



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação

**FAUNA DE *CULICOIDES* LATREILLE: ESTUDO
BIOECOLÓGICO, IMPORTÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA E
ESTRATÉGIA DE CONTROLE**

MARIA DA CONCEIÇÃO ABREU BANDEIRA

SÃO LUÍS/MA

2017

MARIA DA CONCEIÇÃO ABREU BANDEIRA

**FAUNA DE *CULICOIDES* LATREILLE: ESTUDO
BIOECOLÓGICO, IMPORTÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA E
ESTRATÉGIA DE CONTROLE**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Orientador: José Manuel Macário Rebêlo.

SÃO LUÍS

2017

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

ABREU BANDEIRA, MARIA DA CONCEIÇÃO.

FAUNA DE Culicoides LATREILLE: ESTUDO BIOECOLÓGICO,
IMPORTÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA E ESTRATÉGIA DE CONTROLE /
MARIA DA CONCEIÇÃO ABREU BANDEIRA. - 2017.
60 f.

Orientador(a): JOSÉ MANUEL MACÁRIO REBÊLO.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Biodiversidade Conservação/ccbs, Universidade Federal do
Maranhão, SÃO LUÍS, 2017.

1. Bioecologia. 2. Controle de vetor. 3. Maruins. I.
MACÁRIO REBÊLO, JOSÉ MANUEL. II. Título.

MARIA DA CONCEIÇÃO ABREU BANDEIRA

**FAUNA DE *CULICOIDES* LATREILLE: ESTUDO BIOECOLÓGICO,
IMPORTÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA E ESTRATÉGIA DE CONTROLE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

Aprovada em: 06 / 04 / 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. José Manuel Macário Rebêlo (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof^a. Dra. Eloísa Da Graça do Rosário Gonçalves
Universidade Federal do Maranhão
1^a Examinadora

Prof^a. Dra. Ana Lúcia Abreu Silva
Universidade Estadual do Maranhão
2^a Examinadora

Dedico aos meus pais, Joel Bandeira (*in memoriam*), sobretudo a minha mãe Maria dos Santos pelo exemplo de perseverança na busca pelo conhecimento que, mesmo em meio às dificuldades soube transmitir toda sua sabedoria e apoio constante.

*“Grandes descobertas e progressos
invariavelmente envolvem a cooperação de
várias mentes.”*

Alexander Graham Bell

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as bênçãos recebidas ao longo de toda a minha jornada.

Ao meu orientador Prof. José Manuel Macário Rebêlo, por todos os ensinamentos dado. Pelo incentivo e pelo seu exemplo de incansável pesquisador, que tanto tem me inspirado para o meu crescimento profissional a cada dia. Por direcionar-me ao melhor caminho sempre. Obrigada pelo seu apoio e dedicação ao longo desses anos de convivência. Obrigada por ser meu companheiro de vida.

Aos Professores do PPGBC, em especial a prof^a. Gilda, prof^o. Davi, prof^a. Catarina e prof^o. Eduardo. Obrigada por transmitirem seus conhecimentos que com certeza ajudaram no desenvolvimento desse trabalho

À professora Maria Luiza Felipe-Bauer por me receber tão carinhosamente no estágio na FIOCRUZ-RJ e pela disponibilidade em ensinar as técnicas de identificação dos maruins.

Aos meus pais, por tanto amor, por terem me educado. Por cada oração e por sempre me estimularem a continuar. A meu pai (*in memoriam*), que onde quer que esteja, sempre me protegeu e me amou. A minha mãe Maria dos Santos, pelo seu amor incondicional. Você que, muitas vezes abdicou dos seus sonhos, para que eu e meus irmãos pudéssemos realizar os nossos. Muito obrigada por todo apoio e por tanto amor.

Aos meus irmãos: Quitéria, Saulo, Elma, Joel, Nelma, Leidy e Concita pela paciência e pela compreensão nos momentos de ausência. Mesmo estando em algumas ocasiões um pouco distante, sempre mostraram suas manifestações de apoio, preocupação e carinho. Muito obrigada! Aos meus sobrinhos: Pietra, Luiza e Beatriz que sempre me alegraram com seus sorrisos e brincadeiras. Também a Benício e Maria Júlia, que estão chegando agora na família, para trazer mais amor e união a todos nós. Família: vocês são essenciais para minha vida!

À Dona Mundica (*in memoriam*) pelo exemplo de amor ao próximo que deixou. Por todos os conselhos e conversas, que me faziam refletir sobre o sentido da vida. À Ivonete, Jesus, Yan, Emanuel, Lucas, Yves e Samir por todos esses anos de boa convivência, carinho e amizade.

Aos amigos que fiz no mestrado, que compartilharam muitos momentos de aprendizado: Thamires, Cíntia, Ellen, Kelle, Laurent, Delzanira, Gustavo, Denilson e Patrícia. Em especial a Ingrid, que enfrentou alguns obstáculos junto comigo desde o momento de entrada no mestrado e sempre estava disponível para tirar algumas dúvidas quando precisei.

Aos amigos do LEV: Samara, Jorge, Benedita, Jefferson (agregado), Agostinho, Ana, Jesiel, Thiago, Joudellys, Erick e Alana pelas trocas de conhecimentos e momentos de descontração. Em especial ao Gustavo Brito, que durante todo o mestrado esteve ao meu lado, me dando

apoio e me auxiliando no que fosse necessário. Ao Ciro pela ajuda nas análises estatísticas deste estudo. Ao Bruno e João pela colaboração na coleta dos insetos em Barreirinhas.

Aos amigos da UFMA, da 2009.2, que torceram por mim, pelo meu sucesso. Agradeço especialmente a Julianna, por ter “financiado” o meu estágio no Rio (rsrs) e Adriane pela ajuda na identificação dos maruins. Obrigada a todos pela amizade.

A todos os funcionários do Programa, principalmente a Dona Ana Lúcia, que sempre esteve dedicada na condução da secretaria do PPGBC, exercendo com muito carinho seu papel no curso. Sempre disposta a ajudar e esclarecer as dúvidas no que fosse necessário.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pela bolsa concedida e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto.

Um agradecimento especial às comunidades do município de Barreirinhas que com toda atenção e paciência nos receberam, durante as coletas de maruins. Tenho esperança de lá retornar num trabalho conjunto com a equipe de educação da Secretaria Municipal de Saúde e dar uma resposta a essa população, às vezes, tão sofrida.

Enfim, quero agradecer a todos que foram responsável direta ou indiretamente na conclusão desta dissertação. Muito obrigada!

RESUMO GERAL

Os *Culicoides* Latreille, 1809, dípteros nematóceros da família dos ceratopogonídeos, constituem um grupo de insetos amplamente distribuídos pelo mundo. Eles são conhecidos pelo incômodo que causam ao homem e aos animais domésticos, devido à dolorosa picada e transmissão de patógenos: vírus, protozoários e filárias, que são transmitidos somente pela fêmea que é hematófaga. No Brasil são conhecidos como maruim, mosquito-pólvora e mosquito-do-mangue, sendo frequentes em áreas costeiras, incluindo as áreas litorâneas do Maranhão. Os habitantes de povoados rurais no entorno do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM), um importante pólo turístico do litoral do Maranhão têm se ressentido com a presença importuna desses dípteros. A presença deles nos peridomicílios rurais tem sido atribuída às modificações dos habitats naturais, onde esses insetos ocorrem e também às condições ambientais favoráveis estabelecidas nos quintais das casas, principalmente com a criação de animais domésticos. Diante do exposto, essa dissertação foi desenvolvida com propósito de estudar i) a bioecologia e a importância epidemiológica dos maruins; e ii) aspectos inerentes ao seu controle em ambientes antrópicos, com base no manejo ambiental. O estudo desenvolveu-se em duas etapas: na primeira etapa designada Capítulo I, realizou-se uma revisão na literatura especializada sobre os maruins, incluindo os conhecimentos sobre a classificação, biogeografia, morfologia, bioecologia, epidemiologia, vigilância entomológica, controle e estudos realizados no Estado do Maranhão; na segunda, designada Capítulo II fez-se uma pesquisa original que consistiu em um inquérito entomológico sistematizado em peridomicílios rurais para verificar a influência do manejo ambiental e da presença de animais domésticos na abundância desses dípteros, entendendo como manejo a limpeza dos quintais (peridomicílios). Para obtenção de dados desta segunda etapa foram selecionadas aleatoriamente 15 localidades estabelecidas nas rotas do turismo do entorno do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. Os maruins foram capturados em 112 casas rurais, com armadilhas luminosas CDC instaladas nos peridomicílios. Foram considerados no estudo quatro tratamentos: 1) peridomicílios com presença de animais domésticos e sem manejo (sujos); 2) peridomicílios com animais domésticos e com manejo (limpos); 3) peridomicílios sem animais domésticos e com manejo; 4) peridomicílios sem animais e sem manejo. Os dois primeiros tratamentos apresentaram maior abundância (784; 577) e riqueza (13; 12) de espécies de maruins, respectivamente. A análise dos modelos lineares generalizados evidenciou que a presença de animais domésticos interfere na abundância, podendo aumentar

cerca de 4 vezes a quantidade de *Culicoides* nos peridomicílios. Entretanto, de acordo com o mesmo modelo, a presença de animal não mostrou influência sobre a riqueza, ainda que aumente cerca de 2 vezes a quantidade de espécies. O teste mostrou que o manejo ambiental não foi associada à abundância e a riqueza dos maruins, no entanto, observou-se que a abundância dos *Culicoides* diminuiu nas residências com manejo. Concluindo, foi encontrada uma fauna de *Culicoides* rica e abundante na área estudada, associada, principalmente, com a presença de animais domésticos nos peridomicílios. Dessa forma, o resultado desta pesquisa deve ser levado em consideração na implantação de medidas de controle desses insetos no município de Barreirinhas. Deve-se destacar que embora a limpeza não tenha demonstrado interferência sobre a abundância de *Culicoides*, o saneamento não pode ser descartado.

Palavras – chave: Maruins; Bioecologia; Controle de Vetor.

ABSTRACT

The *Culicoides* Latreille, 1809, nematocera diptera of the Ceratopogonidae family, constitute a group of insects widely distributed throughout the world. ciruses, protozoa and filarias, which are transmitted only by the female, which is hematophagous. In Brazil, they known as maruim, mosquito-pólvora and mosquito-do-mangue, being frequent in coastal areas, including the coastal areas of Maranhão. The inhabitants of rural villages around the Lençóis Maranhenses National Park (PNLM), an important tourist center on the coast of Maranhão, have resented the presence of these dipterans. Their presence in the rural peridomestic has been attributed to changes in natural habitats, where these insects occur and to the favorable environmental conditions established in the backyards of houses, especially with the raising of domestic animals. In view of the above, this dissertation was developed with the purpose of studying i) the bioecology and epidemiological importance of biting midges; and ii) aspects inherent to its control in anthropic environments, based on environmental management. The study were developed in two steps: in the first stage, designated Chapter I, a review was carried out in the specialized literature on biting midges, including knowledge on classification, biogeography, morphology, bioecology, epidemiology, entomological surveillance, control and studies in the State of Maranhão. In the second, designated Chapter II, an original research was carried out, which consisted of an entomological survey systematized in rural peridomiciles to verify the influence of the environmental management and the presence of domestic animals in the abundance of these dipterans, understanding how management the cleaning of the backyards (peridomiciles). To obtain data of this second stage were selected at random 15 locations established in the tourism routes around Lençóis Maranhenses National Park. The biting midges were capture in 112 rural homes, with luminous CDC traps installed in the peridomiciles. Four treatments was considered in the study: 1) peridomestic animals with presence of domestic and unmanaged animals (dirty); 2) peridomestic animals with domestic animals and with handling (clean); 3) peridomestic animals without domestic animals and with management; 4) peridomestic animals without animals and without management. The first two treatments showed higher abundance (784; 577) and richness (13; 12) of biting midges species, respectively. The analysis of the generalized linear models showed that the presence of domestic animals interferes with abundance, which can increase the amount of *Culicoides* in the peridomiciles by about four times. However, according to the same model, the presence of animal showed no influence on

the richness, although it increases about 2 times the amount of species. The test showed that the environmental management was not associated to the abundance and richness of the biting midges, however, it was observed that the abundance of *Culicoides* decreased in the residences with management. In conclusion, a rich and abundant *Culicoides* fauna found in the studied area, associated, mainly, with the presence of domestic animals in the peridomiciles. Thus, the result of this research should be taken into account in the implementation of control measures of these insects in the municipality of Barreirinhas. It should be noted that although cleanliness has not shown interference with the abundance of *Culicoides* sanitation could not be ruled out.

