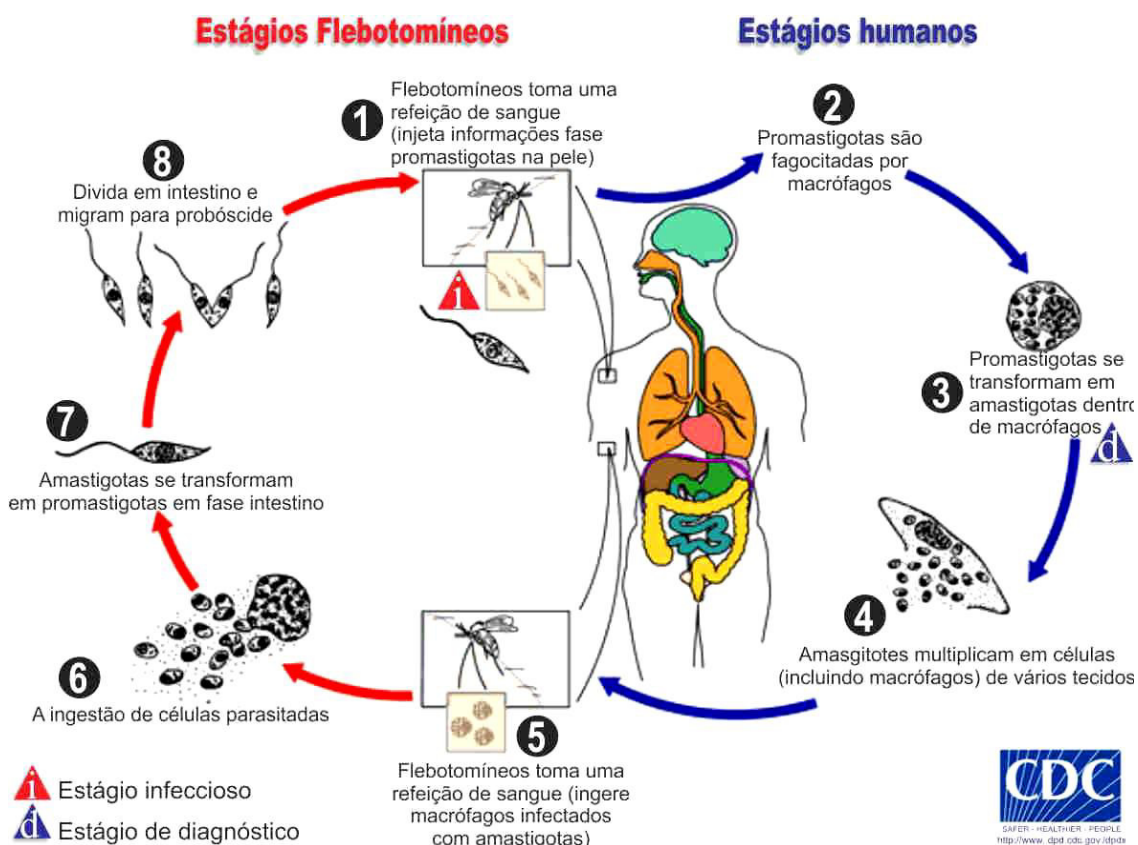


Figura 4: Ciclo biológico da *Leishmania*. Fonte: Laboratory Identification of Parasites (Adaptado).

As leishmanioses, no Brasil, manifestam-se basicamente de duas maneiras: a leishmaniose visceral americana (LVA) e a leishmaniose tegumentar americana (LTA). A LVA é causada pela *Leishmania (Leishmania) infantum chagasi* (Cunha & Chagas, 1937) (Brasil, 2014) enquanto que, a LTA, tem sua etiologia atribuída a diferentes

espécies de *Leishmania*, sendo as mais frequentes, *L. (Viannia) brasiliensis* (Vianna, 1911), *L. (Viannia) guyanensis* (Floch, 1954) e *L. (Leishmania) amazonensis* (Lainson & Shaw, 1972) e, com menor frequência, as espécies *L. (Viannia) lainsoni* (Silveira, Shaw, Braga & Ishikawa, 1987), *L. (Viannia) naiffi* (Lainson & Shaw, 1989), *L. (Viannia) lindenberg* (Silveira, Ishikawa & de Souza, 2002) e *L. (Viannia) shawi* (Lainson, Braga & de Souza, 1989) que foram identificadas recentemente em estados das regiões Norte e Nordeste (Brasil, 2013).

1.5. Ocorrência e distribuição da leishmaniose tegumentar

Segundo estimativa da Organização Mundial da Saúde (2000), a leishmaniose tegumentar ocorre em 88 países das regiões tropicais e subtropicais (Figura 5). Estima-se que, em todo mundo, 350 milhões de pessoas estão expostas a contrair a enfermidade e 12 milhões estão infectadas. Em todo mundo, a incidência anual é de 1.5 a 2 milhões de novos casos de leishmaniose tegumentar (OMS, 2000).

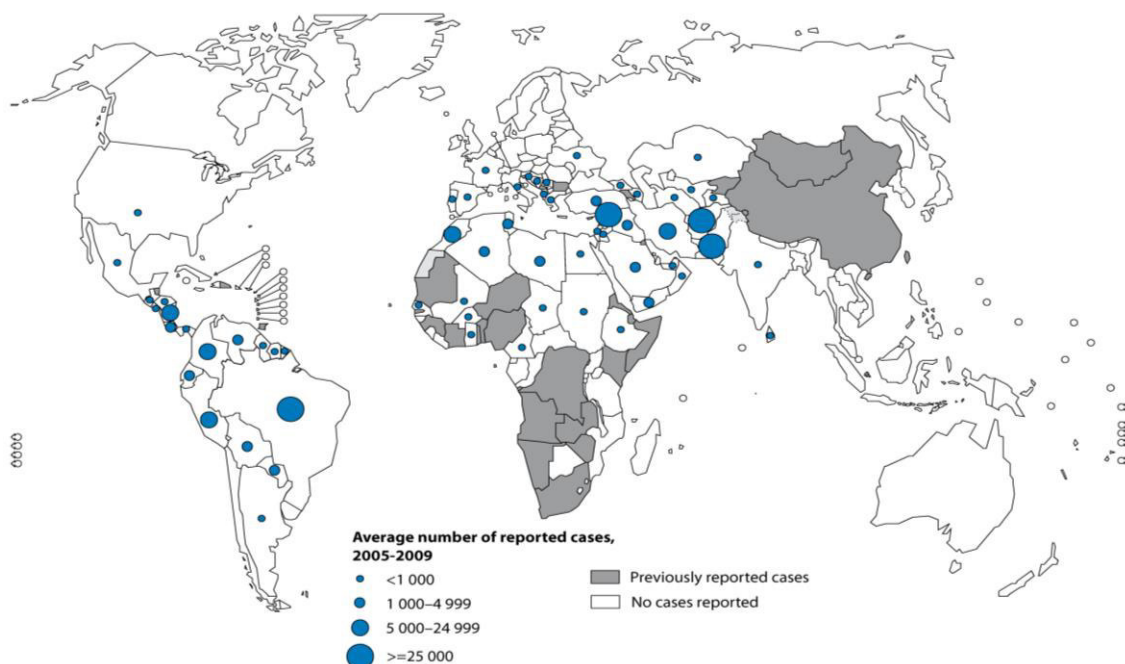


Figura 5: Distribuição mundial da leishmaniose tegumentar americana. Fonte: WHO, 2010.

No novo mundo, admite-se que esta seja uma doença autóctone do continente americano, chamando-se, por isso, leishmaniose tegumentar americana ou LTA (Pessoa & Barreto, 1948). Marzochi (1994), baseados em estudos epidemiológicos e da distribuição geográfica dos parasitos identificados como *L. (V.) braziliensis* em diferentes ecossistemas, envolvendo vetores e reservatórios diversos, sugerem a hipótese de que a origem e difusão da doença humana, pela migração inter-regional, tenha se iniciado a partir da região ocidental amazônica (Figura 6), principalmente ao sul do rio Marañón-Solimões-Amazonas.



Figura 6: Modelo de expansão amazônica da LTA. Fonte: Marzochi, 1994.

A Organização Mundial de Sanidade Animal (OIE, 2004) inclui as leishmanioses entre o grupo de enfermidades transmissíveis que se consideram importantes desde o ponto de vista socioeconômico e/ou sanitário e cujas repercussões no comércio internacional de animais e produtos de origem animal são consideráveis.

A LTA encontra-se situada entre as grandes endemias existentes no Brasil e na América Latina. O gênero *Leishmania*, no Novo Mundo, ocorre desde a península de

Yucatã, no México, até o norte da Argentina (Castro et al., 2002). O foco mais importante é o sul-americano, que compreende todos os países, com exceção do Uruguai e do Chile. Segundo a Organização Mundial de Saúde – OMS (2013), no período de 2001 a 2013 foram registrados 743.970 casos com uma média anual de 57.228 casos. Em 2013, 16 países da região registraram no Sistema Regional de Informações de Leishmanioses da OPS/OMS (SisLeish), 47.492 casos de leishmanioses cutânea e mucosa, não estando reportados os dados de Venezuela e Guiana Francesa. Os casos ocorreram em 149 Estados e em 2701 municípios da Região. De acordo com o Quadro 1, do total de casos, 78,8% (37.402) estão concentrados no Brasil e em países da sub-região Andina.

<i>Sub-região</i>	<i>Nº de casos</i>	<i>%</i>
<i>Brasil</i>	18.226	38,4
<i>Andina</i>	19.127	40,4
<i>Centro América</i>	8.685	18,3
<i>México</i>	970	2,0
<i>Cone Sul</i>	252	0,5
<i>Caribe não latino</i>	183	0,4
Total	47.492	100

Quadro 1: Número e proporção de casos de LTA por sub-região, Américas - 2013. Fonte: Sistema Regional de Informações de Leishmanioses da OPS/OMS (SisLeish), 2013.

Não só no Brasil, assim como em outros países do Novo Mundo, a LTA constitui problema de Saúde Pública. Sua importância reside não somente na sua alta incidência e ampla distribuição geográfica, mas também na possibilidade de assumir formas que podem determinar lesões destrutivas, desfigurantes e também incapacitantes, com grande repercussão no campo psicossocial do indivíduo (Gontijo & Carvalho, 2003).

A LTA pode apresentar diferentes formas clínicas, dependendo da espécie de *Leishmania* envolvida e da relação do parasito com seu hospedeiro (Saraiva et al., 1989). As espécies do gênero *Leishmania* apresentam um ciclo evolutivo do tipo digenético (heteroxênico), vivendo alternadamente em hospedeiros vertebrados e insetos vetores, responsáveis pela transmissão do parasito de um mamífero a outro (Killik-Kendrick, 1991; Walters, 1993).

Nas Américas, em uma análise de anos anteriores (OMS, 2013), de 2010 a 2013, é possível observar uma redução de casos registrados (19,2%). Isso se deve principalmente a redução das notificações no Brasil, Colômbia, Nicarágua, Panamá, Peru, Equador, Paraguai e Argentina. Apesar da redução no total de casos nas Américas, houve aumento no número de notificações na Bolívia, Honduras, Costa Rica, México, Guatemala e El Salvador (Figura 7). A redução de casos observada pode ser atribuída a distintos fatores, dentre eles a organização do serviço, ao sistema de vigilância, como também, aqueles relacionados aos aspectos ambientais, biológicos, físicos, sociais, etc.

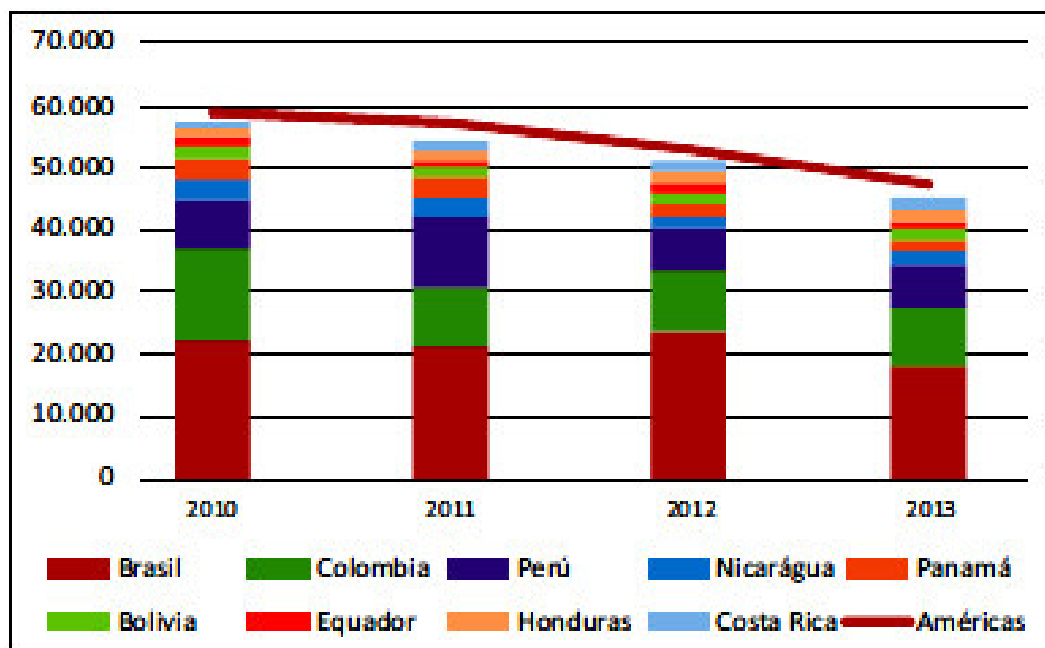


Figura 7: Leishmaniose cutânea e mucosa nos países que concentram maior número de casos, Américas - 2010 a 2013. Fonte: SisLeish-OPAS/OMS, 2013: Dados reportados pelos Programas Nacionais de Leishmanioses.

Nestes continentes, o principal padrão de transmissão da LTA é o silvestre, onde o ser humano adentra ao habitat natural do vetor seja pelo trabalho, turismo ou lazer. Em algumas áreas específicas da Região a transmissão ocorre no peri e intradomicílio, uma vez que o vetor tem se adaptado a estes ambientes modificados (OMS, 2013).

O processo de dispersão no Brasil é relativamente recente, ocorrida principalmente através do ciclo econômico da borracha, entre 1880 e 1912, que atraiu milhares de nordestinos, que após o declínio da borracha retornaram às terras de origem ou foram atraídos para o ciclo do café na região sudeste do Brasil. Outros ciclos posteriores, que também implicaram mobilidades sociais, como a construção de rodovias (1960-70), a mineração do ouro (1970-80) e a exploração de madeiras (1980-90) teriam contribuído para a expansão. Este modelo é reforçado pela comparação entre a heterogeneidade genética do parasito observado na região amazônica frente à homogeneidade genética deste ente infeccioso fora desta região (Gomes et al., 1995), sugerindo sua introdução posterior, longe de sua origem e propagação pela "expansão clonal" da *L. (V.) braziliensis* (Marzochi, 1994).

A LTA no Brasil tem diferentes aspectos epidemiológicos, de acordo com as características biogeográficas das regiões onde a doença é assinalada. Acreditava-se, até recentemente, que a incidência de leishmaniose tegumentar tenderia a diminuir no país, acompanhando a das florestas tropicais, até ficar restrita a regiões próximas das matas residuais. No entanto, essa doença pode ser encontrada não somente em regiões florestais, com vegetação abundante, propícias à colonização dos vetores e mamíferos silvestres infectados, como também em regiões desmatadas, com adaptação de vetores e reservatórios a ambientes modificados, em áreas rurais e urbanas, com transmissão peridomiciliar (Tolezano et al., 2003).

Surtos epidêmicos têm ocorrido nas regiões Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e, por último, na região Amazônica, relacionados ao processo predatório de colonização (Marzochi, 1992). Nos últimos anos, tem-se considerado as leishmanioses como uma enfermidade emergente e/ou re-emergente junto com outras também transmitidas por artrópodes. Existem diversos fatores que estão em discussão, dependentes do comportamento humano como de mudanças ambientais, que podem incidir na presença dessa enfermidade antes ausente. Entre os fatores dependentes do comportamento humano temos a migração, desmatamento, construção de rodovias, existência de conflitos, crises econômicas e desenvolvimento comercial (Gállego, 2004).

Segundo dados do Ministério da Saúde (Brasil, 2013), a partir da década de 80 (Figura 8), verifica-se aumento no número de casos registrados de LTA, variando de 3.000 (1980) a 35.748 (1995). Observam-se picos de transmissão a cada cinco anos, apresentando tendência de aumento do número de casos, a partir do ano de 1985, quando se solidifica a implantação das ações de vigilância e controle da LTA no país. No período de 1985 a 2005 (Figura 9), verifica-se uma média anual de 28.568 casos autóctones registrados e coeficiente de detecção médio de 18,5 casos/100.000 habitantes, verificando-se coeficientes mais elevados nos anos de 1994 e 1995, quando atingiram níveis de 22,83 e 22,94 casos por 100.000 habitantes, respectivamente (Brasil, 2013).

Além disso, comparando o número de casos confirmados em cada região do Brasil a partir da Figura 9, pode-se constatar que a região norte-nordeste do país é a que apresenta uma maior incidência de casos de LTA (Brasil, 2013) detendo o maior número de casos notificados de 2001 a 2010 com aproximadamente 71% (176.806 casos) dos casos no Brasil e aproximadamente 17.600 novos casos anuais.

