



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
COORDENAÇÃO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(Modalidade: Licenciatura)

SAMUEL SOARES PIMENTA

**ESTRUTURA DE COMUNIDADE DE *CULICOIDES* LATREILLE, 1809
(DIPTERA: CERATOPOGONIDAE) EM ECOSISTEMAS COSTEIROS: A
ILHA DO CAJUAL E CUJUPE, EM ALCÂNTARA-MA**

SÃO LUÍS/MA

2026

SAMUEL SOARES PIMENTA

**ESTRUTURA DE COMUNIDADE DE *CULICOIDES* LATREILLE, 1809
(DIPTERA: CERATOPOGONIDAE) EM ECOSISTEMAS COSTEIROS: A
ILHA DO CAJUAL E CUJUPE, EM ALCÂNTARA-MA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Maranhão como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. José Manuel Macário Rebêlo

Coorientadora: Dra. Maria da Conceição Abreu
Bandeira

SÃO LUÍS/MA

2026

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

Pimenta, Samuel Soares.

ESTRUTURA DE COMUNIDADE DE CULICOIDES LATREILLE, 1809
DIPTERA: CERATOPOGONIDAE EM ECOSSISTEMAS COSTEIROS : a
ILHA DO CAJUAL E CUJUPE, EM ALCÂNTARA-MA / Samuel Soares
Pimenta. - 2026.

57 p.

Coorientador(a) 1: Maria da Conceição Abreu Bandeira.

Orientador(a): José Manuel Macário Rebêlo.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas -
Licenciatura, Universidade Federal do Maranhão, São Luís,
2026.

1. Maruins. 2. Vetores. 3. Vigilância e Controle. I.
Bandeira, Maria da Conceição Abreu. II. Rebêlo, José
Manuel Macário. III. Título.

SAMUEL SOARES PIMENTA

**ESTRUTURA DE COMUNIDADE DE *CULICOIDES* LATREILLE, 1809
(DIPTERA: CERATOPOGONIDAE) EM ECOSISTEMAS COSTEIROS: A
ILHA DO CAJUAL E CUJUPE, EM ALCÂNTARA-MA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Maranhão como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. José Manuel Macário Rebêlo

Coorientadora: Dra. Maria da Conceição Abreu
Bandeira

Data de Aprovação: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Agostinho Cardoso Nascimento Pereira
Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. Leonardo Dominici Cruz
Universidade Federal do Maranhão

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, fonte de sabedoria e força, que me sustentou em cada etapa desta jornada. À minha família, pelo amor incondicional, paciência e apoio constante, que foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Aos meus amigos, que contribuíram com incentivo e companheirismo ao longo do caminho. E, em especial, a todos que acreditaram em mim e me inspiraram a perseverar, mesmo diante dos desafios.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder saúde, sabedoria, força e perseverança ao longo de toda esta caminhada. Sua presença constante foi essencial para que eu superasse os desafios, mantivesse a fé nos momentos de dificuldade e alcançasse mais esta importante conquista em minha vida acadêmica.

Aos meus pais, Ana Eliza e José Tomé, deixo minha gratidão eterna. À minha mãe, pelo amor, paciência e incentivo constante, que foram fundamentais para que eu tivesse forças e serenidade ao longo desta caminhada acadêmica. Obrigado por tudo e por tanto. Ao meu pai, agradeço não apenas pelo apoio e dedicação, mas também pela presença incansável durante as minhas coletas de campo. Sua companhia, esforço e disposição em enfrentar comigo os desafios práticos desta pesquisa foram essenciais para que este trabalho se tornasse possível. Este trabalho é também fruto do carinho, da confiança e da dedicação de vocês, que sempre acreditaram em mim e me ensinaram o valor da perseverança e do compromisso.

Às minhas irmãs, Ana Carolina e Alana Cristina, expresso minha mais profunda gratidão. Cada palavra de incentivo, cada gesto de apoio e cada colaboração durante o desenvolvimento desta pesquisa foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui. Obrigado por acreditar em mim e por sempre me motivar a seguir em frente, mesmo nos momentos de maior dificuldade. Este trabalho carrega não apenas o meu esforço, mas também o reflexo do amor, da dedicação e da força que recebi de vocês. Sem vocês, esta conquista não teria o mesmo significado.

À minha estimada avó Maria, cuja dedicação e exemplo de perseverança sempre me inspiraram. Sua confiança em mim e seu apoio constante foram fundamentais para a realização deste trabalho. Expresso aqui minha profunda gratidão por tudo que representa em minha vida.

À minha tia Karine, deixo registrado meu profundo agradecimento pelo incentivo no início da minha jornada estudantil, ainda no jardim de infância. Sua dedicação, carinho e apoio foram fundamentais para despertar em mim o gosto pelo aprendizado e a confiança necessária para seguir em frente. Os gestos de incentivo e as palavras de motivação que recebi naquele período marcaram minha formação e se tornaram a base para que eu pudesse trilhar o caminho acadêmico até aqui. Este trabalho também é fruto da sua presença e do impacto positivo que teve na minha vida desde os primeiros passos na educação.