Keywords: Biting midges. Bioecology. Vector control.

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação é apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, de acordo com as normas deste Programa, sendo dividida em dois capítulos: no primeiro, fez-se uma revisão da literatura sobre os *Culicoides*, o táxon de interesse, subdividida em cinco tópicos: Classificação/Biogeografia, Morfologia/Bioecologia, Epidemiologia, Vigilância Entomológica/Controle e, por fim, Estudos realizados no Maranhão.

O segundo capítulo inclui um manuscrito no formato de um artigo científico, intitulado **“A influência do manejo ambiental e de abrigos de animais no controle vetorial de *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) no Nordeste do Brasil”** com dados originais gerados pelo próprio Laboratório de Entomologia e Vetores, onde foi desenvolvido este estudo. A metodologia utilizada e os resultados obtidos constam no artigo, que segue a normatização da revista *Journal of Vector Ecology* onde foi submetido.

O interesse pelos *Culicoides* se deve primeiramente pela importância que têm como vetores de certos vírus e filarias que afetam o homem e os animais domésticos. Em segundo lugar, por constituir uma linha de pesquisa consolidada do Laboratório de Entomologia e Vetores da UFMA, que recentemente detectou a presença de DNA de *Leishmania amazonensis* e *L. braziliensis*, causadores de leishmaniose tegumentar, em cinco espécies desses insetos em dois municípios do Maranhão. Em terceiro lugar por serem frequentemente citados pelas populações litorâneas como causadores de incômodos nessas áreas.

Os estudos sobre os *Culicoides* são necessários para compreender a dinâmica de suas populações a fim de desenvolver estratégias de controle desses insetos, que apesar de ter importância epidemiológica, ainda é um grupo muito negligenciado. Dessa forma, ainda há muitos aspectos inerentes a sua ecologia que são desconhecidos e que dificultam a criação de medidas de controle eficaz. A presença destes insetos pode causar grande impacto no desenvolvimento de áreas úteis para a agricultura, pecuária e turismo, tornando esse gênero de grande importância não apenas para a medicina humana e veterinária, mas também para a economia e o meio ambiente.

Uma das regiões do Maranhão onde a população se sente incômoda com a presença desses insetos é a do entorno do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses que tem atraído turistas de todo o mundo por sua beleza paisagística, representada por dunas de areia

entremeadas lagoas. As atividades do turismo vêm sendo desenvolvidas de forma predatória, sem planejamento adequado, tornando a área do parque vulnerável e frágil, principalmente porque as políticas públicas que protegem o meio ambiente nas regiões adjacentes ainda são inadequadas, resultando em vários processos de degradação ambiental.

Devido à presença frequente e abundante das espécies de maruins nos peridomicílios das habitações rurais dos povoados dessa região conforme já relatado por pesquisas conduzidas pelos pesquisadores do LEV, e ao hábito dos moradores locais de criar animais domésticos, uma das principais fontes de atração para os insetos hematófagos, fez-se este estudo com o objetivo de compreender mais sobre a bioecologia, importância epidemiológica e investigar um modo alternativo de controle desses insetos.

Lista de siglas e abreviaturas

IH	Hemaglutinação
DDT	Diclorodifenil-tricloroetano
CDC	Control disease Center
HP	Hoover Pugedo
PNLM	Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
GPS	Global Positioning System
CMCA	Com Manejo e Com Animal
SMCA	Sem Manejo e Com Animal
CMSA	Com Manejo e Sem Animal
SMSA	Sem Manejo e Sem Animal
LEV	Laboratório de Entomologia e Vetores
GLM	Generalized Linear Models

Lista de figuras

Figura 1. Entorno do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, com destaque aos dois municípios: Barreirinhas e Santo Amaro.....	38
Figura 2. Ranque de dominância das espécies de <i>Culicoides</i> encontradas no município de Barreirinhas, Estado do Maranhão, Brasil, nos meses de abril, maio e agosto de 2015.....	40

Lista de tabelas

Tabela 1. Números de indivíduos de <i>Culicoides</i> capturados por tratamento, no município de Barreirinhas, Estado do Maranhão, Brasil, nos meses de abril, maio e agosto de 2015.....	41
---	----

SUMÁRIO

1. CAPÍTULO I: REVISÃO DA LITERATURA.....	19
1.1. Classificação e Biogeografia.....	19
1.2. Morfologia e Bioecologia.....	20
1.3. Epidemiologia.....	22
1.4. Vigilância Entomológica e Controle.....	23
1.5. Estudos Realizados no Maranhão.....	26
1.6 OBJETIVOS.....	27
1.6.1. Geral.....	27
1.6.2. Objetivos Específicos.....	27
REFERÊNCIAS.....	28
2. CAPÍTULO II: ARTIGO CIENTÍFICO.....	34
INTRODUÇÃO.....	35
MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
Área de Estudo.....	37
Procedimento em campo.....	38
Procedimento em Laboratório.....	39
Análises estatísticas.....	39
RESULTADOS.....	39
Composição, riqueza e abundância relativa das espécies.....	39
Riqueza e abundância de espécies por tratamento.....	40
DISCUSSÃO.....	42
REFERÊNCIAS CITADAS.....	43
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
ANEXOS.....	48

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1. Classificação e Biogeografia

Os *Culicoides* são insetos muito comuns e por isso possuem vários nomes populares, de acordo com a região onde ocorrem. Nos países de língua inglesa são comumente chamados de “biting midge”, enquanto nos países da América do Sul e Central são conhecidos como “jejenes, polvorines, mariqui-mini, purujas, manta blanca e chaquistes”. No Brasil são vulgarmente conhecidos como maruins designação de origem indígena que significa mosca pequena. Outros desígnios incluem: mosquitos pólvora e mosquito do mangue, pela semelhança a um grão de pólvora e por serem muito frequentes nas proximidades de mangue, respectivamente (WIRTH; BLANTON, 1973).

Os *Culicoides* estão classificados dentro do grupo dos dípteros da subordem Nematocera, da infraordem Culicomorpha, da superfamília Chironomoidea, da família Ceratopogonidae. Esta família é a mais diversificada (COURTNEY; MERRITT, 2008), sendo composta por quatro subfamílias, entre elas Ceratopogoninae, que contém o gênero *Culicoides* Latreille, 1809.

A distribuição das espécies do gênero *Culicoides* está associada com condições ambientais locais, tais como: temperatura, umidade, velocidade do vento e precipitação, bem como, às propriedades físicas e químicas do solo em que o desenvolvimento larval ocorre (MELLOR et al., 2000).

Estes insetos estão distribuídos por todo o mundo, desde o litoral até os picos das grandes cadeias de montanhas, com exceção das regiões polares, estando ausentes na Antártica e na Nova Zelândia (TRINDADE; GORAYEB, 2010). Na região Neotropical são encontrados praticamente em todos os ecossistemas, das áreas costeiras até as terras altas dos Andes. Enfim, estão em todo lugar onde há alguma matéria orgânica e umidade suficiente (BRAVERMAN, 1994; BORKENT; SPINELLI, 2007).

Em todo o mundo são conhecidas cerca de 1.300 espécies de *Culicoides* (BORKENT, 2015). Na Região Neotropical, cujos estudos de levantamento ainda estão em curso, já foram catalogadas 266 espécies (BORKENT; SPINELLI, 2007). Estima-se que um número ainda grande de espécies estejam a espera de descrição.

No Brasil são conhecidas pelo menos 103 espécies, das quais 82 ocorrem na Amazônia brasileira, sendo que a maioria dos levantamentos entomológicos voltados para o

conhecimento da diversidade desse gênero foi feita nos estados do Amazonas e Pará. Os estudos recentes realizados no Maranhão deram a conhecer cerca de 40 espécies válidas (COSTA et al., 2013; CARVALHO; SILVA, 2013; SILVA; CARVALHO, 2013; GUSMÃO et al., 2014, BANDEIRA et al., 2016, REBÊLO et al., 2016).

1.2. Morfologia e Bioecologia

Os *Culicoides* são insetos bastante pequenos e geralmente medem de 1-3 mm de comprimento, possuem uma cabeça pequena, com grandes olhos compostos e um palpo maxilar dividido em cinco segmentos (GUALAPURO, 2013). A probóscide é curta e cortante, sendo o seu aparelho bucal constituído por um labro pontiagudo, duas maxilas, duas mandíbulas, uma hipofaringe e um lábio que não penetra na pele durante a alimentação da fêmea (URQUHART et al., 1998). As antenas são longas com 14-15 segmentos, sendo plumosas nos machos e pilosas nas fêmeas; nestas, os pêlos são mais curtos, não fugindo ao padrão encontrado em muitos mosquitos e pernilongos.

O tórax bem desenvolvido e curvado sobre a cabeça, as suas pernas são relativamente curtas, especialmente as dianteiras, têm cor cinzenta ou de tom acastanhado a preto e com brilho (BLACKWELL et al., 2008; MIHN, 2010; WALL; SHEARER, 2001). As asas encontram-se dobradas uma sobre a outra quando estão em repouso, sobre o abdômen (WALL; SHEARER, 2001). Porém, o fato mais importante é que as asas possuem um padrão de manchas cinzentas e brancas (CEPEDA, 2010), sendo uma das características mais marcantes quando se estuda a fauna de *Culicoides*.

Eles geralmente encontram-se perto dos seus habitats larvais, mantendo-se em pequenos enxames (WALL; SHEARER, 2001). O voo dos *Culicoides* é curto e a maioria das espécies se dispersa por poucas centenas de metros de seus criadouros, cerca de 2 a 3 km (MELLOR et al., 2000) e podem ser dispersos até centenas de quilômetros pelo vento (WARD, 1994).

Os maruins assim como os outros mosquitos se reproduzem em lugares úmidos ou alagados, como brejos, onde existe matéria orgânica em decomposição. Possuem desenvolvimento holometábolo (ovo, larva, pupa e adultos) (MELLOR et al., 2000). Os adultos possuem atividade crepuscular e abandonam os seus abrigos em busca de alimento, parceiros sexuais e locais para ovipostura, ao entardecer (WIRTH; BLANTON, 1973; LILLIE et al., 1981). Algumas espécies se criam em áreas de cultivos como bananais, como *C. paraenses* (FELIPPE-BAUER; STERNHEIM, 2008).

Os indivíduos de *Culicoides* adultos, machos e fêmeas, alimentam-se de açúcar necessário como fonte de energia para realização de suas atividades. Eles buscam nas flores, as substâncias açucaradas de preferência brancas (BORKENT; SPINELLI, 2007). As fêmeas de *Culicoides*, são hematófagas, ou seja, necessitam de sangue para desenvolver seus ovos, alimentam-se de sangue de uma variedade enorme de vertebrados, inclusive do homem e podem se tornar verdadeiras pragas em áreas de praias, florestas, montanhas e manguezais. Devido a este fato o gênero *Culicoides* é o único representante da família Ceratopogonidae que possui interesse médico-veterinário.