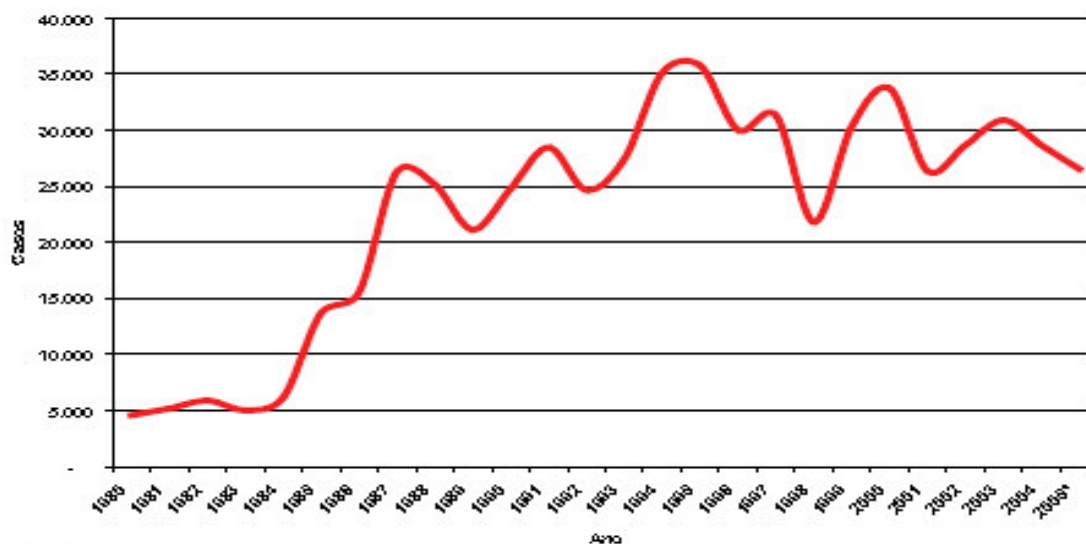


Figura 8: Casos notificados de leishmaniose tegumentar americana, Brasil – 1980 a 2005. Fonte: Brasil, 2013.

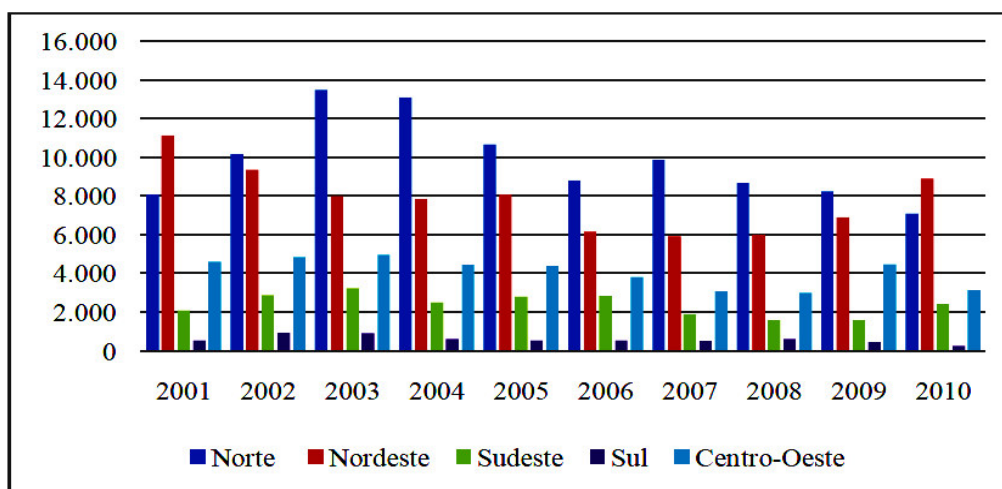


Figura 9: Casos confirmados de LTA de 2001 a 2010 na Região Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Fonte: SINAN (Brasil, 2013).

1.6. Ocorrência e distribuição da leishmaniose visceral

A leishmaniose visceral é uma zoonose crônica, causada por um protozoário intracelular do gênero *Leishmania*, cuja transmissão ocorre através da picada de um vetor flebotomíneo (Cortes et al., 2012) e na ausência de tratamento, resulta em casos fatais (Dantas-Torres, 2006). Os canídeos são considerados como principais

reservatórios desta enfermidade, que na forma humana é também conhecida como *Kala-azar* (no Velho Mundo) ou calazar (no Novo Mundo). *Kala-azar* é uma palavra de origem Hindi, que significa doença fatal ou doença negra sendo que “Kal” significa fatal, “Kala” significa negra, e “azar” significa doença (Zijlstra & El-Hassan, 2001). Segundo o Ministério da Saúde (Brasil, 2014), esta doença apresenta uma ampla distribuição ocorrendo na Ásia, na Europa, no Oriente Médio, na África e nas Américas (Figura 10), onde também é denominada leishmaniose visceral americana (LVA) ou calazar neo-tropical.

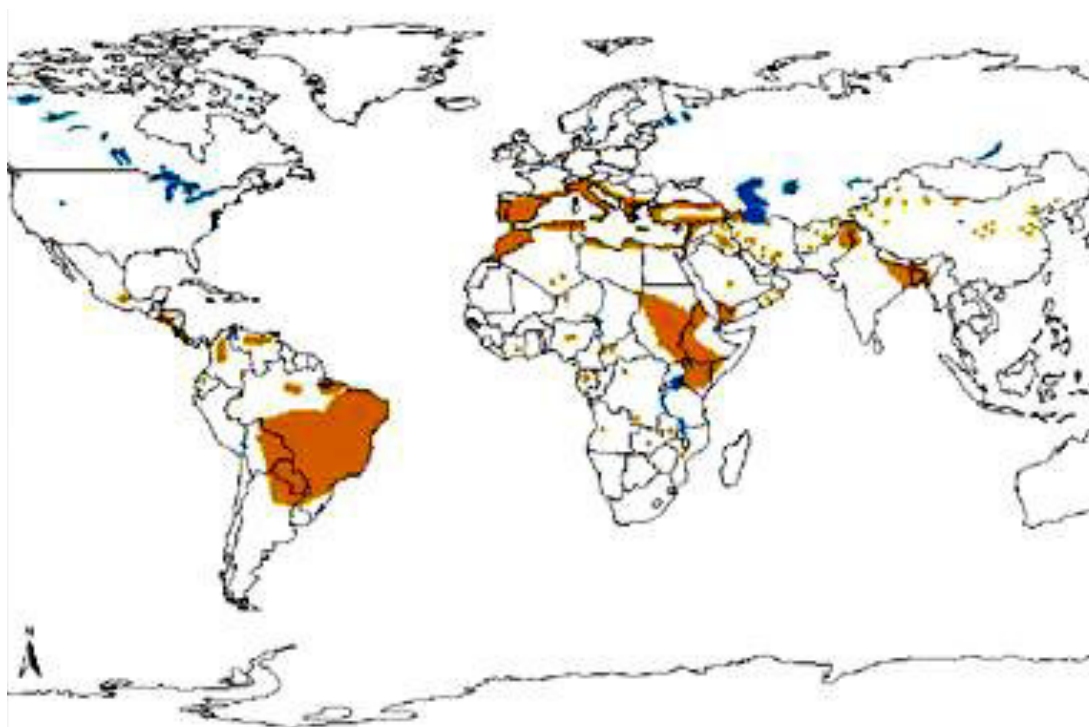


Figura 10: Mapa de distribuição mundial da leishmaniose visceral. Fonte: OMS, 2010. disponível em: http://www.who.int/leishmaniasis/leishmaniasis_maps/en/

A LV é uma enfermidade de grande importância para saúde pública mundial, pois é responsável anualmente por 59.000 óbitos, resultante de aproximadamente 500.000 casos da doença, partindo de um valor estimado de 12 milhões de pessoas infectadas por ano (Da Silva et al, 2010). Nas américas, a LV é autóctone em 12 países

(OMS, 2013), sendo registrado no período de 2001 a 2013 o total de 45.490 casos com média anual de 3.499 casos (Figura 11).

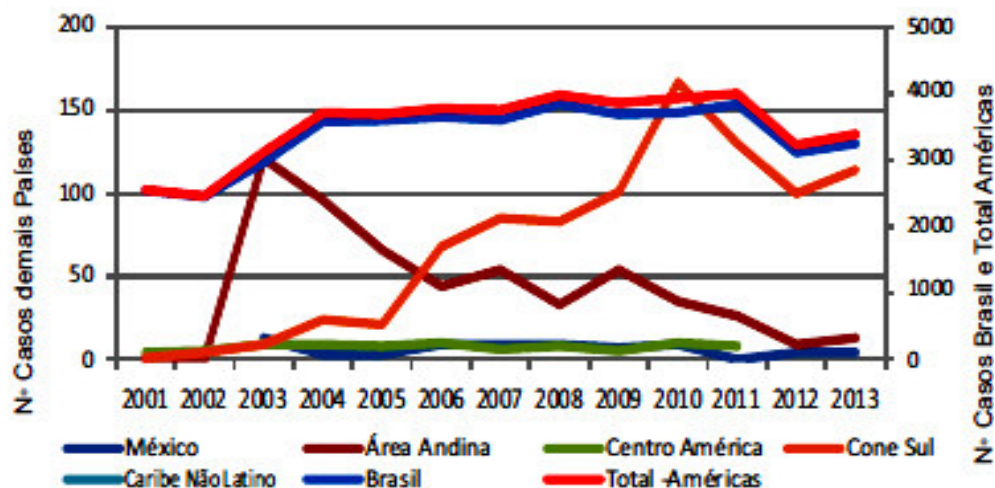


Figura 11: Casos de leishmaniose visceral, segundo sub-região, Américas, 2001 - 2013. Fonte: SisLeish-OPAS/OMS, 2013: Dados reportados pelos Programas Nacionais.

Região	2011		2012		2013	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Brasil</i>	3.894	96,7	3.038	96,4	3.253	96,0
<i>Paraguai</i>	114	2,8	76	2,4	107	3,2
<i>Colômbia</i>	0	0,0	9	0,3	13	0,4
<i>Argentina</i>	15	0,4	24	0,8	7	0,2
<i>México</i>	0	0,0	4	0,1	4	0,1
<i>Honduras</i>	0	0,0	0	0,0	3	0,1
<i>El Salvador</i>	0	0,0	0	0,0	1	0,0
<i>Guatemala</i>	2	0,0	0	0,0	1	0,0
Total	47.492	100	47.492	100	47.492	100

Quadro 2: Número de casos de leishmaniose visceral e contribuição percentual ao total de casos da Região por país, Américas-2011-2013. Fonte: Organização Mundial da Saúde, 2013.

Segundo a OMS (2013), um total de 3.389 casos foi registrado em oito países distribuídos em 798 municípios em 2013. De acordo com o quadro 2, os países que concentram o maior número de casos são Brasil com 96% (3.253) dos casos, seguidos do Paraguai 3,2% (107) e Colômbia 0,4% (13). A incidência de leishmaniose visceral na Região foi de 2,59 casos por 100.000 habitantes, considerando somente a população

da área de transmissão. Brasil e Paraguai apresentaram as maiores taxas com 4,35 e 3,85 casos por 100.000 habitantes, respectivamente (Figura 12).

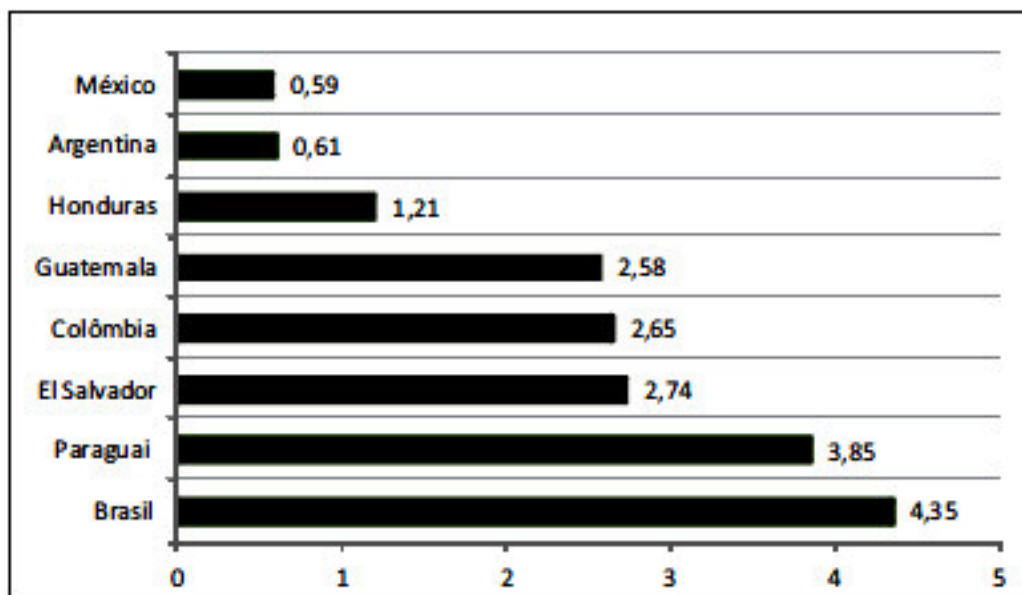


Figura 12: Incidência de casos de leishmaniose visceral por 100.000 habitantes por país, Américas-2011-2013. Fonte: Organização Mundial da Saúde, 2013.

Segundo Montalvo et al. (2012), 90% dos casos de LV ocorrem em países onde existe grande parte da população em situação de pobreza (Índia, Bangladesh, Nepal, Sudão e Brasil). Mas, não só o fator financeiro é um obstáculo para o controle desta doença, mas também as mudanças no comportamento humano contribuem com o aumento do número de casos da doença (Calvopina et al., 2004).

Esta elevação global dos casos de leishmaniose observados nas zonas endêmicas nos últimos anos é resultado de muitas falhas (Montalvo et al., 2012). Estão relacionadas ao controle inadequado dos vetores e reservatórios, ao aumento do número de casos da doença em pacientes imunodeprimidos (ex: pessoas com AIDS), ao aumento da resistência do agente ao tratamento e ao impacto causado pelas alterações climáticas globais, que refletem positivamente no incremento da transmissão de diversas outras doenças vetoriais.

Sabe-se que existem pelo menos 2,5 milhões de cães infectados apenas no sudoeste europeu (Cortes et al., 2012). Portanto, levando em consideração que a LV é endêmica em 98 países, sendo que apenas 32 possuem serviços de notificação compulsória da doença (OMS, 2013) e não apenas cães podem ser infectados (Molina et al., 2012), percebe-se porquê leishmanioses (forma visceral e tegumentar juntas) são consideradas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), como a segunda enfermidade de maior relevância entre as protozooses tropicais (Lainson, 1985).

Na América Latina, a doença já foi descrita em pelo menos 12 países, sendo que 90% dos casos ocorrem no Brasil, especialmente na Região Nordeste (Brasil, 2014). O registro do primeiro caso da doença no Brasil ocorreu em 1913, quando Migone, no Paraguai, descreveu o caso em material de necrópsia de paciente oriundo de Boa Esperança, Mato Grosso (Alencar et al. 1991). A partir de um estudo realizado para o diagnóstico e distribuição da febre amarela no Brasil, encontraram-se 41 casos positivos para *Leishmania*, sendo identificados em lâminas de viscerotomias praticadas *post-mortem*, em indivíduos oriundos das regiões Norte e Nordeste (Pena et al, 1934). A seguir, o *Lutzomyia longipalpis* foi incriminado como espécie vetora e foram descobertos os primeiros casos da infecção em cães.

Desde então, a transmissão da doença vem sendo descrita em vários municípios, de todas as regiões do Brasil, exceto na Região Sul. A doença tem apresentado mudanças importantes no padrão de transmissão, inicialmente predominado pelas características de ambientes rurais e periurbanas e, mais recentemente, em centros urbanos como Rio de Janeiro (RJ), Corumbá (MS), Belo Horizonte (MG), Araçatuba (SP), Palmas (TO), Três Lagoas (MS), Campo Grande (MS), entre outros (Brasil, 2014).

No Brasil, a LVA inicialmente tinha um caráter eminentemente rural e, mais recentemente, vem se expandindo para as áreas urbanas de médio e grande porte. Segundo o Ministério da Saúde (Brasil, 2014), em 19 anos de notificação (1984-2002), os casos de LVA somaram 48.455 casos, sendo que aproximadamente 66% deles ocorreram nos estados da Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí. Nos últimos dez anos, a média anual de casos no País foi de 3.156 casos, e a incidência de dois casos/100.000 habitantes (Figura 13).

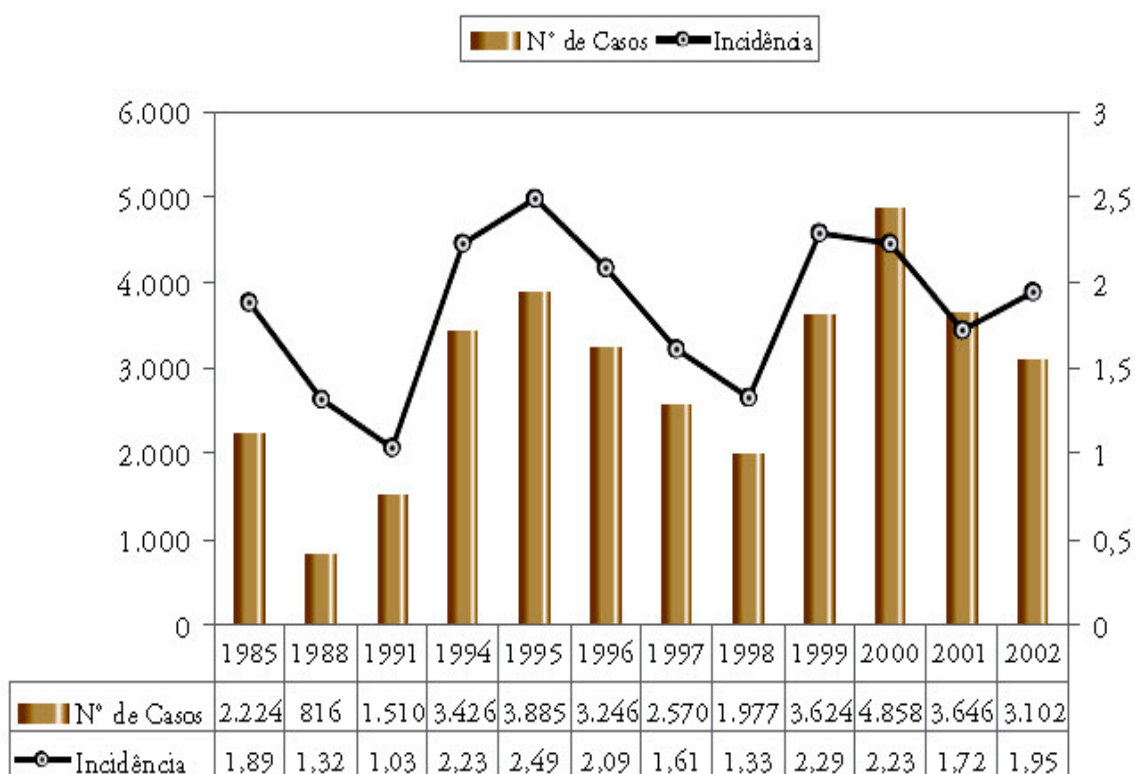


Figura 13: Número de casos e coeficiente de incidência de leishmaniose visceral no Brasil de 1985 a 2002. Fonte: Brasil, 2014.