À professora Tatiana e a sua família, registro minha sincera gratidão. Sua dedicação e incentivo desde 2017 no IFMA – Campus Alcântara, foram decisivos para que eu seguisse o caminho acadêmico e tivesse coragem de ingressar na faculdade. Agradeço profundamente por ter acreditado no meu potencial, por disponibilizar materiais de estudo que enriqueceram minha formação e, sobretudo, por oferecer apoio tão humano e generoso, inclusive com moradia, nos momentos em que mais precisei. Este trabalho é também fruto da sua confiança, do seu cuidado e da sua contribuição, que ultrapassaram os limites da sala de aula e se transformaram em gestos de verdadeira solidariedade e compromisso com a educação.

À minha tia Fátima, prima Cláudia, meus tios Batista e Nascimento e outros familiares, agradeço pelo carinho, incentivo e apoio constante ao longo da minha trajetória acadêmica. Cada palavra de encorajamento foram fundamentais para que eu mantivesse a confiança e a determinação em cada etapa desta jornada.

À minha vizinha Silvana, pelo suporte e acolhimento, que me fortaleceram nos momentos de maior necessidade. O carinho e a ajuda oferecidos nos momentos em que mais precisei demonstram não apenas amizade, mas também um verdadeiro espírito de solidariedade.

À minha coorientadora Maria da Conceição, carinhosamente chamada de Mariza, deixo registrado meu mais profundo agradecimento. Desde minha entrada no LEV, sua presença foi essencial, oferecendo orientação, apoio e incentivo em cada etapa desta caminhada acadêmica. Agradeço não apenas pelas contribuições científicas e pela dedicação ao meu desenvolvimento, mas também por cada palavra amiga, pelo acolhimento e pela confiança depositada em mim. Sua postura amiga, inspiradora e seu compromisso com a pesquisa foram fundamentais para que eu pudesse superar desafios e acreditar no meu potencial. Este trabalho carrega em suas páginas a marca da sua colaboração e do impacto positivo que sua orientação teve em minha trajetória.

Ao meu orientador, Professor Macário, expressei minha sincera gratidão pela orientação, paciência e dedicação ao longo desta pesquisa. Sua experiência, disponibilidade e rigor científico foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço pelas valiosas contribuições, pelas observações criteriosas e pelo incentivo constante, que me ajudaram a crescer não apenas como pesquisador, mas também como estudante e ser humano. Sua confiança e apoio foram essenciais para que eu pudesse superar os desafios e concluir esta monografia com segurança e qualidade.

Este trabalho é também resultado da sua orientação cuidadosa e do compromisso com a formação acadêmica de seus alunos.

Aos meus amigos Leandro e Elma, deixo registrado meu sincero agradecimento. Mesmo tendo conhecido vocês em outro curso, a amizade se manteve firme e verdadeira, mesmo após minha mudança de trajetória acadêmica. Agradeço pelo companheirismo, pelas conversas, pelo incentivo e pela presença constante, que tornaram esta caminhada mais leve e significativa. A amizade de vocês é prova de que os laços construídos com sinceridade resistem ao tempo e às mudanças.

Às minhas amigas Larícia e Lucymara, deixo registrado meu sincero agradecimento por toda a ajuda e companheirismo durante esta jornada acadêmica. A colaboração de vocês foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho, contribuindo não apenas com dedicação, mas também com entusiasmo e comprometimento. Agradeço pelas conversas, pelas risadas e pela amizade que tornaram os dias de estudo mais leves e significativos. Nos momentos difíceis, o apoio e a presença de vocês foram fundamentais para que eu mantivesse a força e a perseverança necessárias para seguir em frente. Este trabalho também carrega a marca da amizade verdadeira e do incentivo que recebi de vocês, e por isso compartilho esta conquista com ambas.

Aos meus amigos de bancada do LEV, deixo registrado meu sincero agradecimento. A convivência diária, as trocas de experiências, as discussões científicas e o apoio mútuo foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa. Cada momento compartilhado no laboratório, desde as análises e coletas até as conversas descontraídas contribuíram para tornar a jornada acadêmica mais leve e enriquecedora.

Aos moradores da Ilha do Cajual e do Cujupe, expresso minha sincera gratidão pela receptividade e pela colaboração durante a realização desta pesquisa. A permissão concedida para instalar as armadilhas de captura de mosquitos foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço pelo acolhimento, pela confiança e pelo apoio oferecido, que demonstram não apenas solidariedade, mas também o compromisso com o avanço científico e com a importância da pesquisa para a comunidade e para a sociedade em geral. De forma especial, deixo um agradecimento in memoriam à minha prima Telma, cuja memória permanece viva e cuja presença marcou minha pesquisa.

À minha turma de 2020.2, deixo registrado meu profundo agradecimento. A convivência com cada colega foi essencial para tornar esta jornada acadêmica mais rica, significativa e cheia de aprendizados. Em especial, agradeço a Stefanny Ewerton, Gleicyelle Gonçalves, Victória Laysla e Marcos Vinicius, pelo companheirismo, pelas

conversas, pelas risadas e pelo apoio nos momentos mais difíceis. A amizade e a parceria de vocês foram fundamentais para que eu tivesse forças e motivação ao longo desta caminhada.

À banca examinadora, agradeço pela disponibilidade, pelas observações criteriosas e pelas contribuições que enriqueceram este trabalho. O olhar atento e as sugestões apresentadas foram fundamentais para aprimorar a qualidade desta pesquisa.