No Maranhão, nos ambientes peridomiciliares de zonas rurais, os *Culicoides* apresentam um hábito generalista, pois se alimentam tanto de animais domésticos como sinantrópicos e, também de sangue humano (GUSMÃO et al., 2014). Apresentam alta capacidade de picar com avidez, mamíferos de porte variado e aves (COSTA et al., 2013).

Ao realizar a hematofagia as fêmeas infligem uma mordedura dolorosa, sua picada causa incômodo à população local levando, algumas vezes, à problemas que podem desencadear reações alérgicas bem desagradáveis (GUALAPURO, 2013). Inclusive se transformam em lesões fibrosas, às vezes irreversíveis (caroços duros e escurecidos só removíveis por cirurgia), devido algumas propriedades das proteínas e peptídeos presentes na saliva. Também podem se comportar como vetores de protozoários e nematódeos às aves e mamíferos e de vírus ao homem e aos ruminantes silvestres e domésticos. Na Região Neotropical, o vírus Oropouche no homem e vírus da Língua Azul em animais, são os mais importantes (MELLOR; WITTMANN et al., 2002; BORKENT; SPINELLI, 2007).

Os *Culicoides* adultos são tão pequenos que penetram pelo meio dos cabelos e por dentro das roupas causando urticária com suas doloridas picadas. Tudo isso acontece porque esses insetos possuem uma probóscide curta e, ao invés de perfurar a pele até atingir o capilar sanguíneo, dilaceram os pequenos vasos produzindo uma espécie de microhemorragia que formam um minúsculo “lago”. É dele que sugam o alimento sanguíneo (GORDON; CREWE, 1952), provocando uma pequena mancha vermelha na pele.

O ataque que algumas espécies de *Culicoides* realizam sobre vertebrados, incluindo o homem, pode causar impacto no desenvolvimento de áreas úteis para a agricultura, pecuária e turismo, tornando esse gênero de grande importância não apenas para a medicina humana e veterinária, mas também para a economia e o meio ambiente (COSTA et al., 2013).

1.3. Epidemiologia

É provável que o homem já tivesse observado manifestações de doença transmitidas por *Culicoides* desde que se iniciou a domesticação de animais, há cerca de 10 mil anos. Suspeita-se que os insetos do gênero *Culicoides* estiveram envolvidos em duas das dez pragas bíblicas do Antigo Egito (MEISWINKEL et al., 2004).

No Neotrópico são considerados importantes vetores de parasitas, sendo responsáveis pela transmissão de vários tipos de agentes patogênicos como: nematódeos, mais de 20 espécies transmitidas a ruminantes, equídeos e primatas; protozoários, pelo menos 30 espécies transmitidas a primatas, esquilos e aves; vírus, apesar de existir também a transmissão por outros artrópodes, 45% desses vírus apenas se transmite por *Culicoides* (MELLOR et al., 2000).

Para se ter uma noção na família Bunyaviridae, existem várias espécies que afetam os ruminantes, domésticos e selvagens, sendo o mais relevante o vírus Akabane. Entretanto, o vírus da Língua Azul é o de maior relevância (MELLOR; WITTMANN, 2002; TABACHNICK, 2004). Esta é uma doença não contagiosa dos ruminantes domésticos e selvagens, transmitida por *Culicoides*. O nome da doença deriva da existência de cianose da língua, um dos sinais clínicos que resultam das lesões vasculares mediadas pelo vírus (VERWOERD; ERASMUS, 2004). O vírus pertence ao gênero *Orbivirus*, família Reoviridae (BORDEN et al., 1971), sendo conhecidos 24 sorotipos (OIE, 2009) e a existência de um vigésimo quinto sorotipo, o vírus Toggenburg está em discussão (HOFMANN, 2008). O gênero *Orbivirus* é bastante abrangente e inclui vários vírus sem importância médica ou veterinária (COETZER; TUSTIN, 2004).

O primeiro relato da Língua Azul foi descrito na África do Sul, por Hutcheon em 1880, sendo provavelmente endêmica nos ruminantes selvagens desde a antiguidade (VERWOERD; ERASMUS, 2004). Os principais responsáveis pela transmissão da Língua Azul na Europa são *C. obsoletus*, *C. pulicaris*, *C. dewulfi* e *C. imicola*, envolvidos nos surtos pelos sorotipos 1, 2, 4, 8, 9 e 16. Nas Américas esse papel fica por conta da *C. insignis*.

Outro vírus importante é o Oropouche que provavelmente infectou, de 1961 a 1996, mais de 500 mil pessoas somente na Amazônia brasileira. A infecção por esse vírus pode causar cefaléia, dor muscular, nas articulações, retro ocular, fotofobia, náuseas, tontura, meningite asséptica, sem óbitos e sem sequelas (PINHEIRO, 1962). Ocorrência de epidemias causadas pelo vírus Oropouche já foram registradas nos estados do Maranhão e Goiás, em 1988 por Vasconcelos et al. (1989).

Num estudo feito no Maranhão, 128 de 197 pessoas examinadas em Porto Franco, foram encontradas com anticorpos inibidores da hemaglutinação (IH) para o agente e, em 106

foram detectados anticorpos IgM por MAC ELISA. Todos os grupos etários foram infectados, embora a incidência tenha sido mais elevada entre aqueles com 10 a 19 anos de idade. Quanto ao sexo, a infecção ocorreu igualmente em ambos os sexos. Recorrência dos sintomas foi observada em 56% dos casos positivos estudados (VASCONCELOS et al., 1989).

A inoculação em camundongos Swiss recém-nascidos de 3.624 *Culicoides paraensis* e 1.970 *Culex (Culex) quinquefasciatus* (Culicidae), coletados em Porto Franco, resultou em um único isolamento do vírus ORO a partir dos *Culicoides*. Essa foi a primeira descrição de casos confirmados de infecção pelo vírus Oropouche nos Estados do Maranhão e Goiás, Brasil. No Neotrópico, o vírus Oropouche no homem e vírus da língua azul em animais são os mais importantes da região (WITTMANN et al, 2002; BORKENT; SPINELLI, 2007).

1.4. Vigilância Entomológica e Controle

O controle de mosquitos de um modo geral tem sido um grande desafio e vários métodos já foram postos em prática. Contudo, qualquer que seja a medida de controle, esta deve ser realizada criteriosamente.

A densidade dos *Culicoides* constitui um dos principais problemas que dificultam o seu controle. A grande variedade de maruins existente consiste em outro problema, pois normalmente mostram diferentes comportamentos perante as estratégias de controle. Assim, medidas dirigidas contra uma espécie pode não afetar outras (CARPENTER et al., 2008).

Uma das primeiras estratégias empregadas para o controle de maruins foi o uso de inseticidas. No início, substâncias do grupo dos organoclorados como o diclorodifenil-tricloroetano (DDT) foram testadas e utilizadas com sucesso, no controle de muitos insetos, inclusive em *Culicoides*, através da aplicação no ambiente. No entanto, essas substâncias não estão mais autorizadas para esse fim. Por outro lado, estudos de campo levados a efeito por Satta et al. (2004), utilizando cipermetrina, esbioquina, butóxido de piperonilo e sinérgicos de piretróides, por aplicação espacial, não registraram qualquer diminuição no número de *Culicoides* capturados posteriormente a aplicação.

As tentativas para criar uma barreira através da aplicação de DDT para paredes exteriores e vegetação não foram bem sucedidas, mesmo quando este tratamento era estendido a quarenta metros. Rees e Smith (1950) constataram que alguns destes insetos não repousavam nos abrigos depois de terem sido pulverizadas com 5 % de DDT, no entanto, este tratamento pode ter repellido o inseto e não eliminado.

No controle de muitos insetos passou-se a utilizar substância com baixa toxicidade e assim menos prejudicial ao ambiente, como os piretróides. Estes na forma sintética possuem a mesma atividade que as piretrinas, mas são moléculas mais estáveis, o que aumenta o seu efeito residual (BLAGBURN; LINDSAY, 2001). Estas substâncias atuam pela modelação da atividade dos canais de sódio nos nervos, causando uma estimulação contínua que leva à morte dos insetos (HART, 1986).

As piretrinas são um conjunto de seis ésteres naturais derivados da flor de *Crysanthemum cinerariae folium* (Asteraceae) e algumas espécies relacionadas. Possuem excelentes propriedades de neutralização e baixa toxicidade para os mamíferos, o que tornou a sua utilização bastante popular (BLAGBURN; LINDSAY, 2001).

Outras medidas de controle para a redução na abundância destes insetos já foram testadas, como a utilização de redes de alumínio impregnadas com organofosforados, que revelou eficácia em laboratório no controle de *Culicoides* (CARPENTER et al., 2008). De acordo com Calvete et al. (2010) a utilização de redes impregnadas com cipermetrina revelaram-se eficazes na redução do número de *Culicoides* capturados, quer em espaços abertos, quer em abrigos de animais.

Bauer et al. (2009), conduziram um teste de campo em que foram combinadas medidas como: utilização de redes impregnadas com deltametrina, aplicação com permetrina, deltametrina e por fim aplicações com cipermetrina e diclorfos. Foi verificada a redução do número de capturas de *Culicoides*, mas sem conseguir o controle absoluto, e ainda sempre foram capturadas fêmeas ingurgitadas.

Outra medida foi a aplicação de inseticidas nos animais, com estudos realizados baseados na recolha de pelos ou lã dos animais tratados em intervalos de tempo pré-estabelecidos, levando à paralisia e morte dos maruins colocados em contato com o pêlo ou lã, até 28 dias após a aplicação (MEHLHORN et al., 2008). No entanto, não fornece informação se os insetos se alimentaram ou não antes da sua morte.

Ainda que a aplicação de inseticidas nos animais e nas suas instalações não obtenha um controle completo da população de *Culicoides*, a utilização de piretróides com efeito residual prolongado reduz a aproximação dos insetos, mostrando-se muito útil durante o transporte dos ruminantes para o matadouro (CARPENTER et al., 2008).

Na utilização de repelentes como uma medida para controlar a densidade de *Culicoides*, estas substâncias podem ter ação local ou à distância (BLACKWELL et al., 2003; CHOOCHOTE et al., 2007). Geralmente os repelentes nos insetos atuam pela criação de uma barreira de vapor que impede os insetos de entrar em contato com a superfície (BROWN;

HEBERT, 1997), têm como objetivo impedi-los de se deslocarem em sua direção e infligir picadas na pele.

A pesquisa de novos repelentes foi muito incentivada pela perda de eficácia das formulações utilizadas pelos militares na Segunda Guerra Mundial. Desde então têm sido testadas centenas de substâncias e desenvolvidos repelentes sintéticos (DETHIER, 1956). Atualmente, a aplicação de repelentes tem aumentado com o objetivo de evitar perdas de produção de cereais e frutos armazenados e de outros materiais celulósicos infestados por várias pestes. A aplicação destes produtos para a proteção da saúde humana e pública poderá tomar o mesmo sentido, uma vez que se tem assistido ao desenvolvimento crescente de resistências dos insetos vetores de doenças a determinadas substâncias inseticidas (NERIO et al., 2010).

A eficácia desta medida depende essencialmente da capacidade das instalações em impedir a entrada de *Culicoides*, e do comportamento mais ou menos endofílico ou exofílico da espécie em questão, não existindo até o momento um método padronizado para avaliação desse comportamento (CARPENTER et al. 2008).

Uma medida barata que também foi testada por Meiswinkel et al. (2000) foi a estabulação por meio da aplicação de uma malha fina (80% tela de sombreamento) sobre todas as aberturas de um estábulo, resultando numa diminuição de 14 vezes no número de *Culicoides* dentro do abrigo, o que é útil uma vez que reduz significativamente a taxa de apreensão. É também um método de baixa manutenção, podendo ser aplicado em um dia, necessitando apenas ser analisados na possibilidade de rasgos por animais.