No Brasil, a LV apresenta aspectos geográficos, climáticos e sociais diferenciados, em função da sua ampla distribuição geográfica, envolvendo as regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. Na década de 90, aproximadamente noventa por cento (90%) dos casos notificados de LV ocorreram na Região Nordeste. À medida que a doença se expande para as outras regiões e atinge áreas urbanas e periurbanas,

esta situação vem se modificando e, no período de 2000 a 2002, a Região Nordeste já representa uma redução para 77% dos casos do País (Brasil, 2014).

1.7. Situação atual das leishmanioses no estado do Maranhão

De acordo com o Ministério da Saúde (Brasil, 2016), entre os anos de 1990 a 2014, vem se verificando uma tendência de aumento e/ou manutenção de um elevado número de casos de leishmanioses. Com relação a leishmaniose tegumentar, dos 655.695 casos registrados para o Brasil, 243.965 (37,21%) foram registrados para as Regiões Norte e 226.890 (34,60%) para o Nordeste. Na Região Norte destaca-se o estado do Amazonas com 18,82% do total de casos registrado para a Região e, na Região Nordeste, o estado do Maranhão, com 35,61% do total (Figura 14).

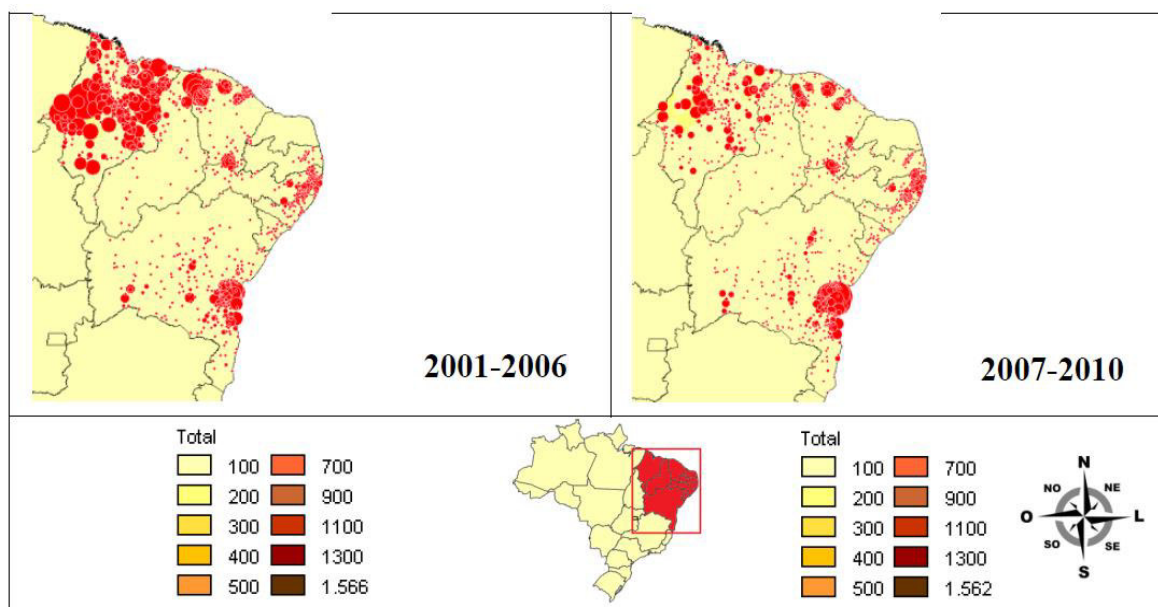


Figura 14: Ocorrência de casos de LTA na Região Nordeste entre 2001 2010. Fonte: SINAN (Brasil, 2013).

Com relação a leishmaniose visceral, também entre os anos de 1990 a 2014, dos 76.563 casos registrados para o Brasil, 52.373 (68,4%) foram registrados para as Regiões Nordeste, ficando o estado do Maranhão com 21,3% do total (Brasil, 2016). As áreas de transmissão da doença no Brasil, tendo como exemplo o ano de 2002, estão representadas na Figura 15.

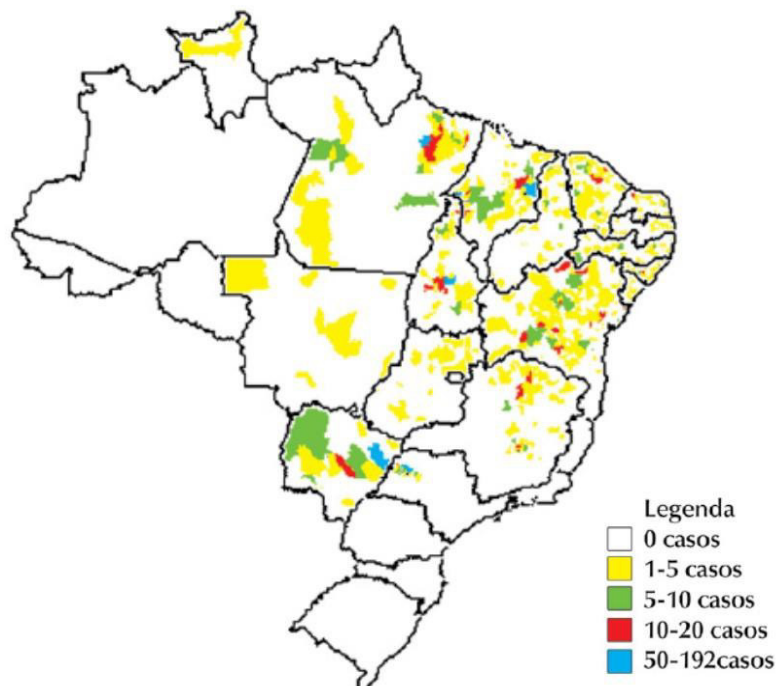


Figura 15: Distribuição de casos autóctones de Leishmaniose Visceral nos municípios brasileiros no ano de 2002. Fonte: SINAN (Brasil, 2014).

Além disso, cumpre salientar que no estado do Maranhão não existe um esforço adequado dos órgãos de saúde pública, no que se refere à prevenção de endemias como as leishmanioses, o que poderia influenciar significativamente na diminuição desse grande número de casos observados tanto para a leishmaniose tegumentar quanto para visceral. É necessário, portanto, que o poder público, em todas as suas esferas, passem a investir mais em recursos e tecnologias para a prevenção e combate das leishmanioses fazendo valer alguns dos resultados obtidos pela comunidade científica ao longo dos últimos anos e que foram aqui apresentados nesta breve revisão bibliográfica.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, G. M; MEDEIROS, W. M. Distribuição regional e habitats das espécies de flebotomíneos do Brasil. In: RANGEL, E. F.; LAINSON, R. (org.). **Flebotomíneos do Brasil**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, p. 207-255. 2003.
- ALENCAR, J. E.; DIETZE, R. Leishmaniose visceral (Calazar). In: VERONESI, R. Doenças infecciosas e parasitárias. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 706-17. 1991.
- ALEXANDER, B. Sampling methods for phlebotomine sandflies. **Medical and Veterinary Entomology**, Oxford, v. 14, n. 2, p. 109-122, 2000.
- ASHFORD, R.W. The leishmaniases as emerging and reemerging zoonoses. **International Journal for Parasitology**, nº 30, p. 1262-81, 2000.
- AZEVEDO, P.C.B; LOPES, G.N; FONTELES, R.S; VASCONCELOS, G.C; MORAES, J.L.P; REBÊLO, J.M.M. The Effect of Fragmentation on Phlebotomine Communities (Diptera: Psychodidae) in Areas of Ombrophilous Forest in São Luís, State of Maranhão, Brazil. **Neotropical Entomology (Impresso)**, v. 40, p. 271-277, 2011.
- ACEVEDO, M.A; ARRIVILLAGA, J. Eco-epidemiologia de flebovirus (Bunyaviridae, Phlebovirus) transmitidos por flebótomos (Psychodidae, Phlebotominae). **Boletín de Malariología y Salud Ambiental**, Maracay, v. 48, n. 1, p. 13-16, 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Atlas de leishmaniose tegumentar americana:**

diagnósticos clínico e diferencial. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de Vigilância da Leishmaniose Tegumentar Americana.** Brasília: Ministério da Saúde, 2ª Ed., 180 p. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral.** Brasília: Ministério da Saúde, 1ª Ed., 120 p. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. 2016. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/>

CASTRO, E.A. et al. Estudo das características epidemiológicas e clínicas de 332 casos da leishmaniose tegumentar notificados na região norte do Estado do Paraná de 1993 a 1998. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.35, n.5, p. 44-251, set-out, 2002.

CALVOPINA, M.; ARMIJOS, R. X; HASHIGUCHI, Y. Epidemiology of leishmaniasis in Ecuador: current status of knowledge - A review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, v. 99, n. 7, p. 663-672, 2004.

CORTES, S.; VAZ, Y.; NEVES, R.; MAIA, C.; CARDOSO, L.; CAMPINO, L. Risk factors for canine leishmaniasis in an endemic Mediterranean region. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 189, n. 2-4, p. 189-196, 2012.

- DA SILVA, S. M.; RABELO, P. F. B.; GONTIJO, N. F.; RIBEIRO, R. R.; MELO, M. N.; RIBEIRO, V. M.; MICHALICK, M. S. M. First report of infection of *Lutzomyia longipalpis* by *Leishmania (Leishmania) infantum* from a naturally infected cat of Brazil. *Veterinary Parasitology*, Amsterdam, v. 174, n. 1-2, p. 150-154, 2010.
- DANTAS-TORRES, F. Situação atual da epidemiologia da leishmaniose visceral em Pernambuco. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.40, n.3, p.537-541, 2006.
- GALATI, E. A. B. 2003. Morfologia, terminologia de adultos e identificação dos táxons da América. p. 53–175. In: Rangel E. F. & R. Lainson (Org.). **Flebotomíneos do Brasil**, Fiocruz, Rio de Janeiro, p. 53-175
- GÁLLEGO, M. Zoonosis emergentes por patógenos parasitos: las leishmaniosis. **Rev. Sci. Tech. Off. Int. epiz.** v.23, n.2, p. 661-676. 2004
- GIL, L.H.S. et al. Recent observations on the sand fly (Diptera:Psychodidae) fauna of the state of Rondonia, Western Amazonia, Brazil: the importance of *Psychodopygus davisi* as a vector of zoonotic cutaneous leishmaniasis. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, 2003.
- GOMES, R. F. et al. *Leishmania (Viannia) braziliensis*. Genetic relationships between strains isolated from different areas of Brazil as revealed by DNA fingerprinting and RADP. **Experimental Parasitology**, 80: 681-87. 1995
- GONTIJO, B; CARVALHO, M.L.R. Leishmaniose tegumentar americana. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** , v. 36. p. 71-80, jan-fev, 2003.

- KILLICK-KENDRICK, R; RIOUX, J.A. Intravectorial cycle of Leishmania in the sandflies. **Annales de Parasitologie Humaine et Comparee**, v. 66, p. 71-74, 1991.
- LAINSON, R. Our present knowledge of the ecology and control of leishmaniasis in the Amazon Region of Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Brasília, n. 18, p. 47-56, 1985.
- LAINSON, R.; SHAW, J. J. New World Leishmaniasis the Neotropical Leishmania species. In: FEG, C.; KREIER, J. P.; WAKELIN, D. (Ed). **Topley & Wilson's Microbiology and Microbial Infections**. London. Ed. 9, v. 5, p. 242-266, 1998.
- MARINHO, R.M; FONTELES, R.S; VASCONCELOS, G.C.E; AZEVEDO, 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, F.C; MORAES, J.L.P; FIGUEIREDO, N; REBÊLO, J.M.M. Estrutura da comunidade de Phlebotominae (Diptera, Psychodidae) em mata ciliar do município de Urbano Santos, Maranhão, Brasil. *Iheringia. Série Zoologia (Impresso)*, v. 101, p. 109-114, 2011.
- MARZOCHI, M.C. As Leishmanioses no Brasil: as leishmanioses tegumentares. **Jornal Brasileiro de Medicina**, v. 63. p. 82-104, 1992.
- MARZOCHI, M.C. Tegumentary and visceral leishmaniasis in Brazil-emerging anthroozoonosis and possibilities for their control. Rio de Janeiro. **Cadernos de Saúde Pública**, nº 10 (supl. 2), p. 359-75, 1994.

MARZOCHI, M.C. Leishmaniose tegumentar americana. Em Benjamin Cimerman et al (org.), **Parasitologia humana e seus fundamentos gerais**. São Paulo: Atheneu, parte II, cap. 9, p. 39-64, 1999.

MISSAWA, N.A.; LIMA, G.B.M. Distribuição espacial de *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) e *Lutzomyia cruzi* (Mangabeira, 1938) no Estado de Mato Grosso. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.39, n.4, p.337-340, 2006.

MONTALVO, A. M.; FRAGA, J.; MONZOTE, C. L.; GARCIA, G.; FONSECA, L. Diagnóstico de la leishmaniasis: de la observación microscópica del parásito a la detección del ADN. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, Habana, v.64 ,n. 2, 2012.

NAIFF-JUNIOR R.D; PINHEIRO F.G; NAIFF M.F; SOUZA I.S; CASTRO L.M; MENEZES, M,P; FRANCO, A.M.R. Estudo de uma serie de casos de leishmaniose tegumentar americana no municipio de Rio Preto da Eva, Amazonas, Brasil. **Rev. Pat. Trop.** v. 38, n.2, p.103-114, 2009.

OLIVEIRA, G. M. G.; FIGUEIRÓ FILHO, E. A.; ANDRADE, G. M. C.; ARAÚJO, L. A.; CUNHA, R. V. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) no município de Três Lagoas, área de transmissão intensa de Leishmaniose Visceral, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, Ananindeua, v. 1, n. 3, p. 83- 94, 2010.

OMS (Organização Mundial de Saúde). *Leishmania/HIV* co-infection in south-western Europe 1990-1998: retrospective analysis of 965 cases. **WHO LEISHMANIASIS**, Ginebra, 42, 12p, 2000.

OMS (Organização Mundial de Saúde). 2010. Essential leishmaniasis maps. Disponível em: http://www.who.int/leishmaniasis/leishmaniasis_maps/en/index.html, Acesso em: 09 dez. 2015.

OMS (Organização Mundial de Saúde). Leishmaniasis: Epidemiological Report of the Americas. **Report Leishmaniasis**, nº 1, 2013.

OIE (Organización Mundial de Sanidade Animal). 2004. **Código Sanitário para los animales terrestres**, 13 edición. OIE, Paris.

PENNA, H. A. Leishmaniose visceral no Brasil. *Brasil-Médico*, v. 48, p. 949-950, 1934.

PESSOA, S.B; BARRETO, M.P. **Leishmaniose tegumentar americana**. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação do Ministério da Educação e Saúde; 1948.

RANGEL, E.F; LAINSON, R. **Flebotomíneos do Brasil**. Rio de Janeiro, Ed. Fiocruz: 2003.

REY, L. **Bases da parasitologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

REBÊLO, J.M.M; COSTA, J.M.L; PEREIRA, Y.N.O. Flebotomíneos (*Lutzomyia*, *Phlebotominae*) de área endêmica de leishmaniose na região dos cerrados, estado do Maranhão. **Cadernos de Saúde Pública (FIOCRUZ)**, Rio de Janeiro, v. 15, n.3, p. 623-630, 1999.

REBÊLO, J.M.M. et al. *Phlebotominae* (Diptera: Psychodidae) de Lagoas, município de Buriticupu, Amazônia Maranhense. I - Riqueza e abundância relativa das espécies em área de colonização recente. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop. [online]** vol. 33, n. 1. ISSN 0037-8682, 2000a.

REBÊLO, J.M.M; OLIVEIRA, S.T; BARROS, V.L.L; SILVA, F.S. Flebotomíneos da Amazônia maranhense. III - Frequência horária das espécies em área de colonização recente. **Entomologia y Vectores**, Rio de Janeiro, v. 7, n.1, p. 1-18, 2000b.

REBÊLO, J.M.M; DA ROCHA, R.V; MORAES, J.L.P; DA SILVA, C.R.M; LEONARDO, F.S; ALVES, G.A. The distribution of phlebotomines (Diptera, Psychodidae) in municipalities in different phytogeographic. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 3, p. 494–500, 2010.

SARAIVA, N.G.L; VALDERRAMA, M; LABRADA, A.F; HOLGUIN, C; NAVAS, G; PALMA, A; WEIGLE, K.A. The relationship of *Leishmania braziliensis* subspecies and immune response to disease expression in New World leishmaniasis. **Journal of Infectious Diseases**, 1989.

SILVA F.S, CLARA 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 (Impresso)**, v. 45, p. 696-700, 2012.

TOLEZANO, J.E; RODRIGUES, E; BARBOSA, J.E.R; CUNHA, E; TANIGUCHI, H.H; BARBOSA, J.A.R. Expansão da Leishmaniose visceral por terras paulistas. Focos de transmissão de LV canina em municípios da região metropolitana de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** v.36 (Supl I), p. 360, 2003.

WALTERS, L.L. *Leishmania* differentiation in natural and unnatural sandfly host. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, v. 40, p. 196-206, 1993.

ZIJLSTRA E. E.; EL-HASSAN, A. M. Leishmaniasis in Sudan: visceral leishmaniasis.

Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, Londres, v.

95, n. 1, p. 59-76, 2001.