À Universidade Federal do Maranhão, expresse minha gratidão pela oportunidade de formação acadêmica, pela estrutura oferecida e pelo ambiente de aprendizado que possibilitou meu crescimento pessoal e profissional.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização desta monografia, seja com palavras de incentivo, apoio prático, gestos de solidariedade ou simples demonstrações de confiança, deixo registrado meu reconhecimento e gratidão. Cada contribuição, por menor que pareça, foi essencial para que eu chegasse até aqui.

[...] Até aqui nos ajudou o Senhor.

1 Samuel 7:12

Faça um plano, tenha um objetivo. Trabalhe para alcançá-los, mas de vez em quando,
olhe ao seu redor e aproveite, porque é isso... Tudo pode acabar amanhã.

Meredith Grey

Grey's Anatomy (2005)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Caracteres morfológicos de adultos de <i>Culicoides sp.</i>	18
Figura 2: Ciclo de vida e fases de desenvolvimento de <i>Culicoides spp.</i>	19
Figura 3: Mapa da região do Golfão Maranhense, mostrando, em recorte, a localização da Área de Estudo.....	25
Figura 4: Mapa da região do Golfão Maranhense, mostrando, em recorte, a localização da Área de Estudo.....	35
Figura 5: Ranque de abundância das espécies de maruins nas localidades de Cujupe e Ilha do Cajual, estado do Maranhão, Brasil, nos anos de 2023 e 2024.....	40
Figura 6: Números de espécimes de maruins coletados por abrigos de animais domésticos e no mangue da Ilha do Cajual e Cujupe, município de Alcântara, Maranhão, Brasil.....	41
Figura 7: Agrupamento dos abrigos de animais domésticos e mangue, em relação a abundância das espécies de maruins coletados na Ilha do Cajual e Cujupe, município de Alcântara, Maranhão, Brasil.....	42
Figura 8: Correlação entre a precipitação mensal e o total de espécimes de maruins coletados de fevereiro de 2023 a dezembro de 2024, na Ilha do Cajual e Cujupe, município de Alcântara, Maranhão, Brasil.....	43
Figura 9: Ranque de abundância das espécies de maruins nas estações Chuvosa e de Estiagem, em Cujupe e Ilha do Cajual, município de Alcântara, Maranhão, Brasil.....	44

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Números de espécimes de maruins coletados no Cajupe e na Ilha do Cajual, estado do Maranhão, em 2023 e 2024.....	39
---	----

LISTA DE QUADRO

Quadro 1. Lista de espécies do gênero <i>Culicoides</i> de acordo com os subgêneros e grupos taxonômicos encontrados na Ilha do Cajual e Cajupe.....	38
---	----

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	16	
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	16	
2.1.	Família Ceratopogonidae.....	16	
2.2.	Gênero <i>Culicoides</i>	17	
2.3.	Morfologia, biologia e ciclo de vida.....	17	
2.4.	Distribuição.....	19	
2.5.	<i>Culicoides</i> no Estado do Maranhão.....	20	
2.6.	<i>Culicoides</i> em ecossistemas costeiros e ambientes estuarinos.....	20	
2.7.	Doenças associadas aos maruins.....	21	
3.	JUSTIFICATIVA	23	
4.	OBJETIVOS	24	
4.1.	Geral.....	24	
4.2.	Específicos.....	24	
5.	METODOLOGIA	24	
5.1.	Área de estudo.....	24	
5.2.	Procedimento em Campo e Laboratorial.....	26	
5.3.	Análises Estatísticas.....	27	
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28	
ARTIGO CIENTÍFICO			
INTRODUÇÃO			32
METODOLOGIA			34
Área de estudo.....			34
Procedimento em Campo e Laboratorial.....			36
Análises Estatísticas.....			36
RESULTADOS			37

Composição e Riqueza das espécies.....	37
Abundância absoluta e relativa das espécies.....	38
Variação no ranque de abundância.....	39
Índices ecológicos e Análise de Variância.....	40
Atratividade dos ecótopos/abrigos.....	41
Similaridade entre os abrigos.....	41
Beta diversidade por localidade e ano.....	42
Comparação da Beta diversidade entre as áreas e anos.....	42
Ocorrência dos espécimes de maruins nas estações chuvosa e de estiagem.....	43
Mudança sazonal no ranque de abundância das espécies.....	44
DISCUSSÃO.....	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXO.....	53

1. APRESENTAÇÃO

Esta monografia foi elaborada de acordo com as normas e proposições recomendadas pelo Curso de Ciências Biológicas. Dessa forma, as recomendações de escrita foram estruturadas em tópicos. Os tópicos 1 a 6, compostos por: Apresentação, Referencial Teórico, Justificativa, Objetivos, Metodologia e Referências, seguindo a formatação das normas da ABNT. Os tópicos sete e oito referem-se aos capítulos de manuscritos, que corresponde aos resultados da monografia e segue a normatização do Journal of Medical Entomology, para o qual os manuscritos serão submetidos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Família Ceratopogonidae

A família Ceratopogonidae (Diptera: Culicomorpha) compreende um grupo diverso de pequenos dípteros. Esses insetos possuem ampla distribuição geográfica, ocorrendo em praticamente todo o mundo, com exceção das áreas polares extremas (Borkent; Grogan, 2009). A família é reconhecida tanto pela importância ecológica quanto médica e veterinária, uma vez que algumas espécies são hematófagas e vetores de patógenos. De acordo com Borkent; Dominiak (2020), a família Ceratopogonidae inclui mais de 6.200 espécies descritas, distribuídas em cerca de 112 gêneros, sendo considerada uma das mais diversas entre os dípteros nematóceros.