Tendo em conta que geralmente os maruins se encontram perto dos seus hospedeiros, deve ser evitada a acumulação de água nas proximidades, como acontece com mais frequência a partir de bebedouros que extravasam canalizações corrompidas e torneiras mal fechadas (CARPENTER et al., 2008). Além disso, deve-se evitar a criação de animais domésticos sem o devido manejo de seus abrigos, já que esses insetos conseguem se reproduzir em muitos lugares, desde que haja um pouco de umidade e matéria orgânica, até mesmo nas fezes dos animais. Sabe-se que a presença de animais domésticos como aves, suínos, equinos, bovinos e caprinos é importante na atração de maruins para os peridomicílios (COSTA et al., 2013; GUSMÃO et al., 2014). Nesse caso, devido às restrições quanto ao uso de inseticidas, a limpeza dos peridomicílios e o manejo dos animais domésticos pode eliminar possíveis criadouros, diminuindo a aproximação dos maruins às moradias (OLIVEIRA, 2010).

Na tentativa de empregar medidas de controles, estas devem ser realizadas criteriosamente, requerendo sempre uma integração de esforços de vários segmentos do poder público, em comum acordo com as secretarias de saúde.

1.5. Estudos Realizados no Maranhão

No estado do Maranhão os trabalhos de levantamento de *Culicoides* ainda são poucos, e os estudos relativos aos insetos vetores ou de importância sanitária, concentram-se principalmente no conhecimento da estrutura das comunidades de flebotomíneos e anofelinos e em aspectos da ecologia parasitária desses vetores, ficando os *Culicoides* sempre num plano secundário.

O primeiro trabalho formalmente publicado sobre os *Culicoides* no Maranhão foi o de Silva e Rebêlo (1999) que reuniu os dados sobre a composição e distribuição das espécies até aquele ano. Posteriormente, quase dez anos depois foi publicado um segundo trabalho sobre aspectos da ecologia de algumas espécies de maruins por Barros et al. (2007) e recentemente, foram publicados os dois últimos trabalhos tratando da ecologia destes insetos em área de cerrado de Chapadinha (SILVA; CARVALHO, 2013) e na restinga de Barreirinhas (COSTA et al., 2013). Bandeira et al., (2016) e Rebêlo et al., (2016) publicaram dois trabalhos na área da baixada ocidental maranhense, o primeiro abordando sobre a infestação de *Culicoides* nos peridomicílios e o outro sobre a possibilidade dos maruins também transmitirem *Leishmania*.

Considerando a importância dos maruins, não apenas do ponto de vista da saúde pública, mas também como elemento da biodiversidade, esta dissertação contribui para expandir o conhecimento sobre a geografia e outros aspectos da ecologia deste grupo de insetos.

Nos trabalhos realizados no Maranhão foram identificadas 39 espécies do gênero *Culicoides* Latreille, 1809 e classificadas nos subgêneros *Hoffmania* (14 espécies), *Haematomyidium* (4), *Culicoides* (1), *Diphaomyia* (1), *Oecacta* (1), *Avaritia* (1), *Macfiella* (1) e nos grupos Limai (7), Acotylus (1), Daedalus (1), Fluvialis (1), Paraenses (2), Hylas (1), Leoni (1) e Reticulates (2). Outras 15 morfoespécies foram encontradas, mas não obteve-se êxito na sua identificação, utilizando as chaves disponíveis, de modo que ainda estão em análises.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Geral

Estudar a bioecologia, a importância epidemiológica e o controle dos maruins em ambientes antrópicos, com base na presença de animais domésticos e limpeza dos peridomicílios.

1.6.2. Específicos

- ✓ Compreender sobre a bioecologia e importância epidemiológica dos *Culicoides*
- ✓ Estimar a riqueza e abundância das espécies de *Culicoides*;
- ✓ Analisar a influência da presença de animais domésticos na abundância das espécies de *Culicoides* nos ambientes peridomiciliares;
- ✓ Estudar a importância do manejo ambiental (limpeza) dos peridomicílios na abundância das espécies de *Culicoides*;

REFERÊNCIAS

- BANDEIRA, M. A. C., DA PENHA, A., MORAES, J. L., BRITO, G. A., REBÊLO, J. M. M. 2016. Infestation of Brazilian Peridomiciliary Areas by *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) in Humid and Semi humid Climates. **J Med Entomol.** 10.1093/jme/tjw059.
- BLAGBURN, B., LINDSAY, D. 2001. Ectoparasiticides. In: R. Adams, **Veterinary pharmacology and therapeutics** (8th edition) (1017-1039). Iowa: Blackwell Publishing Professional.
- BARROS, V. L. L.; MARINHO, R. M.; REBÊLO, J. M. M. 2007. Ocorrência de espécies de *Culicoides* Latreille (Diptera, Ceratopogonidae) na área metropolitana de São Luís, Maranhão, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública** 23: 2789-2790.
- BAUER, B., JANDOWSKY, A., SCHEIN, E., MEHLITZ, D., CLAUSEN, P. 2009. An appraisal of current and new techniques intended to protect bulls against *Culicoides* and other haematophagous nematocera: the case of Schmergow, Brandenburg, Germany. **Parasitology Research**, 105, 359-365.

- BLACKWELL, A., STUART, A., ESTAMBALE, B. 2003. The repellent and antifeedant activity of oil of *Myrica gale* against *Aedes aegypti* mosquitoes and its enhancement by the addition of salicylic acid. **Proceedings of the Royal College of Physicians of Edinburgh**, 33, 209–214.
- BORKENT, A., SPINELLI, G. R. 2007. Neotropical Ceratopogonidae (Diptera: Insecta) (Vol. 4). (J. Adis, J. Arias, G. Rueda-Delgado, & K. Wanssen, Edits.) **Sofia, Bulgaria: Pensoft**.
- BORKENT A 2015. The subgeneric classification of species of *Culicoides*- thoughts and a warning. Available from: inhs.uiuc.edu/research/FLYTREE/CulicoidesSubgenera.pdf. [Accessado em fevereiro de 2017].
- BORDEN, E., SHOPE, E., MURPHY, F. 1971. Physicochemical and morphological relationships of some arthropod-borne viruses to bluetongue virus – a new taxonomic group. Physicochemical and serological studies. **Journal of General Virology**, 13, 261-271.
- BROWN, M., HEBERT, A., 1997. Insect repellents: an overview. **Journal of the American Academy of Dermatology**, 36, 243–249.
- BRAVERMAN, Y. 1994. Nematocera (Ceratopogonidae, Psychodidae, Simuliidae and Culicidae) and control methods. **Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.**, 13(4), 1175-1199.
- COSTA, J. C.; LOROSA, S.; MORAES, J. L. P.; REBÊLO, J. M. M. 2013. Espécies de *Culicoides* (Diptera; Ceratopogonidae) e hospedeiros potenciais em área de ecoturismo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Brasil. **Rev. Pan-Amaz Saúde** 2013; 4(3):11-18.
- CHOOCHOTE, W., CHAITHONG, U., KAMSUK, K., JITPAKDI, A., TIPPAWANGKOSOL, P., TUETUN, B., CHAMPAKAEW D., PITASAWAT, B. 2007. Repellent activity of selected essential oils against *Aedes aegypti*. **Fitoterapia**, 78, 359–364.

- CEPEDA R. M. S. 2010. Avaliação de eficácia de produtos biocidas no processo de autorização para comercialização, E Sua Aplicação No Controlo De *Culicoides* Em Surto De Língua Azul. (Dissertação) **Universidade Técnica de Lisboa.**
- CARPENTER, S., MELLOR, P., TORR, S. 2008. Control techniques for *Culicoides* biting midges and their application in the U.K. and northwestern Palaearctic. **Medical and Veterinary Entomology**, 22, 175-187.
- COURTNEY, G. W., MERRITT, R. W. 2008. Capítulo 22. Aquatic Diptera, Part one, Larvae of aquatic Diptera, pp, 687-722. In R.W. Merritt, K. W. Cummins & M. B. Berg (eds.), **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**, 4a edição, Kendall/Hunt Publishing Co, Dubuque, Iowa, 1158 p.
- CARVALHO L. P. C., SILVA F. S. 2013. Seasonal abundance of livestock-associated *Culicoides* species in northeastern Brazil. **The Royal Entomological Society, Medical and Veterinary Entomology**, doi: 10.1111/mve.12043
- CALVETE, C., ESTRADA, R., MIRANDA, M., DEL RIO, R., BORRÀS, D., BELDRON, F., CALVO, A., LUCIENTES, J. 2010. Protection of livestock against bluetongue virus vector *Culicoides imicola* using insecticide-treated netting in open areas. **Medical and Veterinary Entomology**, 24, 169-175.
- COETZER, J., TUSTIN, R., 2004. Infectious Diseases of Livestock. (2nd edition). **Cape Town: Oxford University Press.**
- DETHIER, V., 1956. Repellents, **Annual Review of Entomology**, 1, 181–202.
- GUSMÃO, G.M.C., E.S. LOROSA, G.A. BRITO, L.S. MORAES, V.J.C BASTOS, AND J.M.M. REBÊLO. 2014. Determinação das fontes de repasto sanguíneo de *Culicoides* Latreille (Diptera, Ceratopogonidae) em áreas rurais do norte do estado do Maranhão, Brasil. **Biotemas** 28: 51–58.

- GUALAPURO, M. R. G. 2013. Contribución al estudio de la fauna de Culicoides (Díptera Ceratopogonidae) en la zona norte del Ecuador (Tese de Doutorado) Universidad San Francisco de Quito: **Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**. Maio/ 2013
- GORDON, R., CREWE, W. 1952. The mechanisms by which mosquitoes and tsetse-flies obtain their blood-meal, the histology of the lesions produced, and the subsequent reactions of the mammalian host; together with some observations on the feeding of Chrysops and Cimex. **Annals of Tropical Medicine and Parasitology**, 42: 335-356.
- HOFMANN, M. 2008. Toggenburg Orbivirus (TOV): A 25th Serotype of Bluetongue Virus, Detected in Swiss Goats. Disponível em: http://ec.europa.eu/food/committees/regulatory/scfcah/animalhealth/presentations/tov_12112008.pdf. Acessado em 26 de fevereiro de 2016.
- LILLIE, T., W. MARQUARDT; R. JONES. 1981. The flight range of *Culicoides variipennis* (Diptera: Ceratopogonidae). **Canad. Entomol.** 113: 419–426.
- MIHN HOAN, T. 2010. Contribution a l'étude des Ceratopogonidae de nouveau monde: le genre *Culicoides* Latreille, 1809 (Diptera: Ceratopogonidae) morphologie, importance médicale et vétérinaire, description des espèces de la Guyane Française. Paris: **Universite Paris**.
- MEISWINKEL, R., L. M. GOMULSKI, J. C. DELE'COLLE, M. GOFFREDO; G. GASPERI. 2004. The taxonomy of *Culicoides* vector complexes unfinished business. **Vet. Ital.** 40: 151–159.
- MEISWINKEL R., BAYLIS M., LABUSCHAGNE K. 2000. Stabling and protection of horses from *Culicoides bolitinos* (Diptera: Ceratopogonidae), a recently identified vector of African horse sickness. **Bulletin of Entomological Research** 90: 509-515.
- MELLOR P. S., WITTMANN E. J. 2002. Bluetongue virus in the Mediterranean basin, 1998-2001. **The Veterinary Journal** 164: 20-37.