2º CAPÍTULO (ARTIGO ORIGINAL):

**FATORES DETERMINANTES NA DISTRIBUIÇÃO DA RIQUEZA,
ABUNDÂNCIA E SAZONALIDADE DE UMA COMUNIDADE DE
FLEBOTOMÍNEOS (DIPTERA, PSYCHODIDAE) EM ÁREA DE CERRADO**

Pedro Carvalho Freire

Louiziane Ribeiro Nascimento

Jorge Luiz Pinto Moraes

José Manuel Macário Rebêlo

Freire et al.: Sandfly community
in a Brazilian savanna area

Journal of Medical Entomology
Vector Control, Pest
Management, Resistance,
Repellents

Laboratório de Entomologia e
Vetores/Depto de Patologia/UFMA. Av.
dos Portugueses, 1966 - Bacanga, São
Luís - MA, 65080-805.

Tel: 55 98 2108-8542

E-mail: pedro.freire@ifma.edu.br

E-mail: macariorebello@uol.com.br

**Fatores determinantes na distribuição da riqueza, abundância e sazonalidade de
uma comunidade de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em área de cerrado
brasileiro**

Determining factors in the distribution of richness, abundance and seasonality of
sandflies (Diptera, Psychodidae) community in Brazilian savanna area

**Pedro Carvalho Freire^{1,2}, Louiziane Ribeiro Nascimento², Jorge Luiz Pinto
Moraes² e José Manuel Macário Rebêlo^{2,3}**

1. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal
do Maranhão, São Luís, MA.

2. Laboratório de Entomologia e Vetores, Universidade Federal do Maranhão, São Luís,
MA.

3. Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA.

Resumo. Foram objetos deste estudo a análise dos fatores que determinam a riqueza, a abundância e a frequência mensal das espécies de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em uma área rural do município de São Domingos do Maranhão, estado do Maranhão, sob domínio de cerrado, que registra elevada prevalência de leishmanioses. Os espécimes foram capturados mensalmente entre maio de 2012 e abril de 2014, por três noites consecutivas, com armadilhas luminosas HP, instaladas das 18h às 6h, nos ambientes intra e peridomiciliares de duas casas. Levou-se em consideração, durante as capturas, dados sobre a precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, temperatura, estação do ano, condições atmosféricas do tempo ao longo do dia, intensidade do vento e fases lunares. Foram coletados 51.224 indivíduos de 13 espécies, sendo 12 pertencentes ao gênero *Lutzomyia* e uma ao gênero *Brumptomyia*. A riqueza e abundância foram maiores no peridomicílio (97,8% dos indivíduos de 13 espécies) do que no intradomicílio (2,2%; 9 espécies). As espécies dominantes foram *Lutzomyia longipalpis* (66,3%) e *L. whitmani* (30,3%) que, juntamente com *L. evandroi*, *L. termitophila*, *L. sordellii* e *L. carmelinoi*, foram as mais constantes ao longo do ano. Dos fatores analisados, os que contribuíram de forma significativa para a riqueza e abundância das espécies foram a estação chuvosa (63,15%), apresentando correlação positiva com a precipitação pluviométrica e umidade, além de outros fatores como dias de céu aberto (77,5%) com vento fraco (61,2%) e lua crescente (47,8%).

Palavras-chave: Ecologia, Flebotomíneos, Vetores, Leishmanioses, Cerrado.

Abstract. Were objects of this study to analyze the factors that determine the richness, abundance and monthly frequency of phlebotomine sand flies species (Diptera, Psychodidae) in a rural area of the municipality of São Domingos of Maranhão, state of Maranhão, under cerrado domain, which records high prevalence of leishmaniasis. Specimens were collected monthly between May 2012 and April 2014, for three consecutive nights, with HP light traps, installed from 18h to 6h into and surrounding of two domestic environments. It took into account during the catch, data on rainfall, relative humidity, temperature, season, atmospheric conditions of weather throughout the day, wind intensity and lunar phases. Were collected 51,224 individuals of 13 species, 12 of the genus *Lutzomyia* and 1 of the genus *Brumptomyia*. The richness and abundance were higher in areas surrounding homes (97.8% of individuals of 13 species) than in dwellings (2.2%; 9 species). The dominant species were *Lutzomyia longipalpis* (66.3%) and *L. whitmani* (30.3%) which, together with *L. evandroi*, *L. termitophila*, *L. sordelii* and *L. carmelinoi* were the most constant over year. Of the analyzed factors, which contributed significantly to the richness and abundance of species were the rainy season (63.15%), showing a positive correlation with rainfall and humidity, and other factors as days with open sky (77.5%) weak wind (61.2%) and waxing moon (47.8%).

Keywords: Ecology, Phlebotomine, Vectors, Leishmaniasis, *Cerrado*.

Introdução

Os flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) são insetos de importância médica por serem vetores de agentes etiológicos que podem levar as leishmanioses tegumentar e visceral. Estas são doenças infecto-parasitárias que acometem o homem sendo causadas por várias espécies de protozoários do gênero *Leishmania* Ross, 1903. Nas Américas, todas as espécies de leishmanias são transmitidas pela picada de fêmeas infectadas de flebotomíneos do gênero *Lutzomyia* França, 1924 (Young & Duncan, 1994). Das 510 espécies de flebotomíneos que ocorrem nestes continentes, mais de 100 são suspeitas de agirem como vetores de *Leishmania* sp. e pouco mais de 50 são realmente vetores comprovados (Lainson and Rangel 2005).

Os flebotomíneos compreendem insetos tipicamente de matas, porém, devido a ação antrópica, que pode afetar a diversidade, a densidade e a sua estratégia de sobrevivência (Azevedo et al. 2011), têm conseguido explorar novos ambientes, aproximando-se cada vez mais das habitações humanas (Forattini et al. 1976). Esse processo de saída das florestas e adaptação a ambientes diferentes, como resultado direto da alteração do meio ambiente provocada pelo homem, tem permitido que estes vetores se aproximem cada vez mais do peridomicílio e domicílio, levando a um novo padrão na transmissão das leishmanioses (Madeira et al. 2003, Costa-Simone et al. 2007, Queiroz et al. 2012).

No estado do Maranhão, Rebêlo et al. (2010) abordaram resultados de estudos realizados ao longo de 22 anos, com a finalidade de conhecer a fauna de flebotomíneos em diferentes fitorregiões e, a partir destes resultados, atualmente são reportadas mais de 90 espécies para o Estado. Alguns estudos mostraram que muitas espécies são encontradas em ambientes florestais preservados (Martins et al. 2011, Moraes et al.

2015), sendo que, a sua diversidade diminui nas florestas primárias alteradas e nas matas secundárias (Rebêlo et al. 2000a, Rebêlo et al. 2000b, Marinho et al. 2008). Além disso, boa parte destes insetos, tem invadido o ambiente antrópico, sendo encontrados no peridomicílio, onde se associam a animais domésticos, com possibilidade de adentrar no domicílio e sugar o homem (Dias et al. 2003, Oliveira-Pereira et al. 2006).

Apesar dos flebotomíneos serem bem conhecidos, em termos de composição das espécies, no estado do Maranhão, ainda se sabe muito pouco sobre os fatores que determinam o seu padrão de atividade. Quanto à sazonalidade, nesta região, vários autores enfocam o predomínio dos flebotomíneos na estação chuvosa (Barros et al. 2000, Rebêlo, 2001, Marinho et al. 2008, Azevedo et al. 2011), embora possam vir a ser abundantes e diversos também na estiagem (Martin and Rebêlo 2006, Martins et al. 2011, Moraes et al. 2015). Apesar disso, fatores como temperatura, umidade e pluviosidade frequentemente abordados por estes estudos ainda precisam ser melhor interpretados para que se definam como fatores determinantes.

Sendo assim, desenvolver um conhecimento mais preciso sobre a influência desses fatores em relação as flutuações das populações desses insetos, além de ser importante para a melhor compreensão das atividades dos flebotomíneos, permite melhor orientação e planejamento de medidas anti-vetoriais efetivas durante os períodos em que esses vetores são mais abundantes, principalmente em áreas com transmissão de leishmanioses, possibilitando assim o controle dessa doença (Lainson and Shaw 1979, Almeida et al. 2010).

Uma das áreas do Maranhão onde os flebotomíneos são pouco estudados é a do cerrado da região central do Estado, onde, até o momento, não existe nenhum estudo ecológico. Além disso, poucos estudos têm sido realizados durante períodos maiores do que 12 meses. Sendo assim, o presente trabalho, realizado no município de São

Domingos do Maranhão, passa a ser o primeiro realizado para esta região ao longo de 24 meses.

Há algum tempo, faz-se necessário, neste município, de um inquérito entomológico com enfoque para ocorrência de insetos flebotomíneos, os vetores responsáveis pela transmissão das leishmanioses. Segundo o Ministério da Saúde, a partir de levantamentos realizados pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), foram confirmados 142 casos de leishmanioses entre os anos de 2003 a 2013, sendo que, destes, 137 foram casos de leishmaniose tegumentar e cinco de leishmaniose visceral (SINAN 2014).

Diante do exposto, fez-se esse trabalho com objetivo de conhecer a riqueza, a abundância e a frequência mensal das espécies de flebotomíneos e analisar se, as variações da precipitação pluviométrica, umidade relativa e temperatura, além de outros fatores como as condições do tempo, intensidade do vento e fases lunares, poderiam afetar essa composição faunística.

Materiais e métodos

Área de estudo. O município de São Domingos do Maranhão (5°34'12" S e 44°22'48" W), estado do Maranhão, localizado a uma distância de 495 km de São Luís, capital do Estado, está inserido na mesorregião Centro maranhense e microrregião de Presidente Dutra, numa altitude média de 191 metros acima do nível do mar (IBGE 2010). Nesta região, a variação térmica durante o ano é pequena, com a temperatura oscilando entre mínima de 21,2°C e máxima de 32°C (CPRM 2011).

O clima local, segundo a classificação de Köppen, é tropical (AW') e diversifica-se de subúmido a semiárido com dois períodos bem definidos: um chuvoso,

que vai de janeiro a junho, com médias mensais superiores a 149 mm e outro de estiagem, correspondente aos meses de julho a dezembro (CPRM 2011). Dentro do período de estiagem, a precipitação pluviométrica varia de 2,4 a 171 mm e no período chuvoso de 15,5 a 264,6 mm, com média anual em torno de 1.203 mm. Os cursos d'água do município fazem parte das Bacias hidrográficas do Itapecuru e do Mearim, sendo que a vegetação composta por floresta estacional decidual com encraves de cerrado e árvores espaçadas (IMESC 2008).

A área propriamente dita, onde o estudo foi realizado, é o povoado Paul (5° 38'44.22" S 44° 19'25.44"W), localizado a 11,2 km da sede municipal (Fig. 1). Nesse povoado foram selecionadas duas casas com aproximadamente 1km de distância entre si e que continham galinheiros dispostos nos quintais. Além de galinhas também havia a presença de outros animais, como: ganso, peru, cão e porco, mas a escolha dos galinheiros como locais de coleta de flebotomíneos se deu porque as galinhas são os animais mais frequentes nessa área rural. Em cada casa foram instaladas duas armadilhas luminosas, uma no intradomicílio (interior da casa) e outra no galinheiro, situado no peridomicílio (quintal), entre 8 e 12 metros das casas. Estes ambientes eram arborizados, contendo frutíferas, como mangueiras, limoeiros e bananeiras. Durante o dia, as galinhas frequentavam livremente o peridomicílio enquanto que, durante a noite, uma parte ficava confinada no galinheiro construído com paredes de pau a pique cobertas com palha e, outra parte empoleirava-se nas árvores próximas ao galinheiro.

Coletas de flebotomíneos. Os flebotomíneos foram capturados mensalmente entre maio de 2012 a abril de 2014, por três noites consecutivas, utilizando-se armadilhas luminosas do tipo HP-Hoover Pugedo (Pugedo et al. 2005) instaladas a 1,5 m de altura, das 18 às 6 horas. Durante esse período apenas o mês de janeiro (2013) não

foi possível realizar as capturas. Considerando 4 armadilhas x 3 noites x 12 horas x 23 meses, o esforço de captura foi de 3.312 horas.

Os insetos capturados foram sacrificados em câmaras mortíferas contendo acetato de etila e, em seguida, acondicionados em potes plásticos devidamente etiquetados e conduzidos ao Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

Procedimento em laboratório. Sob estereomicroscópios, com luz branca, os flebotomíneos foram separados dos demais insetos capturados. Os espécimes foram imersos em solução de hidróxido de potássio (10%) por 3 horas, uma passagem em ácido acético P.A por 20 minutos, três lavagens de 15 minutos com água destilada, logo após foram imersos em lactofenol, em seguida montados entre a lâmina e lamínula com berlese para facilitar a identificação. Esta baseou-se em características morfológicas de acordo com duas chaves de identificação dicotômica (Young and Duncan 1994, Galati 2003).

Fatores ambientais. As variações da temperatura (°C), umidade relativa do ar (UR – %) e velocidade do vento (m/s) obtidas ao longo do estudo foram aferidas “in loco” durante os dias de coleta, respectivamente nessa ordem, através de termômetro, higrômetro e anemômetro sendo que, nesse último caso, a velocidade do vento foi dividida em três categorias variando entre forte (2-3m/s), moderado (1-1,9m/s) e fraco (0-0,9m/s). Além disso, nesses dias de coleta, também foram realizadas observações visuais das condições atmosféricas do tempo ao longo do dia (céu aberto, chuvoso e nublado) e fase lunar (cheia, crescente, minguante e nova). Por último, os índices pluviométricos (mm³) mensais, dos 24 meses estudados, foram obtidos no Laboratório de Meteorologia do Núcleo de Geoprocessamento da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

Análise dos dados. Comparamos os perfis de riqueza e diversidade apresentados através das séries de Hill (Hill 1973). A equitabilidade foi estimada utilizando-se o índice de Pielou (Pielou 1966). A análise de similaridade entre os pontos com armadilha luminosa foi realizada calculando-se o índice de Bray-Curtis, a partir dos dados de abundância relativa, e o índice de Jaccard, a partir dos dados presença e ausência das espécies. As espécies foram classificadas de acordo com o índice de Constância (Silveira-Neto et al. 1976), sendo constante as que ocorreram em mais de 50% das coletas, acessórias se presentes em 25% a 50% das coletas e acidentais em menos de 25%.

As variações mensais nos números de flebotomíneos capturados foram comparadas com os valores médios mensais da temperatura e umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica. Para isso fez-se a análise de correlação não paramétrica de Spearman (r). A partir da análise do Teste de χ^2 , utilizando-se valor de “p” em um intervalo de confiança no nível de 95% ($p < 0,05$), avaliou-se a significância das diferenças encontradas na frequência dos indivíduos capturados ao longo dos 24 meses em relação a outros fatores abióticos como as condições do tempo, intensidade do vento e a fase da lua. Todas essas análises foram realizadas com o pacote estatístico Vegan do ambiente computacional R (R Development Core Team 2013).

Resultados

Riqueza e abundância das espécies. Foram capturados 51.224 espécimes de 13 espécies de flebotomíneos (Tabela 1), sendo uma do gênero *Brumptomyia*: *B. avellari*; e 12 do gênero *Lutzomyia*. As espécies dominantes foram *Lutzomyia longipalpis* (66,28%), e *L. whitmani* (30,3%). As onze espécies restantes contribuíram com 3,5%. A

riqueza e abundância de espécies para os ambientes variaram de 9 espécies, com 1.140 indivíduos (2,2%) no intradomicílio e 13 espécies com 50.084 indivíduos (97,8%) no peridomicílio. Todas as espécies frequentaram o ambiente peridomiciliar.

Diversidade de espécies. Através de comparações entre os perfis de diversidade, entre os ambientes (intradomicílio e peridomicílio) e casas (A e B), apresentados pelas séries de Hill (Fig. Supp. 1), é possível observar, entre os dois ambientes, uma relação bem mais próxima do que a relação observada entre as casas.

O ambiente que apresentou maior valor de equitabilidade foi o intradomicílio (0,372) seguido de peridomicílio (0,274). Para similaridade, entre os ambientes, o valor apresentado foi baixo (0,043) se considerados os dados de abundância relativa. Quando são considerados os dados de presença e ausência, observa-se um valor alto de similaridade (0,692).

Além disso, na comparação entre as curvas de acumulação para a riqueza de espécies para as duas casas (Fig. S2), observa-se um cruzamento entre as casas no sexto mês de coleta e, seguindo até o vigésimo quarto e último mês de coleta, uma das casas (B) ultrapassa e atinge valores um pouco maiores em riqueza (12 contra 10).

Índice de constância das espécies. As espécies constantes foram *Lutzomyia longipalpis*, *L. evandroi* e *L. termitophila*, presentes em 100% das coletas, *L. sordellii* (95,6%), *L. carmelinoi* (86,9%), *L. whitmani* (69,6%) e *Brumptomyia avellari* (56,5%), enquanto que, todas as outras espécies restantes, foram consideradas acidentais.

Frequência mensal dos flebotomíneos. Na figura 2, apresenta-se a frequência mensal dos indivíduos e a variação dos valores mensais de precipitação pluviométrica além dos valores médios da umidade relativa do ar e da temperatura ao longo do período do estudado. Com exceção do mês de janeiro (2013) devido a impossibilidade na realização das capturas, os espécimes foram coletados em todos os meses, mas o

fluxo foi maior nos meses de junho (2012), fevereiro-março (2013) e dezembro (2013), e menor em agosto-novembro (2012) e junho-setembro (2013).

Das variáveis climáticas avaliadas como determinantes da abundância de espécies de flebotomíneos, com base na análise de correlação de Spearman, a precipitação pluviométrica e a umidade relativa média ($r=0,559$ e $r=0,425$, respectivamente; $p<0,05$), foram as que melhor explicaram a abundância das espécies no período, enquanto que, para a temperatura média ($r=-0,067$ e $p>0,05$), não houve correlação. A população total (abundância absoluta) de flebotomíneos, assim como a abundância relativa de *Lutzomyia longipalpis*, a espécie mais abundante e constante do estudo, também apresentou correlação positiva com a precipitação pluviométrica ($r=0,600$; $p<0,05$).