Os adultos são geralmente pequenos, variando entre 1 e 6 mm de comprimento, com asas estreitas e frequentemente manchadas, características importantes para a identificação taxonômica (Wirth; Marston, 1968). Os ceratopogonídeos apresentam grande diversidade de hábitos alimentares, sendo que os machos se alimentam predominantemente de néctar e outras fontes açucaradas, e as fêmeas de várias espécies são hematófagas, necessitando do repasto sanguíneo para o desenvolvimento dos ovos (Purse *et al.* 2015).

Essa família é dividida em cinco subfamílias principais, com base em características morfológicas, comportamentais e moleculares (Borkent; Spinelli, 2007). Atriculicoidinae Szadziewski 1999 e Lebanoculicoidinae Borkent, 2000 são subfamílias já extintas (Borkent; Dominiak, 2020). A subfamília Leptoconopinae Noé, 1907 é considerada uma das mais primitivas do grupo. As fêmeas são predominantemente hematófaga, com larvas que se desenvolvem em solos arenosos de regiões costeiras ou margens de corpos d'água (Borkent, 2004).

A subfamília Forcipomyiinae Lenz, 1934 apresenta grande diversidade ecológica e comportamental. Segundo Wirth; Grogan (1988), muitas espécies desse grupo não são hematófagas, alimentando-se de néctar, fungos ou sendo predadoras de outros pequenos artrópodes. Algumas espécies do gênero *Forcipomyia* desempenham papel relevante na polinização de plantas, como o cacaueteiro (*Theobroma cacao*), sendo consideradas de grande importância econômica (Young, 1986).

A subfamília Ceratopogoninae é a mais diversa e inclui os gêneros de maior relevância médica e veterinária, especialmente *Culicoides*. Spinelli; Wirth (1993) afirmam que essa subfamília abriga a maioria das espécies hematófagas da família, sendo responsável pela transmissão de diversos agentes patogênicos a vertebrados. Além disso, apresenta ampla diversidade morfológica e ecológica, ocupando variados tipos de habitats larvais, desde ambientes aquáticos até substratos ricos em matéria orgânica.

2.2. Gênero *Culicoides*

O gênero *Culicoides* Latreille, 1809 pertence à família Ceratopogonidae, subfamília Ceratopogoninae, e constitui o grupo de maior diversidade e relevância médico-veterinária dentro dessa família. De acordo com Borkent; Dominiak (2020), o gênero reúne mais de 1.300 espécies descritas em nível mundial, distribuídas em praticamente todo o globo terrestre. A elevada diversidade desse gênero está associada à ampla capacidade de adaptação a diferentes ambientes, isso porque apresentam tolerância a salinidades variáveis, permitindo estar presente em manguezais e zonas costeiras; a plasticidade larval para se desenvolver em substratos orgânicos ricos em detritos, como folhas em decomposição em riachos e poças temporárias, especialmente em regiões tropicais e subtropicais, como a região Neotropical, onde apresenta grande riqueza específica (Borkent; Spinelli, 2007).

No Brasil, o gênero *Culicoides* é conhecido como maruins e apresenta ampla distribuição geográfica e inclui diversas espécies de importância sanitária. Estudos faunísticos indicam que o país abriga uma das maiores diversidades do gênero na região Neotropical, em função da variedade de biomas e condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento desses insetos (Spinelli *et al.* 2005). Dessa forma, o estudo do gênero *Culicoides* é fundamental para a compreensão da biodiversidade dos Ceratopogonidae e para a avaliação de riscos epidemiológicos associados à transmissão de patógenos.

2.3. Morfologia, biologia e ciclo de vida

Os adultos de *Culicoides* são pequenos dípteros, geralmente medindo entre 1 e 3 mm de comprimento, apresentando coloração marrom-escuro. Uma das principais características morfológicas do gênero é o padrão de manchas claras e escuras nas asas, que constitui um importante caráter diagnóstico para a identificação específica (Wirth; Marston, 1968). Além disso, estruturas como antenas, palpos maxilares, peças bucais e genitália, especialmente a masculina, são amplamente utilizadas em estudos taxonômicos e sistemáticos (Spinelli; Wirth, 1993).