- MEHLHORN, H., SCHMAHL, G., D'HAESE, J., SCHUMACHER, B. 2008. Butox® 7.5 pour on: a deltamethrin treatment of sheep and cattle: pilot study of killing effects on *Culicoides* species (Ceratopogonidae). **Parasitology Research**, 102, 515-518.
- MELLOR, P.S.; BOORMAN, J. BAYLIS, M. 2000. *Culicoides* biting midges: their role as arbovirus vectors. **Ann. Rev. Entomol.** 45:307-340.
- NERIO, L., OLIVERO-VERBEL, J. & STASHENKO, E. 2010. Repellent activity of essential oils: A review. **Bioresource Technology**, 101, 372–378.
- OIE. 2009. *Technical disease cards – Bluetongue*. Disponível em: http://www.oie.int/eng/maladies/Technical/20disease/20cards/BLUETONGUE_FINAL.pdf. Acessado em 16 de abril de 2016.
- OLIVEIRA, G.M.G., E.A. FIGUEIRÓ FILHO, G.M.C. ANDRADE, L.A. ARAÚJO; R.V. CUNHA. 2010. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) no município de Três Lagoas, área de transmissão intensa de Leishmaniose Visceral, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rev. Pan-Amazônica Saúde* 1: 83-94.
- PINHEIRO, F. F.; PINHEIRO, M.; BENSABATH, G.; CAUSEY, O. R.; SHOPE, R. 1962. Epidemia de vírus Oropouche em Belém. (Nota Prévia) **Revista do Serviço Especial de Saúde Pública**, v. 12, n. 1, p. 15 – 23.
- REBÊLO, J. M. M., RODRIGUES, B. L., BANDEIRA, M. D. C. A., MORAES, J. L. P., FONTELES, R. S., PEREIRA, S. R. F. 2016. Detection of *Leishmania amazonensis* and *Leishmania braziliensis* in *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) in an endemic area of cutaneous leishmaniasis in the Brazilian Amazonia. **Journal of Vector Ecology**, 41: 303–308. doi:10.1111/jvec.12227
- REES, D. M., SMITH, J. V. 1950. Effective control methods used on biting gnats in Utah during 1949 (Diptera; Ceratopogonidae) .**Mosquito News**, 10, 9-15

- SATTA G., GOFFREDO M., SANNA S., VENTO L., CUBEDDU G. P., MASCHERPA E. 2004. Field disinfestation trials against *Culicoides* in north-west Sardinia. **Veterinaria Italiana**. 40: 329-335.
- SILVA, F. S.; REBÊLO, J. M. M. 1999. Espécies de *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) da ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoológica** 15(2) 169-179.
- SILVA F. S., CARVALHO L. P. C. 2013. A Population Study of the *Culicoides* Biting Midges (Diptera: Ceratopogonidae) in Urban, Rural, and Forested Sites in a Cerrado Area of Northeastern Brazil. **Entomological Society of America**. 106(4):463-470.
- TABACHNICK W. J. 2004. *Culicoides* and the global epidemiology of bluetongue virus infection. **Veterinaria Italiana** 40: 145-150.
- TRINDADE, R. L. DA; GORAYEB, I. DE S. 2010. Maruins (Diptera: Ceratopogonidae: *Culicoides*), após a estação chuvosa, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Itatupã-Baquiá, Gurupá, Pará, Brasil. **Rev Pan-Amaz. Saude**1(2):121-130
- VASCONCELOS, P. F. C., TRAVASSOS DA ROSA, J. F. S., GUERREIRO, S. C., DE´GALLIER, N., TRAVASSOS DA ROSA, E. S., TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A. 1989. Primeiro registro de epidemias causadas pelo vírus Oropouche nos estados do Maranhão e Goiás, Brasil. **Rev. Inst. Med. Trop.** 31: 271Ð278.
- VERWOERD, D; ERASMUS, B. 2004. BLUETONGUE.IN J. COETZER, & R. TUSTIN, **Infectious Diseases of Livestock** (Vol. 2, pp. 1201-1220).Cape Town: Oxford University Press.
- URQUHART, G., ARMOUR, J., DUNCAN, J., DUNN, A., JENINGS, F. 1998. **Parasitologia Veterinária**. (Segunda Edição). São Paulo: Guanabara Koogan.
- WARD, M.P. 1994. Climatic factors associated with the prevalence of bluetongue virus infection of cattle herds in Queensland, Australia. **Veterinary Record**, v.134, p.407-410.

WIRTH, W. W., BLANTON, F. S. 1973. A review of biting midges of the genus *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) in the Amazon Basin. **Amazoniana** 4(4): 405-470.

2. CAPÍTULO II: ARTIGO CIENTÍFICO

A influência do manejo ambiental e de abrigos de animais no controle vetorial de *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae) no Nordeste do Brasil.

M.C.A. Bandeira¹, G.A. Brito¹, A. da Penha², C.L.C. Santos³ and J.M.M. Rebêlo^{2,4}.

¹*Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil, mariza_bandeira@hotmail.com*

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

³*Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil*

⁴*Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil.*

RESUMO: O objetivo deste estudo foi investigar se a ocorrência de maruins no ambiente peridomiciliar é afetada pela presença de animais domésticos e pelo manejo ambiental. Os maruins foram capturados em 112 casas rurais de 17 localidades implantadas nas rotas do turismo, no litoral oriental do Estado do Maranhão, Brasil. As capturas dos maruins foram feitas com armadilhas luminosas CDC instaladas nos peridomicílios. Foram considerados no estudo quatro tratamentos: i) peridomicílios com presença de animais domésticos e sem manejo (sujos); ii) peridomicílios com animais domésticos e com manejo (limpos); iii) peridomicílios sem animais domésticos e com manejo; iv) peridomicílios sem animais e sem manejo. Os dois primeiros tratamentos apresentaram maior abundância e riqueza de espécies de maruins, respectivamente. A análise dos modelos lineares generalizados evidenciou que a presença de animais domésticos interfere na abundância, podendo aumentar cerca de 4 vezes a quantidade de *Culicoides* nos peridomicílios. Entretanto, de acordo com o mesmo modelo, a presença de animal ainda que aumenta cerca de 2 vezes a quantidade de espécies, não mostrou influência sobre a riqueza. O teste mostrou que o manejo ambiental não influencia na abundância e na riqueza dos maruins.

Palavras chave: Maruins, controle vetorial, vetor biológico, vigilância entomológica

INTRODUÇÃO

A família Ceratopogonidae constitui um grupo de dípteros nematóceros bastante diversificado, tanto ecologicamente quanto em termos de riqueza de espécies (Courtney and Merritt 2008). Atualmente são conhecidas cerca de 6.180 espécies distribuídas em 111 gêneros (Borkent et al. 2015a). Do ponto de vista epidemiológico a subfamília Ceratopogoninae é a mais importante por conter o gênero *Culicoides* Latreille 1809, cujas espécies são incriminadas na transmissão de parasitos que causam doenças nos vertebrados.

Os *Culicoides* também conhecidos como maruins, mosquitos pólvora e mosquito-do-mangue, são insetos muito pequenos e suas asas possuem um padrão de manchas cinzentas e brancas, como características taxonômicas mais marcantes (Cepeda 2010, Felipe-Bauer 2003). Este gênero constitui um dos maiores grupos de sua família, tendo-se registros de aproximadamente 1.400 espécies conhecidas em todo o mundo (Borkent 2015b). Ocorrem em todos os continentes, distribuindo-se desde o litoral até os picos das grandes cadeias de montanhas, ausentando-se nas regiões polares, Antártica e Nova Zelândia (Trindade and Gorayeb 2010). A distribuição das espécies do gênero *Culicoides* está associada com condições ambientais locais, tais como a temperatura, umidade, velocidade do vento e

precipitação, bem como, às propriedades físicas e químicas do solo em que o desenvolvimento larval ocorre (Braverman 1994, Mellor et al. 2000, Borkent and Spinelli 2007).

As espécies deste gênero possuem importância médica-veterinária devido ao hábito alimentar das fêmeas, que sugam de sangue de vertebrados. Assim, ao realizar a hematofagia, as fêmeas infligem uma mordedura dolorosa nos hospedeiros, causando desconforto, insônia e até irritabilidade, principalmente quando o número de insetos é grande. A picada pode desencadear também reações alérgicas, devido às proteínas e peptídeos presentes na saliva, e ainda pode transmitir vários tipos de agentes patogênicos como: nematóides, protozoários ou vírus para humanos e animais (Gualapuro 2013).

As fêmeas de *Culicoides* necessitam de sangue para desenvolver seus ovos, mas há algumas que podem pôr seu primeiro lote de ovos sem uma refeição de sangue, estas são conhecidas como autógenas (Borkent and Spinelli 2007). Os *Culicoides* apresentam um hábito generalista, pois sugam tanto animais domésticos como sinantrópicos e, também o sangue humano (Costa et al. 2013, Gusmão et al. 2014), podendo se tornar verdadeiras pragas em áreas de praias, florestas, montanhas e manguezais.

Estudos feitos no Brasil já registraram mais de 100 espécies do gênero *Culicoides* (Wirth and Blanton 1973, Wirth et al. 1988, Felipe-Bauer and Oliveira 2001, Aparício et al. 2011). Destas, cerca de 40 ocorrem no Estado do Maranhão (Silva and Rebêlo 1999, Barros et al. 2007, Silva and Carvalho 2013, Costa et al. 2013), sendo encontradas, sobretudo, nos peridomicílios da zona rural. A presença destas espécies nos peridomicílios rurais tem sido atribuída às modificações dos habitats naturais, onde esses insetos ocorrem e também às condições ambientais favoráveis estabelecidas nos quintais das casas (Costa et al. 2013, Gusmão et al. 2014).

Os habitantes de povoados rurais no entorno do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM), um importante pólo turístico do Nordeste do Brasil têm se ressentido com a presença importuna dos maruins. Segundo Costa et al. (2013) foi encontrada uma variedade de espécies de *Culicoides* em diversos povoados no entorno do PNLM. Nas rotas utilizadas pelas atividades do turismo é comum a presença de brejos, manguezais, rios e pequenos riachos. Nesses locais têm sido relatados ataques em “nuvens” que os maruins empreendem sobre lavradores, pescadores e turistas. Essas constatações mostram a grande importância desse gênero não apenas para a medicina humana e veterinária, como também para a agricultura, pecuária e o turismo, portanto, para a economia dessa região brasileira.

Nesse sentido, o advento do turismo pode ter contribuído para redução da vegetação nativa e promover a aproximação dos maruins aos povoados rurais (Costa et al. 2013). Nas últimas duas décadas houve uma expansão da área dos povoados rurais no entorno do PNLM, motivada pela especulação imobiliária, devido aos empreendimentos vinculados ao turismo (Assunção Júnior et al. 2010). Além disso, as condições ambientais que são produzidas nos peridomicílios das habitações locais, como instalação de abrigos de animais sem a higienização necessária, estabelecimento de hortas com uso de esterco de animais e escoamento superficial de água de uso doméstico, propiciam a formação de criadouros, devido à umidade e riqueza de matéria orgânica geradas nos quintais (Pereira-Filho et al. 2015). Sabe-se que várias espécies de *Culicoides* criam-se em solo encharcado, com água parada e em fezes úmidas de animais domésticos (Braverman 1994, Borkent and Spinelli 2007).

Apesar de tudo isso, o controle de *Culicoides* tem sido um grande desafio e vários métodos já foram postos em prática. Um deles foi o emprego de diclorodifenil-tricloroetano (DDT) para controle de vetores da malária que também serviu para o controle de flebotômíneos e maruins. No entanto, essa e outras substâncias organocloradas e organofosforadas não estão mais autorizadas para esse fim, devido a sua toxicidade (Carpenter 2008). Posteriormente, passou-se a utilizar substância com baixa toxicidade e

assim menos prejudicial ao ambiente, como os piretróides, substâncias derivadas de produtos vegetais. No entanto, os estudos de campo levados a efeito por Satta et al. (2004), utilizando cipermetrina, esbioquina, butóxido de piperonilo e sinérgicos de piretróides, por aplicação espacial, não registraram qualquer diminuição no número de *Culicoides* capturados posteriormente à aplicação.