Ocorrência estacional. Das 13 espécies encontradas, 11 ocorreram nas duas estações, das quais, sete predominaram na estação chuvosa e cinco na estiagem (Tabela 2). Do total de indivíduos (51.224) coletados durante o ano de estudo, 32.351 (63,2%) ocorreram na estação chuvosa e 18.873 (36,8%) foram encontrados na estação seca. Essa diferença foi estatisticamente significativa ($p<0,05$). As duas espécies dominantes do estudo, também predominaram na estação chuvosa, a saber: *Lutzomyia whitmani* (89,4%; $p<0,05$) e *L. longipalpis* (53,6%; $p<0,05$).

Influência das condições do tempo. Observou-se que as espécies mais abundantes foram encontradas em todas as condições do tempo consideradas no presente estudo, porém, a frequência de capturas foi maior em condições de tempo com céu aberto (77,48%; $p<0,05$), sendo que 12, das 13 espécies encontradas no trabalho, predominaram nessas condições (Tabela 2), inclusive *Lutzomyia lenti*, *L. migonei* e *L. serrana* só foram encontradas nessa condição. Por outro lado, as quatro espécies mais abundantes, *L. longipalpis*, *L. whitmani*, *L. evandroi* e *L. carmelinoi*, foram encontradas

nos dias chuvosos, embora pouco representativas, quando comparadas com os dias cujas condições eram de céu aberto e/ou nublado.

Influência da intensidade do vento. A ocorrência de flebotomíneos foi maior com vento fraco (61,22%; $p < 0,05$). Com exceção de *Lutzomyia serrana*, todas as espécies frequentaram as armadilhas quando o vento estava fraco e a maioria foi mais abundante nesta condição (Tabela 2). Sob vento moderado, também foi alta a frequência de indivíduos presentes nas armadilhas (37,21%; $p < 0,05$). Pouquíssimos indivíduos (1,55%; $p < 0,05$) e de apenas quatro espécies foram coletados nas armadilhas sob vento forte: *L. longipalpis*, *L. whitmani*, *L. evandroi* e *L. carmelinoi*.

Influência das fases lunares. A riqueza de espécies encontrada variou de acordo com as fases lunares (Tabela 2): crescente e minguante (10 espécies), nova (8) e cheia (5). A abundância de indivíduos também foi menor na lua cheia (3,7%; $p < 0,05$) e maior na lua crescente (47,85%; $p < 0,05$).

Discussão

A riqueza de espécies de flebotomíneos em São Domingos do Maranhão foi considerada alta, detendo cerca de 6% em relação ao Brasil e mais de 15% em relação ao que já foi encontrado para o estado do Maranhão, a partir de estudos de levantamento faunístico em municípios de diferentes fitorregiões (Rebêlo et al. 2010). Quando comparada com trabalhos realizados em outras áreas de cerrado do Maranhão, a riqueza foi semelhante (Rebêlo et al. 1999, Martin e Rebêlo 2006, Martins et al. 2011, Silva et al. 2012), contudo, registramos a ocorrência de uma espécie de *Lutzomyia* que ainda não havia sido encontrada, para este bioma, no Maranhão: *Lutzomyia serrana*.

A despeito da grande riqueza faunística, a maioria das espécies contribuiu com um número baixíssimo de indivíduos. Esse parece que constitui um padrão nas assembleias de flebotomíneos, podendo ser constatado em vários estudos realizados no Maranhão (Rebêlo et al. 1999, Barros et al. 2000, Rebêlo 2001, Dias et al. 2003, Oliveira-Pereira et al. 2006, Martin e Rebêlo 2006, Marinho et al. 2008, Fonteles et al. 2009, Rebêlo et al. 2010, Martins et al. 2011, Azevedo et al. 2011, Silva et al. 2012). De acordo com alguns destes autores (Dias et al. 2003, Oliveira-Pereira et al. 2006, Fonteles et al. 2009), a baixa frequência de indivíduos da maioria das espécies pode refletir a própria estrutura da comunidade local, mas também pode ser devido à ausência de fontes alimentares sanguíneas específicas, de criadouros e abrigos adequados nas proximidades dos pontos de coleta. Contudo, Martins et al. (2011) acreditam que espécies “aparentemente” raras nesta região e, como tal, sem importância na epidemiologia das leishmanioses, podem adaptar-se ao novo meio, devido às alterações nas comunidades e desempenhar funções importantes como vetores de *Leishmania*.

Com relação à sazonalidade, tem-se observado que no Maranhão, os flebotomíneos respondem à variação estacional. A maioria dos estudos levados a efeito em áreas tropicais indica que estes dípteros predominam nos meses mais quentes e úmidos (Gomes et al. 1980, Aguiar e Soucasaux 1984, Salomón et al. 2002), portanto, de maior precipitação pluviométrica, que no Maranhão correspondem à estação chuvosa que ocorre no primeiro semestre do ano (Barros et al. 2000, Rebêlo 2001, Marinho et al. 2008, Azevedo et al. 2011). O presente estudo, não foi exceção deste padrão, pois o aumento na frequência dos indivíduos está relacionado, principalmente, com o aumento da precipitação pluviométrica e da umidade entre os meses de fevereiro-março (2013) e dezembro (2013), enquanto que, entre os meses de agosto-novembro (2012) e junho-

setembro (2013), quando a precipitação pluviométrica foi menor, a frequência destes insetos também foi menor.

No Maranhão, as temperaturas, em média, são elevadas em todos os meses, permitindo a ocorrência das espécies o ano inteiro (Silva et al. 2010). As mudanças de temperatura se fazem gradualmente, ao longo do ano e das estações, conforme observado na área do presente estudo. A umidade, por sua vez, muda bruscamente de uma estação para a outra, variando às vezes, em até 30%, em média, podendo ser muito seco na estiagem e muito úmido na estação chuvosa, conforme ficou constatado no presente estudo. Com o início do período chuvoso, ao precipitarem as primeiras chuvas, ocorre o aumento da umidade do meio ambiente, com a consequente emergência dos adultos que assim aparecem nessa estação. Contudo, nos dias chuvosos ou com pancadas de chuvas, estas podem afetar as condições dos criadouros no solo (Rutledge e Ellenwood 1975) e diretamente os indivíduos que são insetos pequenos (Macedo et al. 2008), interferindo nas chances de sobrevivência (Killick-Kendrick 1978). Assim, observa-se uma maior abundância destes insetos nos períodos chuvosos, com aumento na frequência de captura principalmente em dias com tempo firme, céu aberto e sem chuva.

No tocante à intensidade do vento, houve uma queda brusca no número de espécimes capturados, quando na presença de ventos fortes, o que pode ser justificável, já que, fatores como estes, são reconhecidamente interferentes nas atividades dos flebotomíneos e no fraco rendimento das armadilhas utilizadas (Aguilar et al. 1987). Em um estudo realizado por Mayo et al. (1998), a ausência de praticamente todas as espécies na armadilha luminosa instalada na margem da mata, foi incriminada à maior exposição deste ambiente aos ventos moderados ou fortes que ocorreram em alguns dias de coleta. Em outro estudo, realizado por Amorin et al. (2015), quando a velocidade dos

ventos foi baixa, a quantidade de flebotomíneos foi alta. A ocorrência de ventos fortes pode ser um fator que dificulta sua atividade e seu voo. Além disso, Orshan et al. (2010), concluiu que estes insetos são sensíveis à velocidade do vento e têm preferência por locais de reprodução que sejam protegidos.

Analisando a interferência das fases lunares, observou-se que, no geral, a riqueza e abundância de espécies capturadas foi maior nos dias de lua crescente. De acordo com Bidlingmayer (1974), as armadilhas luminosas parecem ter uma compatibilidade com a luminosidade circundante, diminuindo sua eficiência em noites com maior intensidade de luz lunar. Lourenço-de-Oliveira et al. (1985), pesquisando aspectos da ecologia dos mosquitos (Diptera: Culicidae) em relação ao ciclo lunar, apontou que, em luas intermediárias (crescente e minguante), a coleta destes insetos eram mais produtivas, mas, por outro lado, concluíram que não haveriam dados suficientes para justificar uma influência do ciclo lunar sobre a fauna estudada. Comparando as capturas realizadas apenas em dias de lua nova e lua cheia, observou-se uma vantagem de captura significativamente maior na lua nova. Isso também pôde ser observado por Carvalho et al. (2000) que, capturou *Lutzomyia intermedia*, *L. migonei* e *L. fischeri* com uma frequência considerável na lua nova. Além disso, Sherlock et al. (1996), estudando a ecologia dos flebotomíneos, verificou que *L. whitmani* estava presente em todas as fases da lua, mas com uma densidade uniforme, enquanto *L. intermedia* foi predominante na lua nova.

Do ponto de vista da saúde pública, verificou-se que as duas espécies dominantes, *Lutzomyia longipalpis* e *L. whitmani*, que são justamente as mais antropofílicas e constantes, e respectivamente os maiores vetores da LVA e LTA, no Estado do Maranhão (Rebêlo et al. 2010), ocorreram de forma semelhante ao que foi observado no geral, ou seja, para o total absoluto de flebotomíneos. Esse resultado se

assemelha ao de estudos anteriores realizados para o bioma de cerrado (Rebêlo et al. 1999, Martin e Rebêlo 2006, Martins et al. 2011, Silva et al. 2012) e reverte-se de grande importância epidemiológica, devido ao estado de endemicidade dessas duas doenças no Maranhão e nos locais deste estudo (SINAN 2014).

Assim, a partir dos resultados obtidos por este trabalho, pôde-se concluir que a riqueza e a abundância das espécies de flebotomíneos foram consideradas elevadas e que as populações das espécies estudadas responderam à variação dos fatores ambientais, sendo mais abundantes nas estações chuvosas, apresentando correlação positiva com a precipitação pluviométrica e umidade. Ao longo destes períodos, levando em consideração a metodologia utilizada, a ocorrência destes insetos também foi maior quando influenciada por outros fatores como em dias de céu aberto, pouco vento e lua crescente. Adicionalmente, considerando que dentre as espécies de flebotomíneos encontradas algumas são reconhecidos vetores de leishmanioses, recomenda-se uma maior atenção investida pelo programa de controle vetorial dessas enfermidades durante os períodos e nas condições ambientais em que foram encontradas maior abundância dessas espécies no município de São Domingos do Maranhão.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos técnicos do Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV) pertencentes ao departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e os técnicos da Vigilância Entomológica pertencente ao Departamento de Endemias de São Domingos do Maranhão, estado do Maranhão assim como, também, aos moradores deste município e a todos que ofereceram auxílio nos trabalhos entomológicos durante a realização do estudo.

Referências

- Aguiar, G. M., and T. Soucasaux. 1984.** Aspectos da ecologia dos flebotomos do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Estado do Rio de Janeiro. I. Frequência mensal em isca humana (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 79:197-209.
- Aguiar, G. M., M. L. Vilela, and R. B. Lima. 1987.** Ecology of the sandflies of Itaguaí, na área of cutaneous leishmaniasis in State of Rio de Janeiro. Food preferences (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 82(4): 583-584.
- Almeida, P. S., J. C. Nascimento, A. D. Ferreira, L. D. Minzão, F. Portes, A. M. Miranda, O. Faccenda, and J. D. Andrade-Filho. 2010.** Espécies de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) coletadas em ambiente urbano em municípios com transmissão de Leishmaniose Visceral do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Rev. Bras. Entomol., 54: 304-310.
- Amorim, C. F., S. S. A. Amóra, T. A. Kazimoto, K. F. L. Costa, L. F. Silva, and M. V. Maciel. 2015.** Levantamento de flebotomíneos às margens do rio Mossoró, no Nordeste do Brasil. Rev. Bai. Saúde Pública, 39(3):584-597.
- Azevedo, P. C. B, G. N. Lopes, R. S. Fonteles, G. C. Vasconcelos, J. L. P. Moraes, and J. M. M. Rebêlo. 2011.** The Effect of Fragmentation on Phlebotomine Communities (Diptera: Psychodidae) in Areas of Ombrophilous Forest in São Luís, State of Maranhão, Brazil. Neotrop. Entomol. (press), 40: 271-277.

- Barros, V. L. L., J. M. M. Rêbello, and F. S. Silva. 2000.** Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de capoeira do Município do Paço do Lumiar, Estado do Maranhão, Brasil: Área de transmissão de leishmaniose. *Cad. Saúde Públ.*, 16(1): 265-270.
- Bidlingmayer, W. I. 1974.** The influence of environmental factors and physiological stage on flight patterns of mosquitoes taken in the vehicle aspirator and truck, suction, bait and New Jersey light traps. *J. Med. Ent.*, 15: 119-146.
- Carvalho, R. W., M. B. Souza, N. M. Serra-Freire, C. S. Pontes, N. F. Conceição, and A. B. Almeida. 2000.** Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) da Ilha do Araújo, município de Paraty, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Comportamento da fauna frente à variação horária e ao ciclo lunar. *Entomol. Vect.*, 7: 143-153.
- Costa-Simone, M., M. Cechinel, V. Bandeira, J. C. Zannuncio, R. Lainson, and E. F. Rangel. 2007.** *Lutzomyia (Nyssomyia) whitmani* s.l. (Antunes & Coutinho, 1939) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae): geographical distribution and the epidemiology of American cutaneous leishmaniasis in Brazil - mini-review. *Mem Inst. Oswaldo Cruz*, 102: 149-53.
- (CPRM) Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. 2011.** Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de São Domingos do Maranhão / Francisco Lages Correia Filho, Érico Rodrigues Gomes, Ossian Otávio Nunes, José Barbosa Lopes Filho. Teresina: CPRM – Ser. Geol. Bras.

- Dias, G. O. P., E. S. Lorosa, and J. M. M. Rebêlo. 2003.** Fonte alimentar sanguínea e peridomiciliação de *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) (Psychodidae, Phlebotominae). Cad. Saúde Públ., 19: 1373-1380.
- Dye, C., C. R. Davies, R. Lainson. 1991.** Communication among phlebotomine sand flies: a field study of domesticated *Lutzomyia longipalpis* populations in Amazonian Brazil. Anim. Behav., 42: 183-192.
- Fonteles, R. S., G. C. Vasconcelos, P. C. B. Azevêdo, G. N. Lopes, J. L. P. Moraes, E. S. Lorosa, O. Kuppinger, e J. M. M. Rebêlo. 2009.** Preferência alimentar sanguínea de *Lutzomyia whitmani* (Diptera, Psychodidae) em área de transmissão de leishmaniose cutânea americana, no Estado do Maranhão, Brasil. Rev. Soc. Bras. Med. Trop., 42(6): 647-650.
- Forattini, O. P. 1976.** Novos encontros de flebotomíneos no Estado de São Paulo, Brasil. Rev. Saúde Públ., São Paulo, 10: 125-8.
- Galati, E. A. B. 2003.** Morfologia e taxonomia. Morfologia, terminologia de adultos e identificação dos táxons da America. In E. F. Rangel and R. Lainson (eds.), Flebotomíneos do Brasil. FIOCRUZ, Rio de Janeiro, Brasil.
- Gomes, A. C., E. X. Rabello, J. L. F. Santos, and E. A. B. Galati. 1980.** Aspectos ecológicos da leishmaniose tegumentar americana. 1: Estudo experimental da frequência de flebotomíneos em ecótopos artificiais com referência especial a *Ps. Intermedius*. Rev. Saúde Públ., S. Paulo, 14: 540-56.
- Hill, M. 1973.** Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology, 54: 427-432.

(IBGE) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Populacional 2010. 29 de novembro de 2010. Disponível em <<http://censo2010.ibge.gov.br/>> Página visitada em 11 de fevereiro de 2014.

(IMESC) Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. 2008. Perfil do Maranhão 2006/2007. São Luís: IMESC, v.1.

Killick-Kendrick, R. 1978. Recent advances and outstanding problems in the biology of phlebotomine sandflies. *Acta Tropica*, 35: 297-313.

Lainson, R., and J. J. Shaw. 1979. The role of animals in the epidemiology of South American leishmaniasis. In: Lumsden, W.H.R., and D. A. EVANS. ed. *Biology of the Kinetoplastida*. London, Academic Press, 2: 1-116.

Lainson, R., and E. F. Rangel. 2005. *Lutzomyia longipalpis* and the eco-epidemiology of American visceral leishmaniasis, with particular reference to Brazil: a review. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, 100: 811-827.

Lourenço-de-Oliveira, R., and T. F. Silva. 1985. Alguns aspectos da ecologia dos mosquitos (Diptera: Culicidae) de uma área de planície (Granjas Calábria), em Jacarepaguá, Rio de Janeiro. III - Preferência horária das fêmeas para o Hematofagismo. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 80: 195-202.

Macedo, I.T.F., C. M. L. Bevilaqua, N. B. Morais, L. C. Sousa, F. E. Linhares, S. A. A. Amóra, and L. M. B. Oliveira. 2008. Sazonalidade de flebotomíneos em área endêmica de leishmaniose visceral no município de Sobral, Ceará, Brasil. *Ciência Animal*, 18: 67-74.

- Madeira, M.F., C. M. A. Uchôa, C. A., Leall, R. M. M. Silva, M. Duarte, C. M. Magalhães, and C. M. B. Serra. 2003.** Leishmania (Viannia) braziliensis em cães naturalmente infectados. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, 36(5): 551-555.
- Marinho, R. M, R. S. Fonteles, G. C. Vasconcelos, P. C. B. Azevêdo, J. L. P. Moraes, and J. M. M. Rebêlo. 2008.** Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em reservas florestais da área metropolitana de São Luís, Maranhão, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.*, 52:112-116.
- Martin, A. M. C., and J. M. M. Rêbello. 2006.** Dinâmica espaço-temporal de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) do município de Santa Quitéria, área de cerrado do Estado do Maranhão, Brasil. *Iheringia*, 96: 273–384.
- Martins F. C, J. L. P. Moraes, N. Figueiredo, and J. M. M. Rêbello. 2011.** Estrutura da comunidade de Phlebotominae (Diptera, Psychodidae) em mata ciliar do município de Urbano Santos, Maranhão, Brasil, *Iheringia, Série Zool.*, 101(1-2): 109-114.
- Mayo, R.C., C. Casanova, L. M. Mascarini, M. G. Pignatti, O. Rangel, E. A. B. Galati, D. M. V. Wanderley, and F. M. A. Corrêa. 1998.** Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de área de transmissão de leishmaniose tegumentar americana, no município de Itupeva, região sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, 31(4):339-345.
- Moraes J. L. P., C. L. C. Dos Santos, V. J. C. Bastos, A. C. N. Pereira, L. S. Moraes, J. R. L. Moraes, M. C. De Castro, and J. M. M. Rebêlo. 2015.** Espécies de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em matas ciliares na transição

entre a Amazônia úmida e o Nordeste semi-árido do Brasil. *Entomotrop.*, 30(3): 21-29.