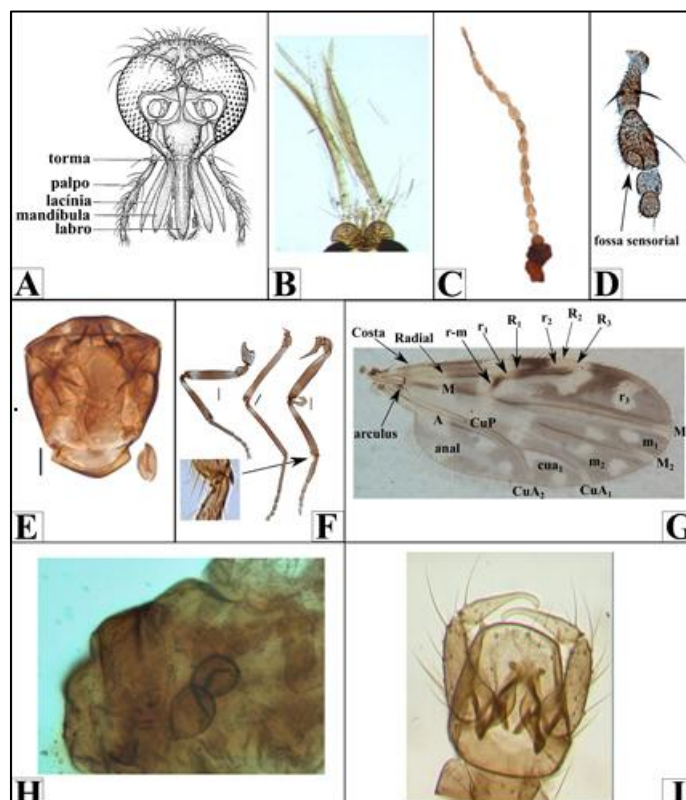


Figura 1: Caracteres morfológicos de adultos de *Culicoides* sp. **A:** Cabeça da fêmea; **B:** antena do macho; **C:** antena da fêmea; **D:** palpo maxilar; **E:** mesonoto; **F:** pernas anterior, média e posterior; **G:** Asa da fêmea; **H:** Espermatecas; **I:** terminália do macho. Veias: Costa, Radial, r-m, R1, R2, R3, M, M1, M2, CuA1, CuA2, CuP, A. Células: r1, r2, r3, m1, m2, cua1, anal. **Fonte:** L.P.C. Carvalho (2016).

Os machos alimentam-se exclusivamente de substâncias açucaradas, como néctar, enquanto as fêmeas da maioria das espécies são hematófagas, necessitando do repasto sanguíneo para a maturação dos ovos (Purse *et al.* 2015). O comportamento hematofágico das fêmeas é um dos principais fatores que conferem importância médica e veterinária ao gênero, uma vez que possibilita a transmissão de agentes patogênicos entre hospedeiros vertebrados (Mellor; Boorman; Baylis, 2000).

O desenvolvimento das espécies de *Culicoides* é holometábolo, compreendendo as fases de ovo, larva, pupa e adultos. Após o repasto sanguíneo, as fêmeas ovipositam em ambientes úmidos e ricos em matéria orgânica, que oferecem condições adequadas

para o desenvolvimento das fases imaturas (Borkent; Spinelli, 2007). Os ovos eclodem em poucos dias, liberando às larvas, que passam por quatro instares larvais. As larvas se alimentam de matéria orgânica em decomposição, algas, fungos e microrganismos presentes no substrato (Mullens; Rutledge, 1988).

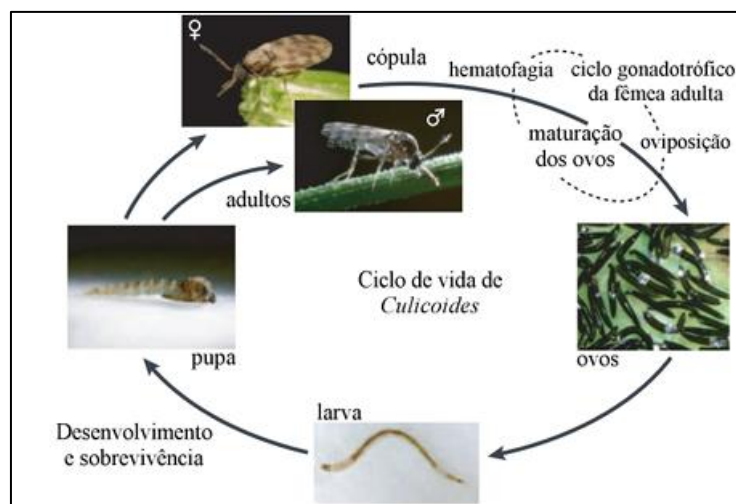


Figura 2: Ciclo de vida e fases de desenvolvimento de *Culicoides* spp. Adaptado de Purse *et al.* 2005.

Após o desenvolvimento larval, ocorre a fase pupal, que é relativamente curta e geralmente associada ao mesmo ambiente onde ocorreu o desenvolvimento das larvas. A duração do ciclo de vida completo pode variar de acordo com a espécie e com fatores ambientais, como temperatura, umidade e disponibilidade de alimento, podendo ser concluído em poucas semanas em condições favoráveis (Borkent; Wirth, 1997). Essa capacidade de rápido desenvolvimento contribui para a formação de populações numerosas, especialmente em ambientes tropicais.

2.4. Distribuição

A região Neotropical destaca-se por apresentar elevada diversidade de espécies de *Culicoides*, resultado da grande heterogeneidade ambiental e das condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das espécies do gênero (Borkent; Spinelli, 2007). No Brasil, levantamentos entomológicos registraram a ocorrência de espécies distribuídas em diferentes biomas, como Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga e Pantanal (Spinelli *et al.* 2005). Na Região Neotropical já foram identificadas pelo menos 266 espécies, destas, 82 estão registradas na Região Amazônica (Borkent e Spinelli, 2007). No Brasil, já foram identificadas aproximadamente 146 espécies do gênero (Santarém; Felipper-Bauer, 2025).