Devido às restrições quanto ao uso de inseticidas, o manejo ambiental, por ser um processo simples, tem sido indicado em áreas afetadas pela ocorrência de insetos vetores. O processo constitui-se basicamente da limpeza, com a remoção de folhagens no solo, poda de árvores para a entrada de luz, retirada de lixo, reduzindo a oferta de matéria orgânica próximo às moradias. Esse procedimento conduziria à eliminação de possíveis criadouros, diminuindo o assédio do inseto às moradias (Oliveira 2010). Portanto, trata-se de um processo de baixo custo, que pode e deve ser conduzido pelos próprios moradores locais de área focal, com resultado eficaz (Wermelinger et al. 2013). Inclusive já é estimulado o seu uso pelo próprio Ministério da Saúde, ao lado das ações de vigilância epidemiológica e entomológica (vetores) e controle químico. Contudo, qualquer que seja a medida de controle, esta deve ser realizada criteriosamente e requer uma integração de esforços de vários segmentos ligados ao poder público, como as Secretarias do Meio Ambiente, Agricultura, Educação e Saúde, além das Universidades e da própria população acometida.

Considerando a presença frequente e abundante de várias espécies de maruins nos peridomicílios das habitações rurais; a atração dessas espécies por animais domésticos como aves, suínos, equinos, bovinos e caprinos (Costa et al. 2013, Gusmão et al. 2014); hábito dos moradores locais de criar estes animais; além das condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento destes insetos, conforme constatado em um estudo anterior levado a efeito no Maranhão (Costa et al. 2013), levanta-se a seguinte hipótese: A presença de animais domésticos e os seus abrigos no peridomicílio (entorno das residências) e a falta de manejo ambiental (limpeza), contribuem com maior riqueza e abundância de espécies do gênero do *Culicoides* do que em áreas onde estas variáveis são inexistentes.

Para testar essa hipótese fez-se este trabalho como objetivo de estudar a ocorrência de maruins no ambiente peridomiciliário, levando em consideração a presença/ausência de animais domésticos e a existência/inexistência de manejo ambiental. Este, portanto, é o primeiro estudo, com essa estratégia, visando o controle de *Culicoides* no Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado nos municípios de Barreirinhas (2° 45' S e 42° e 5' W) e Santo Amaro (2° 30' S e 43° 15' W), situados no litoral oriental do Estado do Maranhão, Brasil. Esses municípios possuem respectivamente, área de 3.111 km² e 1.601 km², população de 56 mil e 14 mil habitantes, distando 266 km e 243 km de São Luís, capital do Estado do Maranhão (IBGE 2011). Eles incluem grande parte da área do PARNAM (Fig. 1).

O clima é do tipo sub-úmido megatérmico com precipitações anuais variando entre 1800-2000 mm (DNPM 1973). Apresenta duas estações: o período chuvoso, janeiro a junho, e o período de estiagem, de julho a dezembro.

A vegetação dominante é a restinga (IBGE 1984), que cobre a maior parte da área estudada, sendo disposta em mosaicos, com grande diversidade ecológica, com formações herbáceas, arbustivas e arbóreas, definidas pelas condições dos solos e influência marítima (Thomazi et al. 2013). Os povoados situados mais ao sul estão inseridos numa área ecotonal, cuja cobertura vegetal é formada por cerrado e floresta estacional.

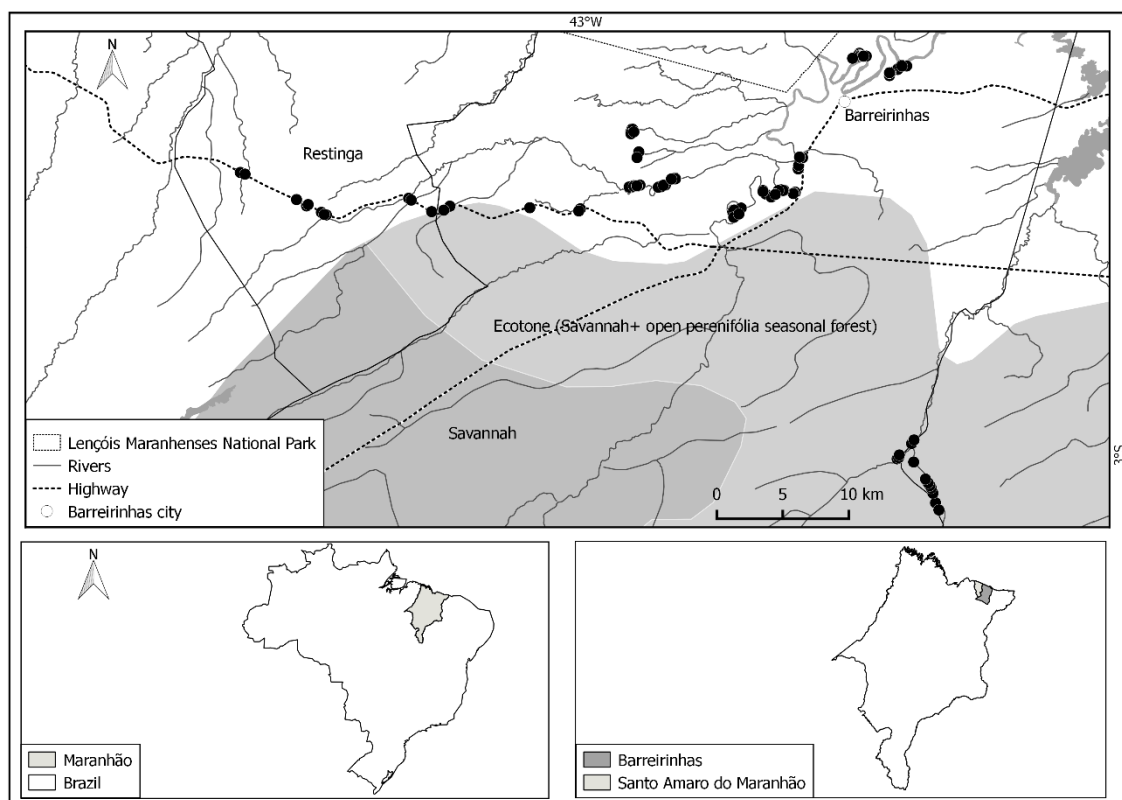


Figura 1. Entorno do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, com destaque aos dois municípios: Barreirinhas e Santo Amaro.

Procedimento em campo

As casas foram selecionadas, nos diferentes povoados de acordo com as características dos peridomicílios, até atingir o número desejado (112). Todas foram georreferenciadas e as coordenadas obtidas com o auxílio de um aparelho GPS. Todos os povoados localizavam-se nas rotas do turismo, tendo algumas histórico de infestação de *Culicoides* (Costa et al. 2013). As coletas foram realizadas nos meses de abril, maio e agosto de 2015. Em cada casa foi realizada uma única coleta no peridomicílio e estes foram classificados do seguinte modo: 56 tinham animais domésticos (galinhas, suínos e equinos) e seus abrigos (galinheiros, chiqueiros e estábulos); desse, 28 tinham o quintal previamente manejado (limpo, sem a presença de lixo ou de folhagem no solo no entorno das residências); os outros 28, sem manejo (sujos); 56 eram desprovidas da presença de animais domésticos e seus abrigos; destas, 28 tinham o quintal manejado e os outros 28 sem manejo. Cada tipo de ambiente foi denominado como tratamento: i) Com Manejo e Com Animal (CMCA), ii) Sem Manejo e Com Animal (SMCA), iii) Com Manejo e Sem Animal (CMSA); e iv) Sem Manejo e Sem animal (SMSA).

No peridomicílio de cada casa foi instalada uma armadilha luminosa tipo CDC, a 1,5m de altura e funcionou, ininterruptamente, das 18:00 horas às 6:00 horas. As armadilhas eram dispostas nos abrigos de animais. Quando não tinha abrigos, as armadilhas eram instaladas em galhos de árvores ou outro tipo de suporte existente no entorno das habitações. O esforço de captura foi de 112 armadilhas x 12 horas = 1.344 horas.

Os insetos capturados foram sacrificados por congelamento em freezer, em seguida, acondicionados em potes de polietileno devidamente etiquetados e conduzidos ao Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV) do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão.

Procedimento em Laboratório

No laboratório os *Culicoides* foram separados dos outros insetos sob estereomicroscópio e identificados com auxílio de chave dicotômica, seguindo a proposta de Wirth e Blanton (1973), Wirth et al. (1988) e Spinelli et al. (2005). Posteriormente, foram fixados em álcool 70% e incorporados na coleção entomológica do LEV.

Análise estatísticas

O ranque de abundância das espécies de *Culicoides* foi determinado pelo índice de Kato et al. (1952), sendo dominantes aquelas cujo limite de confiança inferior foi maior que o limite superior para espécies ausentes. A riqueza de espécies em cada localidade foi estimada pela soma do número de espécies obtidas. O índice de Shannon-Wiener foi usado para avaliar a diversidade (Pielou 1975), sendo estimado pelo procedimento de Jackknife (Zahl 1977). O índice de Pielou foi usado para avaliar a equitabilidade.

Foi utilizado o modelo linear generalizado (GLM) com distribuição de Poisson para analisar se a abundância e riqueza de *Culicoides* são influenciadas pelas preditoras explicativas (presença de animais e presença de manejo ambiental). Foi utilizado o GLM também para analisar quais animais e se a quantidade destes animais encontrados no peridomicílios influencia a abundância e riqueza de *Culicoides*. Foram selecionados os melhores modelos, levando em consideração o valor de $p < 0,05$. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R! 3.2 (R Development Core Team 2010) utilizando os pacotes vegan (Oksanen et al. 2013).

RESULTADOS

Composição, riqueza e abundância relativa das espécies

Foram capturados 1439 espécimes, distribuídos em 15 espécies do gênero *Culicoides*, sendo as mais abundantes: *C. insignis* Lutz 1913 (44,1%), *C. leopoldoi* Ortiz 1951(38,1%), *C. limai* Barreto 1944 (3,3%), *C. ignacioi* Forattini 1957 (3,0%), *C. foxi* Ortiz 1950 (2,8%), *C. ruizi* Forattini 1954 (2,6%), *C. paucienfuscatus* Barbosa 1947 (1,6%), *Culicoides* sp. (1,5%), *C. boliviensis* Spinelli and Wirth 1984 (1,4%), somando um 98,0% da amostra total. As espécies *C. flavivenula* Costa Lima 1937, *C. guyanensis* Floch & Abonnenc 1942, *C. filariferus* Hoffman 1939, *C. travassosi* Forattini 1957, *C. furens* (Poey), *C. debilipalpis* Lutz contribuíram com menos de 1% cada, totalizando cerca de 2% da amostra total (Tabela 1). De acordo com o índice de Kato (1952) as espécies dominantes foram as 9 mais abundantes conforme a tabela 1, sendo *C. boliviensis*, a última no ranque de dominância, contribuindo com 1,9% (Fig. 2).