Oliveira-Pereira, Y. N., J. M. M. Rebêlo, J. L. P. Moraes, and S. R. F. Pereira.

2006. Diagnóstico molecular da taxa de infecção natural de flebotomíneos (Psychodidae, *Lutzomyia*) por *Leishmania* sp na Amazônia maranhense. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, 39: 540-543.

Orshan, L., D. Szekely, Z. Khalfa, and S. Bitton. 2010. Distribution and seasonality

of Phlebotomus sand flies in cutaneous leishmaniasis foci, Judean Desert, Israel.

J. Med. Entomol., 47: 319–328.

Pielou, E. C. 1966. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological

succession. *J. Theo. Biol.*, 10: 370-383.

QGIS, Development Team. 2016. QGIS Geographic Information System. Open

Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://www.qgis.osgeo.org>.

Queiroz, M. F. M., J. R. Varjao, S. C. Moraes, and G. E. Salcedo. 2012. Analysis of

sandflies (Diptera: Psychodidae) in Barra do Garças, State of Mato Grosso,

Brazil, and the influence of environmental variables on the vector density of

Lutzomyia longipalpis (Lutz & Neiva, 1912). *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*,

Uberaba, 45(3): 313-317.

R Development Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical

computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível

em: <http://www.R-project.org> (acessado em novembro de 2015).

Rebêlo, J. M. M., F. S. Leonardo, J. M. L. Costa, Y. N. O. Pereira, and F. S. Silva.

1999. Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de área endêmica de leishmaniose na região dos cerrados, Estado do Maranhão, Brasil. *Cad. Saúde Públ.*, 15: 623–630.

Rebêlo, J. M. M., S. T. Oliveira, V. L. L. Barros, and F. S. Silva. 2000a.

Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) de Lagoas, município de Buriticupu, Amazônia maranhense. I - Riqueza e abundância relativa das espécies em área de colonização recente. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, 33: 11–19.

Rebêlo, J. M. M., S. T. Oliveira, V. L. L. Barros, and F. S. Silva. 2000b.

Flebotomíneos da Amazônia maranhense. IV - Riqueza e abundância relativa das espécies em área de colonização antiga. *Entomol. Vect.*, 7: 61–72.

Rebêlo J. M. M., S. T. Oliveira, F. S. Silva, V. L. L. Barros, and J. M. L. Costa.

2001. Sandflies (Diptera: Psychodidae) of the Amazônia of Maranhão. V. Seasonal occurrence in ancient colonization area and endemic for cutaneous leishmaniasis. *Rev. Bras. Biol.*, 61: 107-115.

Rebêlo, J. M. M., R. V. Rocha, J. L. P. Moraes, F. S. Leonardo, G. A. Alves, and C.

R. M. Silva. 2010. The fauna of phlebotomines (Diptera, Psychodidae) in different phytogeographic regions of the state of Maranhão, Brazil. *Rev. Bras. Entomol.*, 54: 494-500.

Rutledge, L.C., and D. A. Ellenwood. 1975. Production of phlebotomine sandflies on

the open forest floor in Panama: phytologic and edaphic relations. *Environ. Entomol.*, 4: 83-89.

Salomón, O. D., S. Sosa-Estani, D. R. I. Lucia, M. Donnet, R. Galarza, H. Recalde, and A. Tijera. 2002. Leishmaniosis tegumentaria en las lomas, provincia de Formosa, Argentina 1992-2001. *Medicina*, Buenos Aires, 62: 562-568.

Sherlock, I. A., H. Maia, and A. G. Dias-Lima. 1996. Resultados preliminares de um projeto sobre a ecologia dos flebotomíneos vetores de Leishmaniose Tegumentar no Estado da Bahia. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, 29: 207-14.

Silva, F.S., L. P. C. Carvalho, F. P. Cardozo, J. L. P. Moraes, and J. M. M. Rebêlo. 2010. Sand Flies (Diptera: Psychodidae) in a Cerrado Area of the Maranhão State, Brazil. *Neotrop Entomol*, 39:1032-1038.

Silva, F.S., L. P. C. Carvalho, and J. M. Souza. 2012. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) associados a abrigos de animais domésticos em área rural do Nordeste do Estado do Maranhão, Brasil. *Rev. Patol. Trop.*, 41: 337-347.

Silveira-Neto, S., O. Nakano, D. Barbin, and N. A. Villa Nova. 1976. Manual de ecologia dos insetos. Agron. Ceres. São Paulo. 419 p.

(SINAN) Sistema de Informação de Agravos de Notificação. 2014. [Dados de 2013 atualizados em 24/09/2014]. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/>

Young, D. G., and M. A. Duncan. 1994. Guide to the identification and geographic distribution of *Lutzomyia* sand flies in Mexico, the West Indies; Central and South America (Diptera: Psychodidae). *Mem. Amer. Entomol. Inst.*, 54: 1–881.

Legendas das figuras

Figura 1: Localização de São Domingos do Maranhão, MA, Brasil. Fonte: QGIS Development Team 2016 (Adaptado pelo autor).

Figura 2. Variação da abundância de flebotomíneos em relação aos valores mensais da precipitação pluviométrica (A) e os valores médios da umidade relativa e da temperatura (B), durante o período de maio de 2012 a abril de 2014, no município de São Domingos do Maranhão, MA, Brasil.

Figura Suplementar S1. Riqueza e diversidade de flebotomíneos nas Casas A e B (A) e nos ambientes intra e peridomiciliar (B), durante o período de maio de 2012 a abril de 2014 no município de São Domingos do Maranhão, MA, Brasil. Eixo horizontal: 0 = Taxa S (riqueza); 5 = Simpson_1-D (diversidade); 10 = Shannon_H (diversidade).

Figura Suplementar S2. Curva de acumulação de espécies de flebotomíneos, nas casas A e B, durante o período de maio de 2012 a abril de 2014 no município de São Domingos do Maranhão, MA, Brasil.

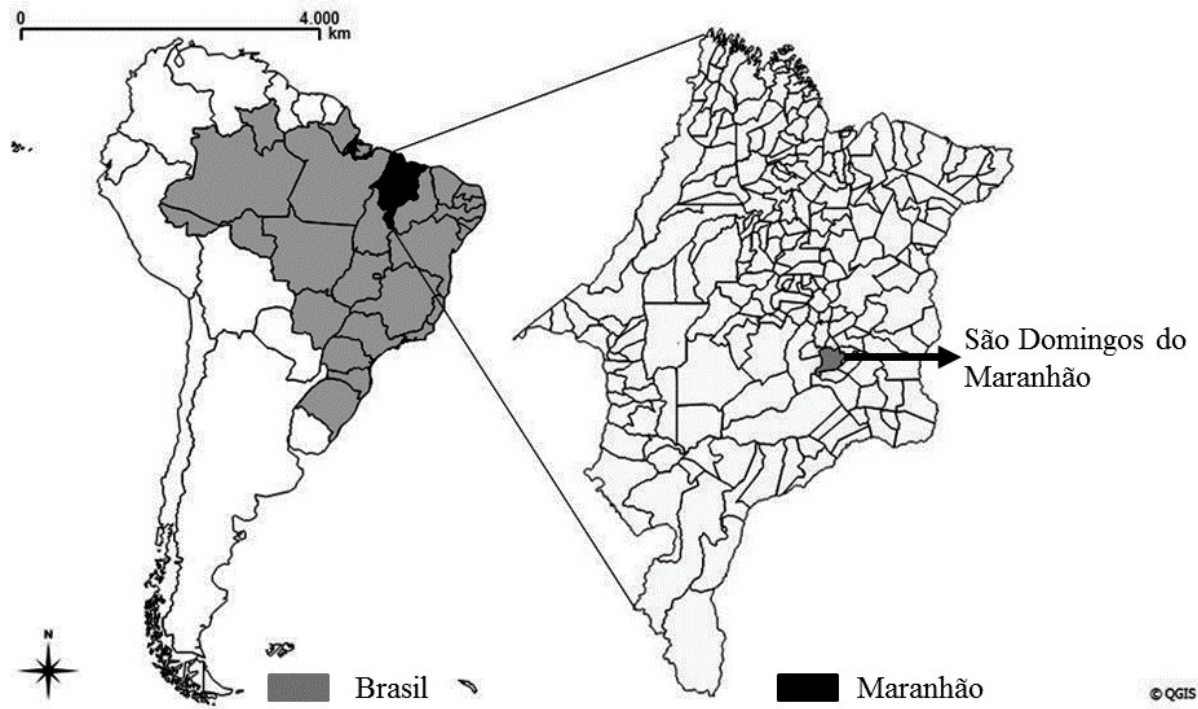


Fig. 1

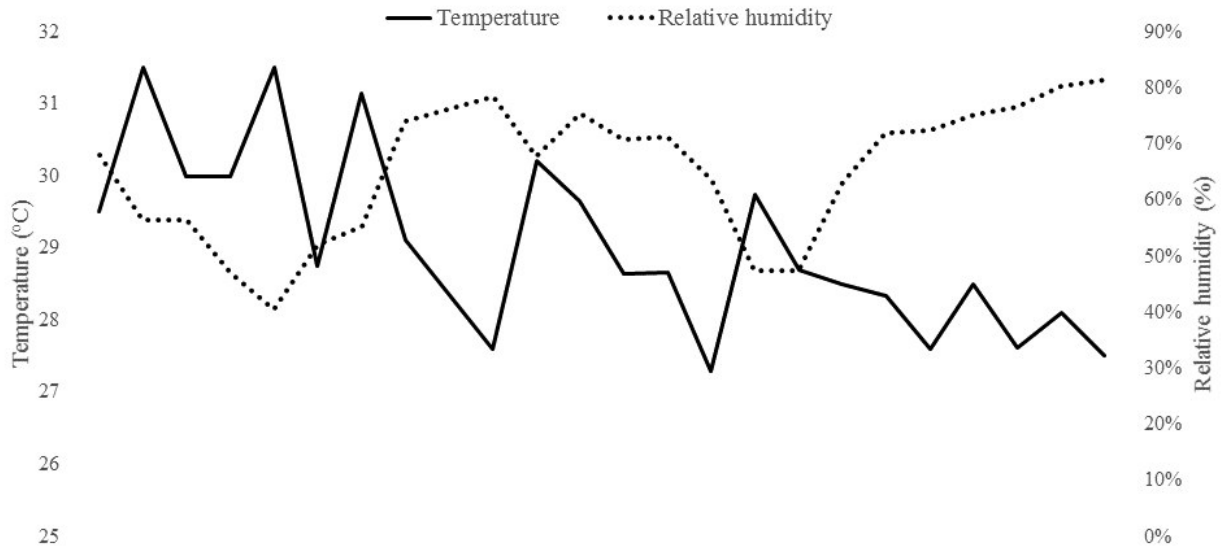


Fig 2 (A)

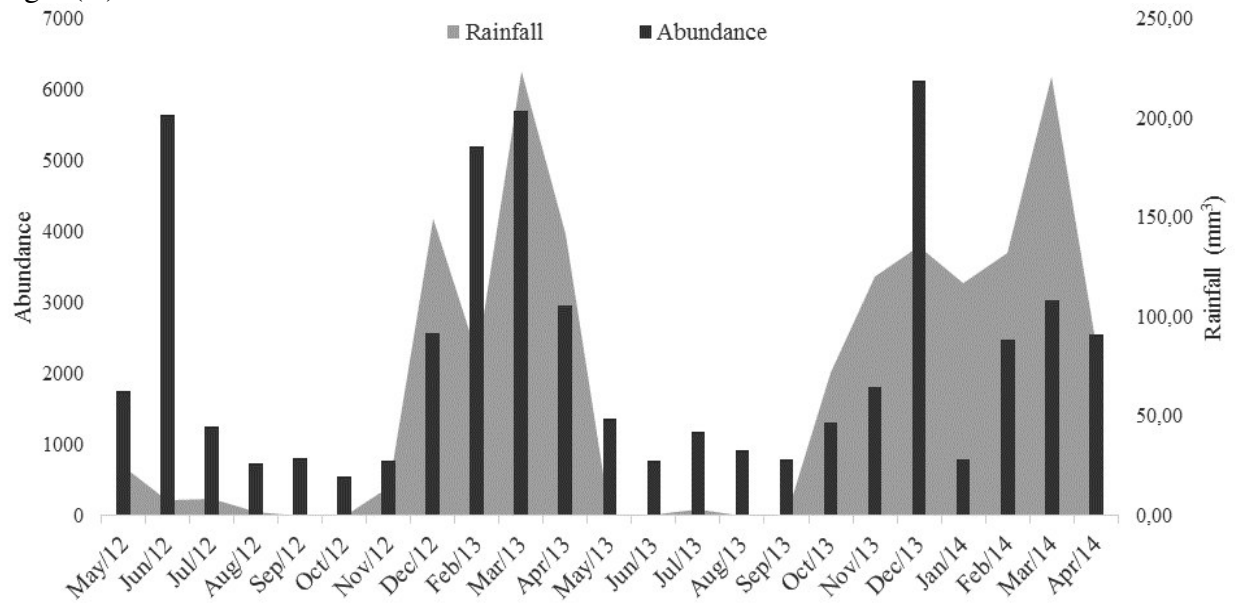


Fig. 2 (B)

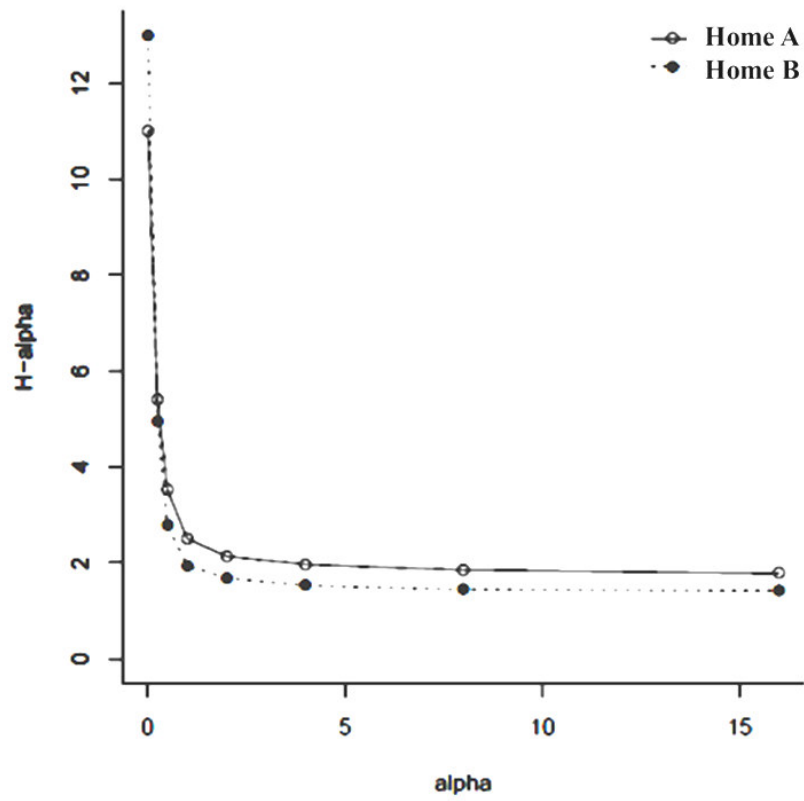


Fig. Supp. S1 (A)

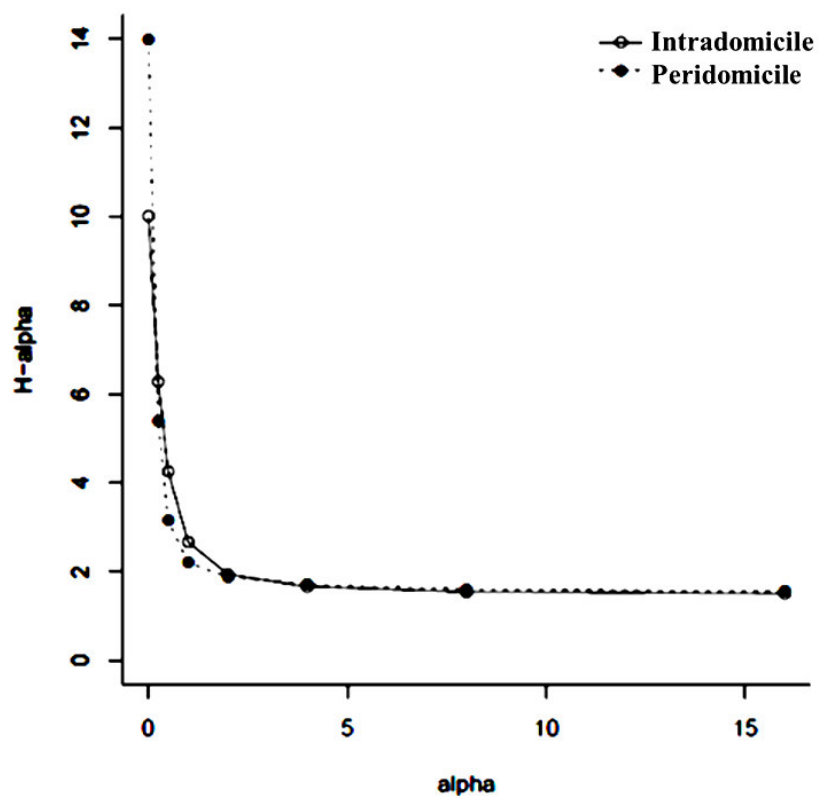


Fig. Supp. S1 (B)

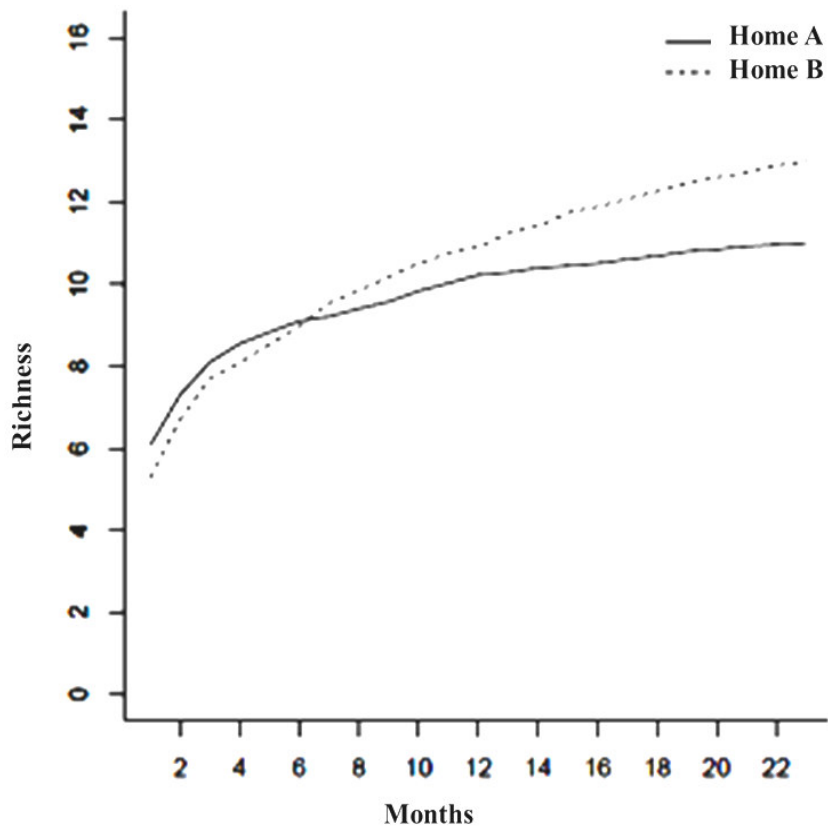


Fig. Supp S2

Tabela 1. Números absolutos e percentuais de flebotomíneos capturados no período de maio de 2012 a abril de 2014 no município de São Domingos, MA, Brasil.