A Região Amazônica apresenta condições particularmente favoráveis ao desenvolvimento de *Culicoides*, como elevada umidade relativa do ar, temperaturas constantes e grande disponibilidade de ambientes alagados e matéria orgânica em decomposição. Essas condições favorecem a manutenção de populações abundantes e diversificadas do gênero, incluindo espécies de importância epidemiológica (Pinheiro *et al.* 1981).

2.5. *Culicoides* no Estado do Maranhão

No estado do Maranhão, localizado em uma área de transição entre os biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga, a diversidade ambiental favorece a ocorrência de diferentes espécies de *Culicoides*. Levantamentos entomológicos indicam a presença de espécies de importância médica e veterinária, associadas a ambientes naturais e áreas antropizadas, como regiões de criação animal e áreas alagadas (Silva; Rebêlo, 1999, Pimenta *et al.* 2025). Essas características reforçam a importância de estudos regionais para o conhecimento da fauna local e para o desenvolvimento de estratégias de vigilância e controle do gênero no Estado.

Estudos realizados sobre os ceratopogonídeos no Maranhão, revelam que a ocorrência de cerca de 40 espécies de *Culicoides* (Costa *et al.* 2013; Silva; Carvalho, 2013; Gusmão *et al.* 2015; Bandeira *et al.* 2017; Gusmão, 2019; Pimenta *et al.* 2025). Esses estudos são voltados para o conhecimento da fauna dos *Culicoides*, relacionada com a composição e distribuição das espécies dos maruins, destacando aspectos ecológicos deste grupo de insetos por diferentes municípios que apresentam áreas de cerrado e restinga (Barros *et al.* 2007; Costa *et al.* 2013; Silva; Carvalho, 2013; Bandeira *et al.* 2017).

2.6. *Culicoides* em ecossistemas costeiros e ambientes estuarinos

Os ecossistemas costeiros e estuarinos, como manguezais, caracterizam-se por elevada heterogeneidade ambiental, resultante de variações periódicas de salinidade, umidade, regime de marés e disponibilidade de matéria orgânica. De acordo com Borkent (2004) e Borkent; Spinelli (2007), esses ambientes funcionam como mosaicos ecológicos capazes de influenciar fortemente a distribuição e a estrutura das comunidades de insetos aquáticos e semiaquáticos, incluindo os ceratopogonídeos do gênero *Culicoides*.

As fases imaturas de *Culicoides* desenvolvem-se predominantemente em micro-habitats úmidos ou semiaquáticos, como solos saturados, margens de corpos

d'água, áreas alagáveis e substratos ricos em matéria orgânica em decomposição. Em ambientes costeiros, esses criadouros estão frequentemente associados a zonas sujeitas à inundação periódica pela maré, onde a interação entre água doce e salgada gera gradientes físico-químicos complexos (Purse *et al.* 2015). A presença de matéria orgânica, aliada à estabilidade da umidade do substrato, favorece o desenvolvimento larval e contribui para a manutenção de populações abundantes (Borkent e Spinelli, 2007).

A salinidade constitui um dos principais fatores ambientais que regulam a ocorrência de *Culicoides* em ecossistemas costeiros. Diferentes espécies apresentam níveis variados de tolerância à salinidade, o que atua como um filtro ecológico na seleção dos habitats larvais (Borkent; Spinelli, 2007). Os manguezais e áreas alagáveis costeiras oferecem condições particularmente favoráveis ao desenvolvimento de *Culicoides*, devido à elevada umidade, à abundância de matéria orgânica e à proteção proporcionada pela vegetação. Esses ambientes funcionam como importantes sítios de oviposição e desenvolvimento larval, sustentando comunidades diversificadas e, em muitos casos, espécies de relevância médico-veterinária (Felippe-Bauer *et al.* 2008). A estrutura vegetal e o regime de alagamento influenciam diretamente a disponibilidade e a estabilidade dos criadouros, afetando a densidade e a composição das populações locais (Borkent, 2004).

Os ceratopogonídeos demonstram elevada sensibilidade às variações ambientais típicas das zonas costeiras, como oscilações de salinidade, temperatura e frequência de inundação. Alterações nesses fatores podem impactar o sucesso reprodutivo, a sobrevivência das fases imaturas e a dinâmica populacional dos adultos, refletindo-se em padrões espaciais e temporais de abundância e composição de espécies (Mellor; Boorman; Baylis, 2000). Dessa forma, o estudo de *Culicoides* em ambientes costeiros e estuarinos é fundamental para compreender como gradientes ambientais moldam a estrutura das comunidades, permitindo interpretar padrões de diversidade, abundância e substituição de espécies em áreas sujeitas à forte influência de fatores físico-químicos e hidrológicos.

2.7. Doenças associadas aos maruins

O gênero *Culicoides* possui grande relevância médica e veterinária devido algumas espécies serem implicadas na transmissão de diversos agentes patogênicos, principalmente vírus, além de causar efeitos diretos relacionados à hematofagia. A capacidade vetorial dessas espécies está associada ao comportamento hematófago das

fêmeas, que se alimentam do sangue de vertebrados e podem transmitir patógenos durante o repasto sanguíneo (Purse *et al.* 2015; Mellor; Boorman; Baylis, 2000).