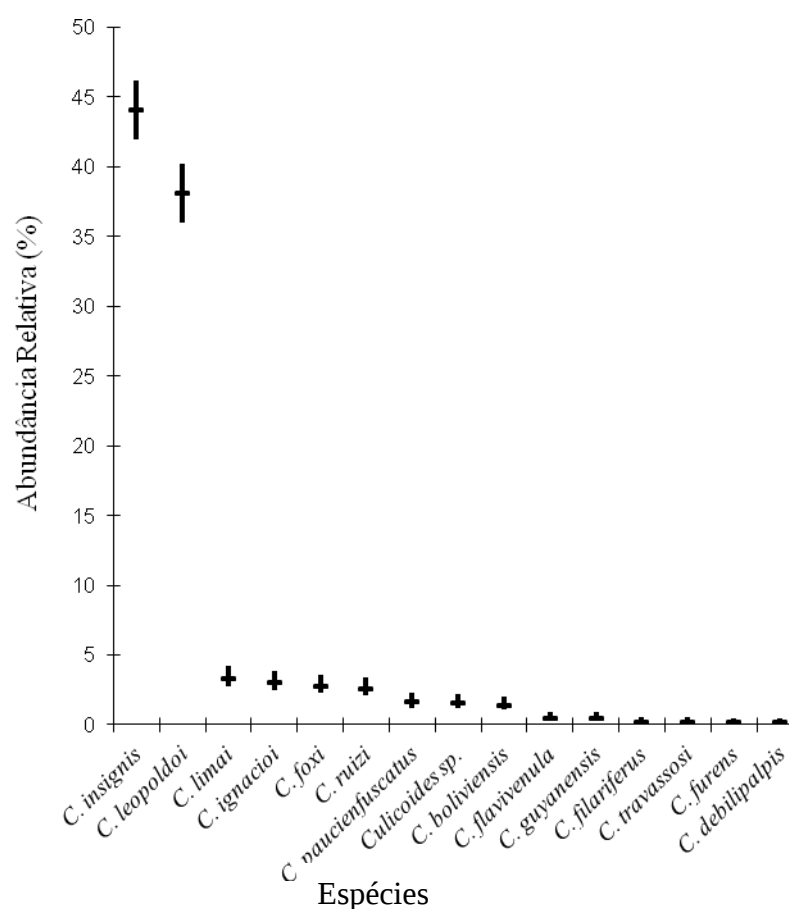


Figura 2. Ranque de dominância das espécies de *Culicoides* encontradas no município de Barreirinhas, Estado do Maranhão, Brasil, nos meses de abril, maio e agosto de 2015.

Riqueza e abundâncias de espécies por tratamento

Conforme a tabela 1, o tratamento SMCA apresentou maior abundância, 784 indivíduos (54,5% de toda a coleta) e maior riqueza (13 espécies). No tratamento CMCA foram capturados 509 indivíduos (35,3%), distribuídos em 12 espécies. O tratamento SMSA contribuiu com 78 indivíduos (5,4%) distribuídos em 7 espécies. O tratamento CMSA foi o que apresentou menor abundância, com 68 indivíduos (4,7%), distribuídos em 10 espécies. Todos os tratamentos tiveram *C. insignis* e *C. leopoldoi* como as espécies que apresentaram maior abundância e riqueza.

Tabela 1. Números de indivíduos de *Culicoides* capturados por tratamento, no município de Barreirinhas, Estado do Maranhão, Brasil, nos meses de abril, maio e agosto de 2015.

Ambientes	Sem manejo	Com manejo	nº	%
-----------	------------	------------	----	---

Espécies	Com animal	Sem animal	Total	Com animal	Sem animal	Total		
<i>C. insignis</i>	396	25	421	192	21	213	634	44,1
<i>C. leopoldoi</i>	296	34	330	209	9	218	548	38,1
<i>C. limai</i>	7	6	13	35	0	35	48	3,3
<i>C. ignacioi</i>	4	8	12	10	21	31	43	3,0
<i>C. foxi</i>	19	2	21	16	3	19	40	2,8
<i>C. ruizi</i>	22	0	22	13	2	15	37	2,6
<i>C. paucienfuscatus</i>	0	0	0	23	0	23	23	1,6
<i>Culicoides sp.</i>	17	1	18	3	1	4	22	1,5
<i>C. boliviensis</i>	12	2	14	1	5	6	20	1,4
<i>C. flavivenula</i>	3	0	3	3	1	4	7	0,5
<i>C. guyanensis</i>	2	0	2	1	4	5	7	0,5
<i>C. filariferus</i>	2	0	2	0	1	1	3	0,2
<i>C. travassosi</i>	0	0	0	3	0	3	3	0,2
<i>C. furens</i>	2	0	2	0	0	0	2	0,1
<i>C. debilipalpis</i>	2	0	2	0	0	0	2	0,1
Números de indivíduos	784	78	862	509	68	577	1439	-
Números percentuais	54,4	5,4	59,9	35,3	4,7	40,1	-	100
Riqueza de espécies	13	7	13	12	10	13	15	-

O tratamento com maior diversidade foi o CMSA ($H'=1,78$), diferente dos demais: SMCA ($H'=1,20$), SMSA ($H'=1,40$) e CMCA ($H'=1,45$). Também foi o tratamento mais equitativo ($J=0,77$), juntamente com o SMSA ($J=0,72$); enquanto que nos demais tratamentos verificou-se que as diferentes espécies apresentaram número de indivíduos muito distintos: CMCA ($J=0,58$) e SMCA ($J=0,46$) pois apresentaram menor equitabilidade.

Os modelos lineares generalizados ficou evidenciado que apenas a presença de animais nos peridomicílios interferem na abundância de *Culicoides* ($p < 0,001$), e que a presença dele pode aumentar cerca de quatro vezes a quantidade de *Culicoides* nos peridomicílios. Entretanto, de acordo com o mesmo modelo, a presença de animal ainda que aumente cerca de 2 vezes a quantidade de espécies, não mostrou influência sobre a riqueza ($p=0,065$). O manejo por sua vez, mostrou que não influencia na abundância ($p=0,364$) e na riqueza ($p=0,065$) dos maruins.

Além disso, ficou demonstrado através do GLM que a presença de aves influencia na abundância de maruins nos peridomicílios ($p < 0,001$), assim como, a quantidade de aves também, uma vez que para uma média de 11 galinhas por residência a abundância de maruins pode aumentar até três vezes mais. A riqueza não foi influenciada pelo tipo de animal encontrado nas residências.

DISCUSSÃO

Ficou demonstrado neste estudo que a presença de animais domésticos constitui o fator mais importante para a ocorrência de populações de *Culicoides* nos peridomicílios, mais do que o manejo ambiental. Os estudos de Costa et al. (2013) reforça esse resultado, pois

fêmeas de várias espécies de maruins foram encontradas, na área do presente estudo, alimentadas com sangue de animais domésticos, incluindo aves, cães, suínos e equinos.

Pelo teste GLM, o manejo ambiental não mostrou influência sobre a densidade de maruins coletados, uma vez que não houve diferença significativa na abundância de indivíduos entre os ambientes manejados e sem manejo. Este fato pode ser atribuído a alguns fatores, como a proximidade das residências com a mata (restinga). A pouca distância (± 50 metros), poderia permitir o deslocamento dos maruins para os peridomicílios, a fim de alimentar-se do sangue dos animais domésticos em seus abrigos. Isso é factível de ocorrer porque os maruins são capazes de se deslocarem por distâncias variáveis de até 2 km (Lillie et al. 1981). Após o repasto sanguíneo os maruins retornariam aos ecótopos de origem para reprodução, fora da área investigada (peridomicílio). Esse resultado indica que os criadouros dos maruins podem não ser propriamente o espaço físico dos quintais e nem os abrigos de animais domésticos, pelo menos, nos locais estudados. Se isso for verdade, os *Culicoides* são atraídos de ecótopos mais distantes, provavelmente, existentes nos ambientes úmidos e marginais dos corpos d'água (riachos e brejos) que margeiam os povoados selecionados no estudo, os quais estão dentro de sua área de dispersão.

Em adição, a área estudada possui solo arenoso, que pode ter contribuído para esse resultado, diferente de outras áreas onde há formação de brejos e áreas úmidas, em solos argilosos, rico em matéria orgânica, propícias para o estabelecimento dos criadouros desses insetos. Sabe-se que certas espécies de *Culicoides* desenvolvem-se em lamaçais, esterco de animais, buracos de árvores, tecidos vegetais em decomposição (Kruger et al. 1990, Felipe-Bauer and Sternheim 2008) que podem estar expostos nos ambientes peridomiciliares.

Ainda que o modelo estatístico utilizado para a área do presente estudo não tenha detectado diferença significativa entre os tratamentos envolvendo manejo, não significa que esse tratamento não seja relevante em outras áreas, com diferentes características ambientais. Ademais, na própria área deste estudo, observou-se uma menor abundância de *Culicoides* em peridomicílios manejados (limpos). Esse resultado de certa forma traz a perspectiva de que o manejo não deve ser preterido, e sim, considerado, juntamente com outras medidas, como importante ferramenta no controle de insetos vetores.

A fauna de *Culicoides* encontrada neste estudo mostrou-se diversificada, sendo representada por 14 espécies válidas e uma morfoespécie. Este resultado está coerente com os inquéritos entomológicos realizados em municípios de diferentes regiões do Estado do Maranhão (Silva e Rebêlo 1999, Silva et al. 2001, Barros et al. 2007, Costa et al. 2013, Silva and Carvalho 2013, Carvalho and Silva 2013), onde não foram encontradas mais do que 17 espécies.

As espécies identificadas foram semelhantes às aquelas encontradas por Costa et. al. (2013), apenas *C. furens* ainda não havia sido notificada para a região do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. Contudo, algumas espécies encontradas por Costa et. al. (2013) não foram encontradas neste estudo. As espécies mais abundantes neste estudo foram *C. insignis* e *C. leopoldoi*, resultado semelhante com os levantamentos realizados por Silva and Carvalho (2013) no município de Chapadinha e por Costa et. al. (2013) na região Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, mas em povoados diferentes aos que foram feitos no presente estudo. E em São Luís, capital do estado do Maranhão (Silva and Rebêlo 1999) quem predominou, foi *C. phlebotomus* que não foi encontrada no presente estudo.

Em síntese, encontrou-se uma fauna de *Culicoides* rica e abundante na área estudada, cuja ocorrência nos ambientes peridomiciliares está associada, principalmente, com a presença de animais domésticos. O resultado dessa pesquisa deve ser levado em consideração na implantação de medidas de controle desses insetos no município de Barreirinhas. É importante destacar que embora a limpeza neste estudo não tenha demonstrado interferência sobre a abundância de *Culicoides*, o saneamento não pode ser descartado, pois há vários fatores que podem ter confundido e mesmo prejudicado a eficácia da estratégia. Dentre esses

fatores estão: a existência de propriedades contendo animais, nas proximidades dos peridomicílios que não tinham animais; mata próxima das moradias; corpos de água na área; entre outros. Além desses fatores ambientais, há também àqueles inerentes a ecologia do vetor, como a capacidade de dispersão destes insetos. Dessa forma, fazem-se necessários estudos mais aprofundados para se compreender melhor a ecologia dos maruins para estabelecer medidas adequadas de controle contra esses vetores.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pela concessão da bolsa de extensão à M.C.A.B. e A.P., e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica concedida a G.A.B. e A.P., e a concessão da bolsa de produtividade dada a J.M.M.R.