Ambientes	Intra		Peri		Total	
	N	%	N	%	N	%
Lista de Espécies						
<i>Lutzomyia longipalpis</i> (Lutz & Neiva, 1912)	780	68,4	33174	66,2	33954	66,3
<i>Lutzomyia whitmani</i> (Antunes & Coutinho, 1939)	239	21	15286	30,5	15525	30,3
<i>Lutzomyia</i> spp ^a	60	5,3	990	2	1050	2
<i>Lutzomyia evandroi</i> (Costa Lima & Antunes, 1936)	30	2,6	289	0,6	319	0,6
<i>Lutzomyia termitophila</i> (Martins, Falcão & Silva, 1964)	10	0,9	155	0,3	165	0,3
<i>Lutzomyia carmelinoi</i> (Ryan, Fraiha, Lainson & Shaw 1986)	6	0,5	99	0,2	105	0,2
<i>Lutzomyia sordellii</i> (Shannon & Del Ponte, 1927)	6	0,5	44	0,1	50	0,1
<i>Brumptomyia avellari</i> (Costa-Lima, 1932)	5	0,4	36	0,1	41	0,1
<i>Lutzomyia shannoni</i> (Dyar, 1929)	3	0,3	2	0	5	0
<i>Lutzomyia lenti</i> (Mangabeira, 1938)	-	-	4	0	4	0
<i>Lutzomyia migonei</i> (França, 1920)	1	0,1	1	0	2	0
<i>Lutzomyia sallesi</i> (Galvão & Coutinho, 1939)	-	-	2	0	2	0
<i>Lutzomyia serrana</i> (Damasceno & Arouck, 1949)	-	-	1	0	1	0
<i>Lutzomyia lutziana</i> (Costa Lima, 1932)	-	-	1	0	1	0
Números absolutos	1140		50084		51224	
Números percentuais	2,2%	100	97,8%	100	100%	100

^aApós a captura, os espécimes identificados como *Lutzomyia* sp estavam incompletos com relação as estruturas reprodutivas, o que impossibilitou a identificação a nível específico dos mesmos .

Tabela 2. Números absolutos e percentuais de flebotomíneos capturados de acordo com as estações, as condições gerais do tempo, a intensidade do vento e as fases lunares durante o período de maio de 2012 a abril de 2014 no município de São Domingos do Maranhão, MA, Brasil.

Fatores Lista de Espécies	Estação		Condições do tempo			Intensidade do vento			Fase da lua			
	Chuvosa	Seca	Céu aberto	Chuvoso	Nublado	Forte	Moderado	Fraco	Cheia	Crescente	Minguante	Nova
<i>B. avellari</i>	16	25	36*	-	5	-	18	23*	-	21*	6	14
<i>L. carmelinoi</i>	38	67*	100*	3	2	3	18	84*	-	15	63*	27
<i>L. evandroi</i>	66	253*	302*	1	16	1	108	210*	3	44	151*	121
<i>L. lenti</i>	3	1	4*	-	-	-	-	4	-	-	4	-
<i>L. longipalpis</i>	18194*	15760	24193*	746	9015	762	13323	19869*	1776	17247*	3874	11057
<i>L. lutziana</i>	1	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-
<i>L. migonei</i>	1	1	2	-	-	-	1	1	-	-	1	1
<i>L. sallesi</i>	1	1	1	-	1	-	1	1	-	2	-	-
<i>L. serrana</i>	-	1	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-
<i>L. shanoni</i>	4	1	3	-	2	-	1	4	-	3	2	-
<i>L. sordelii</i>	26	24	49*	-	1	-	14	36*	-	11	20*	19
<i>L. termitophila</i>	54	111*	155*	-	10	-	35	130*	3	23	92*	47
<i>L. whitmani</i>	13881*	1644	13835*	32	1658	31	5540	9954*	129	7101*	6249	2046
<i>Lutzomyia</i> sp	66	984*	1010*	-	40	-	5	1045*	-	45	990*	15
Números absolutos	32351*	18873	39691*	782	10751	797	19065	31362*	1912	24513*	11452	13347
Números percentuais	63,10%	36,80%	77,50%	1,50%	21%	1,50%	37,20%	61,20%	3,70%	47,80%	22,30%	26%

* Diferença estatisticamente significativa (S.) analisada a partir do Teste do χ^2 para um intervalo de confiança no nível de 95% ($p < 0,05$).

Normas da revista Journal of Medical Entomology

MANUSCRIPT PREPARATION

Link: http://jme.oxfordjournals.org/for_authors/manuscript-preparation.html

SUBMIT YOUR MANUSCRIPT

You may submit your manuscript using our online submission system, ScholarOne.

MANUSCRIPT PREPARATION

In order to comply with the requirements of the International Commission on Zoological Nomenclature (ICZN) with regard to nomenclatural works, ALL articles, regardless of whether they include nomenclatural information, that are published in Journal of Medical Entomology will be immutable from October 1, 2015; this means that no changes will be allowed to any article without the publication of an erratum clearly stating the changes that have been made. Therefore, it is the responsibility of the authors to carefully check their proofs for accuracy, and to notify the publisher of any changes that are necessary prior to Advance Access publication.

You will be asked during the submission process whether your article contains a nomenclatural act. If it does, in order to comply with ICZN regulations, the Editorial Office will register your article in ZooBank on your behalf and will insert a nomenclatural statement, which includes a Life Science Identifier (LSID), into the article. Your article will also include the online publication date, and the statement “Version of Record, first published online [online publication date], with fixed content and layout in compliance with Art. 8.1.3.2 ICZN.”

Following publication, the Editorial Office will update your ZooBank entry with the DOI, Volume, and Issue information.

Order of Elements

Order of Elements are as follows: title page; Abstract and key words; introduction (no heading); Materials and Methods; Results; Discussion (or Results and Discussion); Acknowledgments; References Cited; footnotes; tables; figure legends; and figures.

The introduction should clearly state the basis of your study along with the background of the problem and a statement of purpose. The Materials and Methods section should include a clear and concise description of the study design, experimental execution, materials, and method of statistical analysis. Results should be clearly differentiated from the interpretation of your findings in the Results section or within the Results and Discussion. Cite tables and figures in numerical order as they should appear in the text. Include suggestions for direction of future studies, if appropriate.

Title Page

The title page should include the name, complete address, phone number, fax number, and e-mail address of corresponding author.

Include a running head of <65 characters, including author names. Example: Smith and Jones: Biological Control of *C. capitata* (no period). For more than two authors, use the senior author's name followed by et al. Example: Smith et al.: Biological Control of *C. capitata* (no period).

Include the section of the journal.

The title should be concise and informative. Include either the ESA approved common name of the subject or its scientific name, but not both. Common names used in the title must be listed in the ESA Common Names of Insects & Related Organisms. Do not include authors of scientific names in the title. Do not capitalize the following words in the title or subheadings: a, an, and, as, at, be, by, for, in, of, on, per, to, the. Insert (Order: Family) immediately after the name of the organism.

Affiliation line includes a complete address. If appropriate, designate current addresses for all authors by numbered footnotes (superscripted numbers) placed at the bottom of the title page. Example:

¹ Department of Entomology, University of Colorado, 345 East 7th Street, Denver, CO 78095.

Include all authors' names below the title. Footnote numbers are placed outside commas in multi-authored articles.

Abstract

On a separate page, provide an abstract of fewer than 250 words. Give scientific name and authority at first mention of the subject organism. Do not cite references, figures, tables, probability levels, or results. Refer to results only in the general sense.

Keywords

Place three to five keywords, separated by commas, on a line below the abstract. Use only singular words/nouns. Spell out scientific names (e.g., spell out *Aedes albopictus* instead of *Ae. albopictus*). Do not combine different subjects as one key word (e.g., "pesticides and

grass," should be two separate keywords, "pesticide, grass." Do not use scientific names and common name at the same time as one key word [e.g., use "coffee, *Coffea Arabica*" (as 2 key words) instead of coffee (*Coffea Arabica*).

Optional foreign language abstract: All articles will have an English abstract. However, to encourage international communication, authors may include a second abstract in a language other than English. (Spanish, French, German, Russian, Portuguese, Chinese, or Japanese are accepted.) It is the author's responsibility to provide an accurate, and grammatically correct non-English version. Do not repeat the keywords.

Heading Levels

First-level headings are centered and boldfaced on their own line. Initial capital letters. Used to divide the manuscript into major sections (e.g., Materials and Methods, Results).

Second-level headings are flush left, boldface, and are also on their own line with initial capital letters. Second-level headings are rarely used except in taxonomic articles where multiple levels of headings may be necessary.)

Third-level headings are boldfaced, paragraph indented, have initial capital letters, and are followed by a period. Third-level headings are used to divide first-level sections into smaller sections.

Fourth-level headings are italicized (but not boldfaced), paragraph indented, have initial capital letters, follow immediately after a third-level heading or start a new paragraph, and are followed by a period. Fourth-level headings are used to divide third-level sections into smaller sections.

In-Text Citations

Single Author

(Smith 1993)

Two Authors

(Smith and Jones 1993)

Multiple Citations

(Smith 1996, Smith et al. 1997, Jones 1998)

Multiple Publications by Same Author(s)

(Smith et al. 1995a, 1995b, 1997; Jones 1996)

Personal Communications

(Jones 1988; L. J. Smith, personal communication). Obtain and forward (at submission) a letter of permission to use citations to personal communications (from those other than authors).

Unpublished Data

(L.J.S., unpublished data) for one author or (unpublished data) for all authors. Obtain and forward (at submission) a letter of permission to use citations to unpublished data (from those other than authors).

In Press

(Smith 1997) for in press, cite projected year of publication.

Software

(PROC GLM, SAS Institute 1999) for software user's manual.

Manufacturers

In parentheses, provide manufacturer's name and location (city, state) and model number of relevant materials and equipment. Example: (Model 3000, LI-COR, Lincoln, NE). Use generic names when possible (e.g., self-sealing plastic bags).

Reporting Requirements for Statistical Tests

All data reported (except for descriptive biology) must be subjected to statistical analysis. Descriptive biology should include information such as sample sizes and number of replications. Authors are responsible for the statistical method selected and for the accuracy of their data. Authors should be able to justify the use of a particular statistical test when requested by an editor. Results of statistical tests may be presented in the text, in tables, and in figures. Statistical methods should be described in Materials and Methods with appropriate references. Experimental designs should also be described fully in Materials and Methods. Descriptions should include information such as sample sizes and number of replications. See specific section in this style guide for suggestions on formatting statistical results. Only t-tests and analyses of variance require no citation. Cite the computer program user's manual in the References Cited.

Abbreviations

Sentences should not start with an abbreviation or new acronym. For example: use: “*Aedes aegypti* is a mosquito.” Don’t use: “*Ae. aegypti* is a mosquito.” For example: use “Plaque forming units....” and not “PFU....” ESA accepted acronyms such as DNA or PCR can be used but should be discouraged.

Mosquito species abbreviations in the text or tables should always be two letters. For example: *Ae. aegypti* and not *A. aegypti*. Subject editors should ensure that the correct abbreviations are used, especially for *Aedes*. For example: *Aedes aegypti* and not *Stegomyia aegypti*. Note: Other species groups use a single letter abbreviation; for example: *Ixodes scapularis* should be abbreviated as *I. scapularis* unless defined in the text.

Probit/logit

When presenting results of probit/logit analysis, these columns should be included in tables (in this order, left to right); n, slope + SE, LD (or LC) (95% CL), and chi-square. When a ratio of one LD versus another is given, it should be given with its 95% CI.

Statistical tests to show what model best fits data intended to estimate the 99.9986% level of effectiveness should be presented to justify use of any model, including the probit model. Thus, we do not recommend use of the Probit 9 without tests to show that the probit model fits the data.

Analysis of Variance or t-test

When presenting the results of analysis of variance or a t-test, specify F (or t) values, degrees of freedom, and P values. This information may be placed in parentheses in the text.

Example: ($F = 9.26$; $df = 4, 26$; $P < 0.001$). If readability of the text is affected by the presence of repeated parenthetical statistical statements, place them in a table.

Regression

In regressions, specify the model, define all variables, and provide estimates of variances for parameters and the residual mean-square error. Italicize variables in equations and text.

Variance and sample size

Include an estimate of the variance and sample size for each mean regardless of the method chosen for unplanned multiple comparisons. The use of Duncan's Multiple Range Test (DMRT) is not acceptable as a mean separation test as it is no longer commonly accepted as a method for post hoc mean separation analysis.

Model Analysis

At the beginning of the manuscript, authors should state clearly the goals of their model construction and analysis. Evaluation by reviewers depends upon these goals and the type of model. Authors should attempt to describe the main conclusions, limitations, and sensitivity of results to assumptions. For stochastic models, describe the variability in the results.

Modeling Guidelines

The following guidelines pertain to any mathematical model calculated for purposes other than statistical analysis. Authors must adequately describe both model structure and model analysis. Authors must explain and justify original equations and computer programs or justify

the selection of a published software package used in the computation of models. Model structure and steps in the analysis must be described in the Materials and Methods section. Without presenting extensive computer code, the text must permit an understanding of the model that would allow most mathematically inclined scientists to duplicate the work. Present all equations that represent the biology of the system being modeled. Unless their derivation is self-evident, show how the equations were derived and mention the underlying assumptions. Express how the equations are solved over time and space. Provide references for standard techniques (e.g., matrix manipulation, integration). Define all variables and parameters in each equation and describe their units (e.g., time, space, and mass). In the Materials and Methods or Results section, present the range of parameter values included in the model, and describe the uncertainty in or range of validity of these values.

Equations

Consult Mathematics into Type for correct formatting of equations and mathematical variables. Italicize all mathematical variables. Center more complex equations on a separate line.

$$R = A \text{ barrtype} + \text{ Blog } 10 (f)$$

(2)

Validation or the Testing of Model Results

Authors must state why the model did not require testing (e.g., theoretical study), why it cannot be tested (e.g., lack of data), or how it was tested. Data used for testing must be independent of data used to build or calibrate the model. Describe the data and procedures in

Materials and Methods. Authors should be aware that the testing of models is an important step that should be a part of most studies.

Structure of Computer Code

For models solved or simulated by computers, mention the programming language and computer used. Describe the important numerical methods used in calculating the model (e.g., integration and random number generation). Mention how the program's logic and algorithms were tested and verified. When published software is computed, provide a reference and state which procedures were used. Discuss in any section of the manuscript the limitations of the published software. Original computer programs should be made available at the request of reviewers and readers.

Gene Sequencing

Inclusion of a GenBank/EMBL accession number for primary nucleotide and amino acid sequence data is a criterion for the acceptance of a manuscript for publication. Sequences from new species and new genes must indicate the proportion of the gene sequenced and should include data from both strands. The accession number may be included in the original manuscript or the sequence may be provided for review and an accession number provided when the manuscript is revised. A manuscript will not be accepted for publication until the accession number is provided.

GenBank may be contacted at their website at <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/submit.html>. The EMBL Data Library may be contacted at their website at <http://www.ebi.ac.uk/embl/Submission/index.html>.

Reporting Taxonomy

Follow the International Code of Zoological Nomenclature, 4th ed., for taxonomic style. Center the heading that indicates the name of the taxon in bold type. Center figure numbers in parentheses under the main heading; do not use bold type. Start all synonymies at the left margin with runovers indented. Include authors and date. References must appear in References Cited section. Use telegraphic style throughout descriptions.

Taxonomy Headings

Use only acceptable 3rd-level subheadings such as:

- Male
- Female
- Material Examined
- Type Material
- Distribution
- Etymology
- Biology
- Discussion

Avoid using Description as a subheading.

Dates

Use Roman numerals I through XII to designate month of collection. Use Arabic numerals 00 through 99 to designate collection years in the 20th century. Do not abbreviate other years, including the 21st century. Express data in this format: day-month (use a Roman numeral)-year. Example: 2-V-97.