Entre as doenças transmitidas, destaca-se a língua azul, enfermidade viral causada pelo *Bluetongue virus* (BTV), pertencente ao gênero *Orbivirus* (família Reoviridae). Essa doença afeta principalmente ruminantes, como ovinos e bovinos, podendo causar febre, edema da língua, claudicação, lesões hemorrágicas e, em casos graves, morte dos animais (Mellor; Boorman; Baylis, 2000). *Culicoides insignis* é considerada uma das principais espécies implicada como vetora do vírus da língua azul na América do Sul, incluindo o Brasil. A doença possui grande impacto econômico, devido às perdas na produção pecuária e às restrições comerciais impostas a regiões endêmicas (Mellor; Boorman; Baylis, 2000).

Outra enfermidade de relevância veterinária é a doença hemorrágica epizootica dos cervídeos, causada pelo *Epizootic hemorrhagic disease virus* (EHDV), também transmitido por espécies de *Culicoides*. Essa doença afeta principalmente cervos e outros ruminantes silvestres, podendo provocar surtos com elevada mortalidade, especialmente em regiões tropicais e subtropicais (Mellor; Boorman; Baylis, 2000).

A peste equina africana, causada pelo *African horse sickness virus* (AHSV), é outra enfermidade viral transmitida por espécies de *Culicoides*, considerada altamente letal para equinos. Embora essa doença seja mais comum no continente africano, sua relevância epidemiológica é amplamente reconhecida, pois algumas espécies do gênero *Culicoides* atuam como principais vetoras de doenças, demonstrando o potencial de dispersão desses patógenos em escala global (Mellor; Boorman; Baylis, 2000).

No contexto da saúde pública, a doença mais importante associada a espécies do gênero *Culicoides* no Brasil é a febre do Oropouche, causada pelo *Oropouche virus* (OROV), pertencente à família *Peribunyaviridae*. Essa arbovirose é considerada uma das principais causas de surtos febris na região Amazônica. Estudos clássicos conduzidos por Pinheiro *et al.* (1981) identificaram *Culicoides paraensis* como o principal vetor urbano do vírus Oropouche.

Segundo o Ministério da Saúde (2025), a febre do Oropouche manifesta-se clinicamente por febre alta, cefaleia intensa, mialgia, artralgia, náuseas e, em alguns casos, sintomas neurológicos, como meningite asséptica. Embora raramente fatal, a doença apresenta elevada taxa de morbidade e grande impacto social, especialmente em

populações urbanas e periurbanas da Amazônia brasileira (Pinheiro *et al.* 1981). A importância das espécies do gênero para a saúde humana está fortemente associada à sua elevada abundância, ampla distribuição e capacidade de adaptação a ambientes antropizados (Borkent; Wirth, 1997).

Além da transmissão de patógenos, a hematofagia de *Culicoides* pode causar efeitos diretos adversos em humanos e animais. As picadas são geralmente dolorosas e podem provocar reações alérgicas, inflamação local, prurido intenso e, em casos de exposição repetida, dermatites crônicas (Purse *et al.* 2015). Em animais domésticos, a infestação intensa pode causar estresse, redução da produtividade e maior suscetibilidade a outras doenças. Em regiões rurais e de criação animal, a presença abundante de *Culicoides* pode resultar em prejuízos econômicos indiretos, relacionados à queda na produção de leite e carne, além dos custos associados a medidas de controle e vigilância sanitária (Mellor; Boorman; Baylis, 2000).

No Brasil, especialmente na Região Amazônica, as condições ambientais favorecem a manutenção de populações densas de *Culicoides*, o que aumenta o risco de transmissão de doenças. A ocorrência frequente de surtos de febre do Oropouche na Amazônia evidencia a importância epidemiológica das espécies deste gênero nessa região (Pinheiro *et al.* 1981).

3. JUSTIFICATIVA

Os estudos sobre os *Culicoides* são essenciais para compreender a dinâmica populacional desses insetos e, conseqüentemente, desenvolver estratégias eficazes de controle. Apesar de sua relevância epidemiológica, o grupo ainda é amplamente negligenciado. Muitos aspectos relacionados à ecologia desses dípteros permanecem desconhecidos, dificultando a implementação de medidas de controle efetivas. A presença desses insetos pode gerar impactos significativos no desenvolvimento de áreas destinadas à agricultura, pecuária e turismo, conferindo ao gênero uma importância que transcende a medicina humana e veterinária, envolvendo também aspectos econômicos e ambientais.

A falta de vasto material bibliográfico sobre este grupo de insetos ressalta a necessidade de um maior volume de estudos e pesquisas para aprimorar o conhecimento acerca da bioecologia das espécies de *Culicoides*. Esses estudos são indispensáveis para ampliar a compreensão de sua relevância tanto como componentes das comunidades biológicas quanto na epidemiologia de doenças que afetam humanos e animais, devido

ao seu papel como vetores. Portanto, é crucial a realização de inquéritos entomológicos, bem como a obtenção de um diagnóstico mais abrangente sobre a ocorrência desses insetos nas áreas de estudo.

Até o momento, não foram realizados estudos sobre o gênero *Culicoides* na Ilha do Cajual e no Cujupe, localidades do município de Alcântara. Considerando a relevância desses insetos, tanto para a saúde pública quanto parte integrante da biodiversidade, torna-se imprescindível o desenvolvimento deste trabalho. Este estudo busca abordar dois aspectos relevantes: primeiro, produzir conhecimentos sobre a estrutura das comunidades desses insetos, notadamente a composição da fauna, sua riqueza, abundância e sazonalidade, com o objetivo de complementar os dados já existentes no Maranhão e fornecer informações sobre os padrões de distribuição e diversidade das espécies no Estado.