REFERÊNCIAS CITADAS

- Alves, F.A.L., C.J. Alves, S.S. Azevedo, W.W. Silva, M.L.C.R. Silva, Z.I.P. Lobato, and I.J. Clementino. 2009. Soroprevalência e fatores de risco para a língua azul em carneiros das mesorregiões do Sertão e da Borborema, semiárido do Estado da Paraíba, Brasil. *Ciência Rural* 39: 484–489.
- Aparício, A.A.S., G.E. Castellón, and R.F.O. Fonseca. 2011. Distribuição de *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) na Amazônia Legal através de técnicas de geoprocessamento. *Rev Colombiana Cienc Anim.* 3:283-99.
- Assunção Junior A.N., O. Silva., J.L.P. Moraes., F.R.F. Nascimento., Y.N.O. Pereira., J.M.L. Costa, and J.M.M. Rebêlo. 2009. Foco emergente de leishmaniose tegumentar no entorno do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil. *Gaz. Méd. Bahia* 79: 103-109.
- Barros, V.L.L., R.M. Marinho, and J.M.M. Rebêlo. 2007. Ocorrência de espécies de *Culicoides* Latreille (Diptera, Ceratopogonidae) na área metropolitana de São Luís, Maranhão, Brasil. *Cad. Saúde Públ.* 23: 2789–2790.
- Borkent, A., and G.R. Spinelli. 2007. Neotropical Ceratopogonidae (Diptera: Insecta). In J Adis, JR Arias, G Rueda-Delgado, KM Wnatzén. *Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA)*, Vol. 4, Pensoft, Sofia-Moscow, p. 1–198.
- Borkent, A. 2015a. World species of biting midges (Diptera: Ceratopogonidae). Illinois Natural History Museum. <http://www.inhs.illinois.edu/research/FLYTREE/Borkent.html> <Acessado em: outubro de 2016>.
- Borkent, A. 2015b. The subgeneric classification of species of *Culicoides*. Illinois Natural History Museum. <http://www.inhs.uiuc.edu/research/FLYTREE/CulicoidesSubgenera.pdf> <Acessado em: setembro de 2016>.
- Braverman, Y. Nematocera. 1994. (Ceratopogonidae, Psychodidae, Simuliidae and Culicinae) and control methods. *Review Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 13:1175–1199.
- Carpenter, S., P.S. Mellor, and S.J. Torr. 2008. Control techniques for *Culicoides* biting midges and their application in the U.K. and northwestern Palaearctic. *Med. Vet. Entomol.* 22: 175– 187.
- Carvalho, L.P.C and F.S. Silva. 2013. Seasonal abundance of livestock-associated *Culicoides* species in northeastern Brazil. *Med. Vet. Entomol.* doi: 10.1111/mve.12043.

- Castellón, E.G. 1990. *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) na Amazônia brasileira. II. Espécies coletadas na reserva florestal Ducke, aspectos ecológicos e distribuição geográfica. *Acta Amazônica* 20: 83–93.
- Clavijo, A., L. Sepulveda, J. Riva, M. Pessoa-Silva, A. Tailor-Ruthes, and J.W. Lopez. 2002. Isolation of bluetongue virus serotype 12 from an outbreak of the disease in South America. *Vet. Rec.* 151: 301-302.
- Costa, J.C., E.S. Lorosa, J.L.P. Moraes, and J.M.M. Rebêlo. 2013. Espécies de *Culicoides* (Diptera; Ceratopogonidae) e hospedeiros potenciais em área de ecoturismo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Brasil. *Rev. Pan-Amaz. Saúde* 4:11–18.
- Courtney, G.W. and R.W. Merritt. 2008. Capítulo 22. Aquatic Diptera, Part one, Larvae of aquatic Diptera, pp, 687-722. In R.W. Merritt, K. W. Cummins & M. B. Berg (eds.), *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*, 4a edição, Kendall/Hunt Publishing Co, Dubuque, Iowa, 1158 p.
- Dorneles, E.M.S., F.C., Morcati, A.S., Guimarães, Z.I.P. Lobato, A.P. Lage, V.S.P. Gonçalves, A.M.G. Gouveia, and M.B. Heinemann. 2012. Prevalence of bluetongue virus antibodies in sheep from Distrito Federal, Brazil. *Semina: Ciênc. Agrár. Londrina* 33: 1521–1524.
- DNPM. Projeto RADAM. 1973. Mapas de geologia e geomorfologia. Folha SB-23 - Teresina e parte da Folha SB-24- Jaguaribe, Folha SA-23- São Luís e parte da Folha SA-24- Fortaleza Rio de Janeiro.V.3.
- Felippe-Bauer, M.L. and S.J. Oliveira. 2001. Lista dos Exemplares Tipos de Ceratopogonidae (Diptera, Nematocera) Depositados na Coleção Entomológica do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil. *Mem. Inst. Osw. Cruz* 96:1109–1119.
- Felippe-Bauer, M.L. 2003. A importância do padrão das manchas das asas em *Culicoides* (Latreille, 1809) (Diptera: Ceratopogonidae): sua limitação. *Entomol.y Vect.* 10:595–600.
- Felippe-Bauer, M.L. and U.S. Sternheim. 2008. *Culicoides paraensis* (Diptera: Ceratopogonidae) infestations in cit-ies of the Itapocu´ River Valley, S. Brazil. *Entomol. News* 119: 185-192.
- Gualapuro, M.R.G. 2013. Contribución al estudio de la fauna de *Culicoides* (Díptera Ceratopogonidae) en la zona norte del Ecuador (Tese de Doutorado) Universidad San Francisco de Quito: Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales.
- Gusmão, G.M.C., E.S. Lorosa, G.A. Brito, L.S. Moraes, V.J.C Bastos, and J.M.M. Rebêlo. 2014. Determinação das fontes de repasto sanguíneo de *Culicoides* Latreille (Diptera, Ceratopogonidae) em áreas rurais do norte do estado do Maranhão, Brasil. *Biotemas* 28: 51–58.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1984. Censo Demográfico. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> (acessado em março de 2015).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. Censo demográfico 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> (acessado em setembro de 2016).
- Kato, M., T. Matsuda, and Z. Yamashita. 1952. Associative ecology of insects found in the paddy field cultivated by various planting forms. *Sci. Rep. Tohoky Univ. IV, Biol* 19:291–301.
- Konrad, P.A., R.O. Rodrigues, A.C.P. Chagas, G.F. Paz, and R.C. Leite. 2003. Anticorpos contra o vírus da Língua Azul em bovinos leiteiros de Minas Gerais e Associações com problemas reprodutivos. *Revist. FZVA* 10: 117–125.
- Kruger, E.L., L.G. Pappas, and C.D. Pappas. 1990. Habitat and temporal partitioning of tree hole *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). *J. Am. Mosq. Contr. Assoc.* 6: 390-393.
- Lillie, T., W. Marquardt, and R. Jones. 1981. The flight range of *Culicoides variipennis* (Diptera: Ceratopogonidae). *Canad. Entomol.* 113: 419–426.

- Mellor, P.S., J. Boorman, and M. Baylis. 2000. *Culicoides* biting midges: their role as arbovirus vectors. *Ann. Rev. Entomol.* 45:307–340.
- Oksanen, J, F.G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P.R. Minchin, R.B. O’Hara, G.L. Simpson, P. Solymos, M.H.H. Stevens, and H. Wagner. 2013. Package ‘vegan’. Community ecology package, version, v. 2.
- Oliveira, G.M.G., E.A. Figueiró Filho, G.M.C. Andrade, L.A. Araújo and R.V. Cunha. 2010. Flebotomíneos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) no município de Três Lagoas, área de transmissão intensa de Leishmaniose Visceral, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rev. Pan-Amazônica Saúde* 1: 83-94.
- Pereira Filho, A.A., M.C.A. Bandeira, R.S. Fonteles, J.L.P. Moraes, C.R.G. Lopes, M.N. Melo, and J.M.M. Rebêlo. 2015. An ecological study of sand flies (Diptera: Psychodidae) in the vicinity of Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão, Brazil. *Parasites Vectors* 8: 1-8.
- Pielou, E.C. 1975. *Ecological Diversity*. Wiley InterScience, N.Y. 165 pp.
- Pinheiro, F.F., M. Pinheiro, G. Bensabath, O.R. Causey, and R. Shope. 1962. Epidemia de vírus Oropouche em Belém. (Nota Prévia) *Rev. Serv. Espec. Saúde Públ.* 12: 15-23.
- Satta, G., M. Goffredo, S. Sanna, L. Vento, G.P. Cubeddu, and E. Mascherpa. 2004. Field disinfestation trials against *Culicoides* in north-west Sardinia. *Vet. Italiana* 40: 329-335.
- Spinelli, G.R., M.M. Ronderos, F. Díaz, and P.I. Marino. 2005. The bloodsucking biting midges of Argentina (Diptera: Ceratopogonidae). *Mem. Instit. Oswaldo Cruz* 100: 137-150.
- Sherlock, I.A., & N. Guitton. 1965. Dermatozoonosis by *Culicoides* bite (Diptera: Ceratopogonidae) in Salvador, State of Bahia, Brazil. II. The Bionomics of the *Culicoides*. *Mem. Inst. Osw. Cruz.* 62:145–159.
- Silva F.S., and J.M.M. Rebêlo. 1999. Espécies de *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) da ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. *Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi*, 15:169–179.
- Silva, F.S., and L.P.C. Carvalho. 2013. A Population Study of the *Culicoides* Biting Midges (Diptera: Ceratopogonidae) in Urban, Rural, and Forested Sites in a Cerrado Area of Northeastern Brazil. *Entomol. Soc. Am.* 106:463–470.
- Thomazi, D.R., T.R. Rocha, V.M. Oliveira, S.S. Bruno, G.A. Silva. 2013. Um panorama da vegetação das restingas do Espírito Santo no contexto do litoral brasileiro. *Natureza online*, 11:1–6.
- Trindade, R.L., I.S. Gorayeb. 2010. Maruins (Diptera: Ceratopogonidae: *Culicoides*), após a estação chuvosa, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Itatupã-Baquiá, Gurupá, Pará, Brasil. *Rev Pan-Amaz. Saude* 1:121–130.
- Venables, W.N. and B.D. Ripley. 2002. *Modern Applied Statistics with S*. 4th ed. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0.
- Wermelinger, E.D. and A.P. Ferreira. 2013. Métodos de controle de insetos vetores: um estudo das classificações. *Revista Pan- Amazônica Saúde* 4: 49-54.
- Wirth, W.W., and F.S. Blanton. 1973. A review biting midges of the genus *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) in the Amazon Basin. *Amazoniana* 4: 405–470.
- Wirth, W.W., A.L. Dyce, and G.R. Spinelli. 1988. An atlas on wing photographs, with a summary of the numerical characters of the neotropical species of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). *Cont. Am. Ent. Inst.* 25:1–72.
- Zahl, S. 1977. Jackknifing an index of diversity. *Ecology* 58: 907-913.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fauna de *Culicoides* encontrada neste estudo mostrou-se rica e diversificada. As espécies mais abundantes foram: *C. insignis*, *C. leopoldoi*, *C. limai*, *C. ignacioi*, *C. foxi* e *C. ruizi*, todas já notificadas para área estudada, com exceção de *C. furens* que ainda não havia sido notificada para a região do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

A frequente presença de espécies de *Culicoides* no peridomicílio pode ser justificada devido à presença constante de animais domésticos nesses ambientes, que é um hábito comum dos moradores da área estudada, dados que vêm se confirmando nos sucessivos inquéritos entomológicos, principalmente nas áreas rurais, onde a infraestrutura de saneamento básico é precária.

Considerando que alguns exemplares não foram identificados taxonomicamente ou por estarem danificados ou por não de adequar a nenhuma espécie integrantes das chaves de identificação utilizadas, supõe-se que a riqueza de *Culicoides* da área pode ser maior do que a encontrada no presente estudo.

Por serem hematófagas as várias espécies de maruins encontradas já foram incriminadas como causadoras de reações alérgicas em hospedeiros suscetíveis. Além disso, espécies como *C. insignis* e *C. foxi* presentes na área de estudo, são vetoras de arboviroses em diversas áreas do Brasil.

Neste estudo ficou demonstrado que a ocorrência de *Culicoides* nos peridomicílios, está associada principalmente com a presença de animais domésticos nestes ambientes. Estatisticamente, o manejo ambiental não mostrou influência sobre as populações de maruins coletadas, no entanto, deve-se destacar que a densidade de maruins diminuiu nos peridomicílios manejados.

Diante disso, é importante estudar mais profundamente os *Culicoides* para melhorar a compreensão das relações vetor-parasito-hospedeiro. Contudo, os conhecimentos produzidos no presente estudo podem ser utilizados para o estabelecimento de estratégias de controle pela Vigilância Epidemiológica.

ANEXOS