Locality Other than Principal Types

Start with the largest area followed by successively smaller areas separated by colons. Capitalize countries. Arrange data for each locality in the following order: count of specimens and sex or stage (as applicable), city or vicinity, date, collector, and depository. Example: MEXICO: Tamaulipas: 1 male, 1 female, Ciudad Mante, 15-III-97, K. Haack; 5 females, Ciudad Victoria, 3-VII-99, C. Hughes, MCZ. Arrange localities alphabetically. Use a semicolon to separate data for different localities. Define depositories in the Materials and Methods.

Type Material

Start description with the principal type in capital letters. Follow this immediately with count and sex of specimens (use male and female symbols if possible), then place additional data in the order of locality, date, additional data, and collector. Separate these items with commas. Example: HOLOTYPE: 1 male, Locust Grove, VA, 22-X-98, on *Cercis canadensis*, R. H. Foote. PARATYPES: 2 males, same data.

Voucher Specimens

Voucher specimens of arthropods serve as future reference for published names used in scientific publications. Although the deposition of voucher specimens is not required as a

condition for publication, authors are encouraged to deposit specimens in an established, permanent collection and to note in the published article that the expected deposition has been made and its location. Authors should contact the curator of a voucher repository before deposition concerning the procedures required for curation to ensure that the collection will accept the voucher materials. The designation and proper labeling of voucher specimens is the author's responsibility. When available, at least three specimens should be deposited. Each specimen should have the following information provided at the time of deposition:

- Standard label data that are required for the specimens collection (i.e., locality, date of collection, collector, host, ecological data, whether the specimen is from a laboratory collection, etc.).
- An identification label that includes the identifier and date of identification.
- A label that designates the specimen as "voucher."

Acknowledgments

Place the acknowledgments after the text. Organize acknowledgments in paragraph form in the following order: persons (omit all professional titles and degrees), groups, granting institutions, grant numbers, and serial publication number.

Human and Animal Use in Research and Testing

For research articles that involved the use of humans or animals, the Entomological Society of America requires that the following types of notification, as applicable, be included in the acknowledgement section of the article.

Humans. All human subjects work should reference approved Internal Review Board protocols or compliance with Health Insurance Portability and Accountability Act information policies for their organization, if the protocols are not available.

Animals. All studies should reference an approved Institutional Animal Care and Use Committee protocol or similar documents from their institutions. For trapping/collecting wild animals/birds, reference to collecting permits at the national or state level should be referenced.

Pathogens. Reference should be made to Biological Use Authorization approved by an institutional Environmental Health and Safety committee or similar body.

Sample notification: The collection and infection of wild birds with encephalitis viruses was done under Protocol 11184 approved by the Institutional Animal Care and Use Committee of the University of California, Davis, California Resident Scientific Collection Permit 801049-02 by the State of California Department of Fish and Game, and Federal Fish and Wildlife Permit No. MB082812-0. Use of arboviruses was approved under Biological Use Authorization #0554 by Environmental Health and Safety of the University of California, Davis, and USDA Permit #47901.

DISCLOSURE OF POTENTIAL CONFLICTS OF INTEREST

Potential conflicts of interest include any relationships of a financial or personal nature between an author or coauthor and individuals or organizations within three years of submission which, in theory, could affect or bias an author's scientific judgment, or limit an author's

freedom to publish, analyze, discuss, or interpret relevant data. Sources of financial support originating outside the coauthors' home institution(s) for any aspect of a study must be indicated in the Acknowledgments section of the paper. Financial support includes not only funding, but gratis provision of materials, services, or equipment. Any additional potential conflicts of interest, not covered in the acknowledgments of financial support, must be revealed to the editor at submission, and disclosed in a statement immediately following the Acknowledgments. If an author or coauthor has entered into an agreement with any entity outside that authors' home institution, including the home institution of another coauthor, giving that entity veto power over publication of the study or over presentation, analysis, discussion, or interpretation of any results of the study, whether or not such veto power was exercised, this information must be disclosed in a statement immediately following the Acknowledgments. As a suggestion, such a statement could take the following form: "This manuscript is published with the concurrence of [Institution / Company / Individual / etc. X]." If no potential conflicts of interest exist, this must be stated in the cover letter to the editor at submission.

REFERENCES CITED

Cite only those articles published or formally accepted for publication (in press). Include all references mentioned in text. Include enough information to allow reader to obtain cited material (e.g., book and proceedings citations must include name and location [city and state or country] of publisher).

Abbreviate journal titles according to the most recent issue of BIOSIS Serial Sources. For non-English titled journals that are cited in the references, the title of the journal should be

spelled out, and not abbreviated. Systematics-related articles may specify that all serial titles be spelled out for final publication. Citations and References should not be numbered.

Alphabetical order (chronological for one author or more than two authors, and alphabetical order [by surname of second author] for two authors)

Journal Articles

Evans, M. A. 2000. Article title: subtitle (begin with lowercase after colon or dash unless first word is a proper noun). J. Abbr. 00:000–000.

Evans, M. A. 2001a. Article title. J. Abbr. 00: 000–000.

Evans, M. A. 2001b. Article title. J. Abbr. 00: 000–000.

Evans, M. A., and R. Burns. 2001. Article title. J. Abbr. 00: 000–000.

Evans, M. A., and A. Tyler. 2001. Article title. J. Abbr. 00: 000–000.

Evans, M. A., A. Tyler, and H. H. Munro. 2000. Article title. J. Abbr. 00: 000–000.

Evans, M. A., R. Burns, and A. A. Dunn. 2001. Article title. J. Abbr. 00: 000–000.

In Press

Evans, M. A. 2002. Article title. *J. Econ. Entomol.* (in press).

Books

Burns, R. 2001. Title (initial cap only): subtitle (no initial cap after colon). Publisher, city, state abbreviation or country.

Evans, M. A. 2001. Colorado potato beetle, 2nd ed. Publisher, city, state abbreviation or country.

Tyler, A. 2001. Western corn rootworm, vol. 2. Publisher, city, state abbreviation or country.

Article/Chapter in Book

Tyler, A. 2001. Article or chapter title, pp. 000–000. In T.A.J. Royer and R. B. Burns (eds.), Book title. Publisher, city, state abbreviation or country.

Tyler, A., R.S.T. Smith, and H. Brown. 2001. Onion thrips control, pp. 178–195. In R. S. Green and P. W. White (eds.), Book title, vol. 13. Entomological Society of America, Lanham, MD.

No Author Given

(USDA) U.S. Department of Agriculture. 2001. Title. USDA, Beltsville, MD.

(IRRI) International Rice Research Institute. 2001. Title. IRRI, City, State or Country.

Patents

Harred, J. F., A. R. Knight, and J. S. McIntyre, inventors; Dow Chemical Company, assignee. 1972 Apr 4. Epoxidation process. U.S. patent 3,654,317.

Proceedings

Martin, P. D., J. Kuhlman, and S. Moore. 2001. Yield effects of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) feeding, pp. 345–356. In Proceedings, 19th Illinois Cooperative Extension Service Spray School, 24–27 June 1985, Chicago, IL. Publisher, City, State.

Rosignol, P. A. 2001. Parasite modification of mosquito probing behavior, pp. 25–28. In T. W. Scott and J. Grumstrup-Scott (eds.), Proceedings, Symposium: the Role of Vector-Host Interactions in Disease Transmission. National Conference of the Entomological Society of America, 10 December 1985, Hollywood, FL. Miscellaneous Publication 68. Entomological Society of America, Lanham, MD.

Theses/Dissertations

James, H. 2001. Thesis or dissertation title. M.S. thesis or Ph.D. dissertation, University of Pennsylvania, Philadelphia.

Software

SAS Institute. 2001. PROC user's manual, version 6th ed. SAS Institute, Cary, NC.

Online Citations

Reisen, W. 2001. Title. Complete URL (protocol://host.name/path/file.name) and/or DOI (Digital Object Identifier)

Tables

Place tables after the References Cited section. Double-space and number all tables. Boldface table title. Do not repeat data already presented in text. If a table continues on more than one page, repeat column headings on subsequent page(s).

Title

Title should be short and descriptive. Boldface table number and title only. Include "means + SEM" in title if applicable. Do not footnote title; use the unlettered first footnote to include general information necessary to understand the title (e.g., define terms, abbreviations, and statistical tests).

Lines

Use horizontal lines to separate title from column headings, column headings from data field, and data field from footnotes. Do not use vertical lines to separate columns. All columns must have headings.

Abbreviations

Use approved abbreviations. Use abbreviations already defined in the text and define others in the general footnote. Use the following abbreviations in the body or column headings of tables only: amt (amount), avg (average), concn (concentration), diam (diameter), exp (experiment), ht (height), max (maximum), min. (minimum), no. (number), prepn (preparation), temp (temperature), vs (versus), vol (volume), wt (weight). Use the following abbreviations for months: Jan., Feb., Mar., April, May, June, July, Aug., Sept., Oct., Nov., and Dec.

Operational Signs

Repeat operational signs throughout data field. Insert a space on either side of sign (1.42 ± 1.36).

Spacing

Leave no space between lowercase letters and their preceding values (e.g., 731.2ab).

Footnotes to Tables

Use footnotes to define or clarify column headings or specific datum within the data field. Do not footnote the title; use the unlettered first footnote to include general information

necessary to understand the table (e.g., define terms, abbreviations, and statistical tests). The use of asterisks is reserved for statistical significance only.

Example:

Means within a column followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$; Student t-test [Abbott 1925]). *, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ***, $P < 0.001$; NS, not significant).

Use lowercase italicized superscripted letters to indicate footnotes. Footnote letters should appear in the table in consecutive order, from left to right across the table then down the page.

Figures

For review purposes, it is acceptable to include figures, whether in black and white or color, as part of the manuscript file, with each figure on a separate page. Figures should be inserted in the manuscript file in one of the following formats:

- Tagged Image File Format (.tif)* (please check settings when exporting to TIFF from the original application).
- Encapsulated PostScript (.eps)*
- Rich Text Format (.rtf)
- Editable Microsoft Word (.doc/.docx) (image files embedded into Word are often not good quality)

- Editable Microsoft PowerPoint (.ppt/.pptx) (image files embedded into PowerPoint are often not good quality).
- Microsoft Excel (.xls/.xlsx)
- Editable Portable Document Format (PDF)
- Postscript (.ps)
- Photoshop (.psd)
- Adobe Illustrator (.ai)
- Graphics Interchange Format (.gif)
- Portable Network Graphics (.png)

GIF formats, such as from websites, are not acceptable and produce poor quality printouts because of low resolution, even for peer review purposes. Charts from Excel and SigmaPlot should not be inserted unless they are in one of the above formats.

Maximum figure sizes are as follows:

- Maximum height: 240 mm (9 inches)
- Maximum width (2-column figure): 171 mm (6 inches)
- Maximum width (1-column figure): 82 mm (3 inches)

When authors are asked to submit revisions, they are also asked to provide all figures as separate, high-quality image files to allow papers to move quickly and efficiently into production upon acceptance.

Abbreviations and Symbols

Abbreviations and symbols in figures should match those in the text or be defined in legends.

Figure Captions

Type all captions double-spaced on a separate page. All captions should be in paragraph form as shown by the example below.

Fig. 1. Relationship between percentage of defoliation of oak trees and gypsy moth population density. (A) Defoliation and egg mass density. (B) Defoliation of egg density.

Letter locants on figures composed of more than one element should match those in the text (either upper- or lowercase). Do not use equal signs to define abbreviations; use commas (e.g., Ap, barometric pressure).

SUPPLEMENTAL MATERIAL

Supplemental Material may be submitted in the form of one or more (8 maximum) files to accompany the online version of an article. Such material often consists of large tables, data sets, or videos which normally are not possible or convenient to present in print media. Supplemental Material represents substantive information to be posted on the ESA journal website that enhances and enriches the information presented in the main body of a paper. However, the paper must stand on its own without the need for the reader to access the supplemental information to understand and judge the merits of the paper. Any files containing Supplemental Material must be provided at the time of manuscript submission, and will be

distributed to reviewers as part of the normal peer-review process. Authors should alert the editor to the presence of Supplementary Material in their cover letter at submission. Once a paper is published, the content of accompanying Supplemental Material files cannot be altered. Although the content of any submitted Supplementary Material is subject to normal peer-review and any changes required by the editor, no copy editing will be performed by the journal's production staff. Therefore, the authors are responsible for suitable format and final appearance of Supplemental Material after acceptance of the paper.

Supplemental Material should be referenced in the body of the main paper (e.g., Supp. Table S1; Supp. Video S1), where a link will take the online reader to the file. Each supplemental file must be labeled with an appropriate title and prefaced by a short (50 words maximum) summary description of the contents. Within each file, any tables, figures, videos, or other material must be accompanied by an appropriate caption. Citations for any literature referenced within a Supplemental Material file should be listed in a References Cited section at the end of the file, even when a citation is duplicated in the main body of the paper. Videos should be brief (< 5 min) and kept to a reasonable size to facilitate downloading by readers.

NOTES ON TERMINOLOGY

Scientific Names

Scientific names and authorities must be spelled out (except for Fabricius and Linnaeus, which are abbreviated as F. and L., respectively) the first time a species is mentioned in the abstract and again in the main body of text.

Common Names

Use only those common names cited in the current ESA Common Names of Insects & Related Organisms online database, or those names approved by the ESA Common Names Committee. Do not use any other common name. Do not abbreviate common names (e.g., CPB for Colorado potato beetle).

Give scientific name and authority at first mention of each organism (including plants) in the abstract and again in the text.

Use of "Stadium," "Stage," and "Instar"

Manuscripts received for publication in ESA periodicals refer to arthropods and the periods of time in their development in various ways. These designations should be used consistently.

Stadium (Plural: Stadia): The period of time between two successive molts.

Stage: One of the successive principal divisions in the life cycle of an arthropod (e.g., egg, nymph, larva, prepupa, pupa, subimago, and adult).

Instar: The arthropod itself between two successive molts. For the purposes of the definition, hatching is considered a molt.

Examples of Usage:

Nymphs feed on the underside of leaves during the first stadium.

Larvae of some dermestids go through an indefinite number of stadia (or have an indefinite number of instars).

The nymphs were reared through the fifth stadium. Immature stages (e.g., eggs, larvae, and pupae; eggs and nymphs) are illustrated.

First instar of cerambycids make galleries in wood.

Some 200 first-instar spiderlings were collected. The predators fed readily on early instars of the face fly.

NOTES ON FORMATTING

Capitalization

Do not capitalize the following words in titles or subheadings: a, an, and, as, at, be, by, for, in, of, on, per, to, the.

Abbreviations

Use standard abbreviations as listed in the Council of Science Editors' Scientific Style and Format, The CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers, 8th ed., or those listed in this guide. Avoid nonstandard abbreviations.

Abbreviations for Time

Use the following abbreviations for time: h (hour), min (minute), s (second), yr (year), mo (month), wk (week), d (day). Do not add "s" to create plurals (e.g., wks).

Fig./Figs.

Use "Fig." if singular and "Figs." if plural (e.g., Fig. 1; Figs. 2 and 3).

Dates

When citing dates in the text (not in tables or taxonomic reports), do not abbreviate month, and use this format: 26 January 1997.

Metric Units

Use metric units. English units may follow within parentheses only if they are of direct practical purpose.

Liter

Do not abbreviate "liter" by itself or when accompanied by a numeral.

% versus percentage

Use "%" only with numerals and in tables and figures. Close up space to numerals (e.g., 50%). Otherwise, use the word percentage (e.g., percentage of defoliation).

Per versus slash

Use "per" rather than a slash unless reporting measurements in unit to unit (e.g., insects per branch, not insects/branch; but g/cm², not g per cm²).

Numbers

Spell out numbers at the beginning of a sentence. Spell out the numbers one through nine (10 and up are always used as numerals), unless they are used as units of measure (e.g., eight children, three dogs, 8 g, 3 ft, 0600 hours; NOT 8 children, 3 dogs, eight grams, three feet, or six o'clock am). This includes spelling out the ordinals first through ninth, along with twofold, one-way ANOVA, and one-half. Ordinals from 10 and higher are numerals, such as 10th or 51st. In some cases, such as where there is a long list of items (e.g., 8 flies, 6 mosquitoes, 4 butterflies, and 10 bees), exceptions can be made if the editor concurs. The editorial staff will have flexibility in interpreting the rule.

Zeros with P values

All numbers <1 must be preceded by a zero (e.g., P < 0.05).

Commas

When a number is >1,000, use a comma to separate hundreds from thousands.

Semicolon

Use a semicolon to separate different types of citations (Fig. 4; Table 2).

Repeating symbols

It is not necessary to repeat symbols or units of measure in a series (e.g., 30, 40, and 60%, respectively).

Footnotes to the Text

Avoid footnotes in the text. Use unnumbered footnotes only for disclaimers and animal use information. Place all footnotes on a separate page after References Cited. Examples of footnotes are:

This article reports the results of research only. Mention of a proprietary product does not constitute an endorsement or a recommendation by the USDA for its use.

In conducting the research described in this report, the investigators adhered to the "Guide for the Care and Use of Laboratory Animals," as promulgated by the Committee on Care and Use of Laboratory Animals of the Institute of Laboratory Animal Resources, National Research Council. The facilities are fully accredited by the American Association of Laboratory Animal Care.

Crossref Funding Data Registry

In order to meet your funding requirements authors are required to name their funding sources, or state if there are none, during the submission process.

THIRD-PARTY CONTENT IN OPEN ACCESS PAPERS

If you will be publishing your paper under an Open Access licence but it contains material for which you do not have Open Access re-use permissions, please state this clearly by supplying the following credit line alongside the material:

Title of content

Author, Original publication, year of original publication, by permission of [rights holder]

This image/content is not covered by the terms of the Creative Commons licence of this publication. For permission to reuse, please contact the rights holder.

Language Editing

Language editing, if your first language is not English, to ensure that the academic content of your paper is fully understood by journal editors and reviewers is optional. Language editing does not guarantee that your manuscript will be accepted for publication. For further information on this service, please [click here](#). Several specialist language editing companies offer similar services and you can also use any of these. Authors are liable for all costs associated with such services.