4. OBJETIVOS

4.1. Geral

Estudar a estrutura de comunidades dos maruins nas regiões da Ilha do Cajual e Cujupe, no município de Alcântara, Maranhão, Brasil.

4.2. Específicos

- Determinar a composição, riqueza e abundância das espécies de *Culicoides* em ambientes de manguezal e peridomiciliares;
- Estudar a associação das espécies de maruins com os abrigos de animais existentes;
- Avaliar a ocorrência das espécies nas estações chuvosa e de estiagem;

5. METODOLOGIA

5.1. Área de estudo

O Cujupe e a Ilha do Cajual pertencem ao município de Alcântara (Figura 1), localizado à 2° 24' 32"S, 44° 24' 54"W, na porção setentrional do Estado do Maranhão, compreendendo uma área de 1457,96 km². Sua população estimada em 2024 era de 18.774 habitantes (IBGE, 2022).

A Ilha do Cajual localiza-se na região sudeste do município de Alcântara, na Baía de São Marcos (02°25'36"S e 44°26'47"W). Está inserida na unidade geomorfológica

intitulada Golfão Maranhense cuja predominância geológica é evidenciada pela formação Itapecuru, Grupo Barreiras e aluviões fluviomarinhos (Pereira *et al.* 2010). Destaca-se que a referida Ilha é conhecida internacionalmente, por conta dos sítios paleontológicos e da riqueza de fósseis de moluscos, peixes, répteis e dinossauros já encontrados e catalogados em diversos locais. Do ponto de vista da conservação biológica, a Ilha é considerada ponto de encontro de diversas aves migratórias recebendo anualmente cerca de 150 mil indivíduos, conforme relata Rodrigues (1995), entre elas, o guará - *Eudocimus ruber* Linnaeus, 1758.

O Cujupe está localizado na região sudeste do município de Alcântara (2°30'21,93"S e 44°31'12,57"W). Esta localidade é de grande importância socioeconômica por dar lugar ao terminal de ferry-boat do Cujupe, que recebe embarcações vindas do terminal de ferry-boat da Ponta da Espera, em São Luís, realizando a Travessia entre São Luís e a Baixada Maranhense, e sendo administrado pela Empresa Maranhense de Administração Portuária - EMAP.

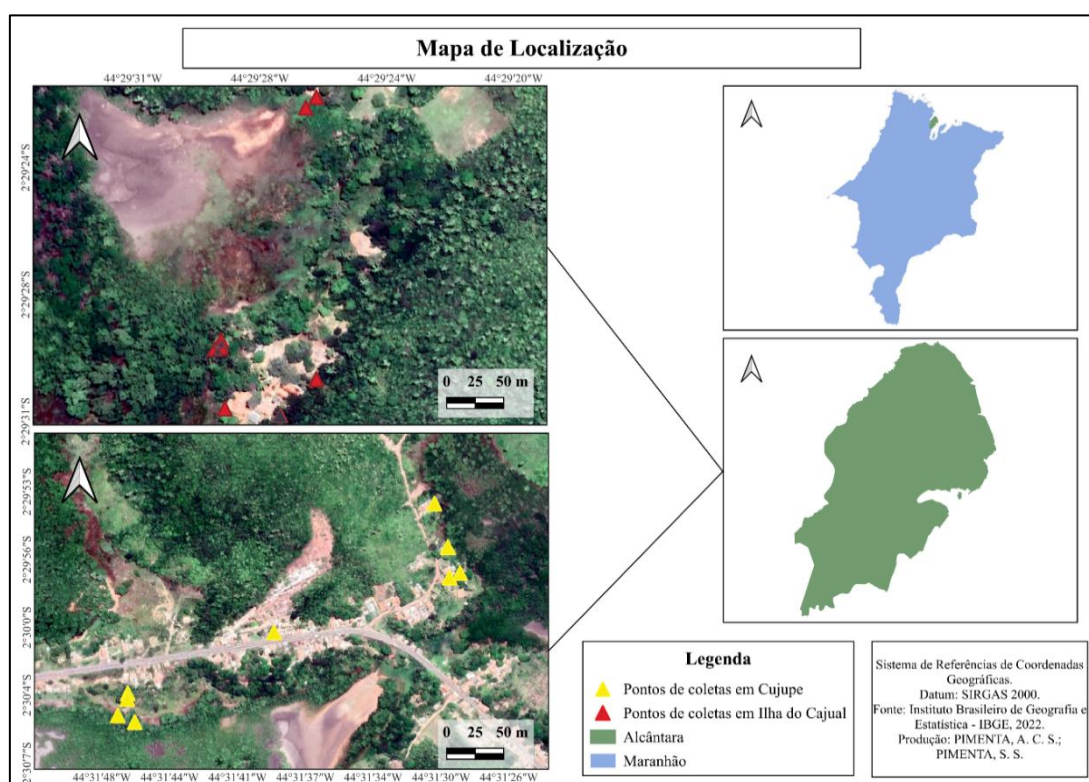


Figura 3. Mapa da região do Golfão Maranhense, mostrando, em recorte, a localização da Área de Estudo.
Fonte: Pimenta, S. S.

Os aspectos climatológicos da Ilha do Cajual e do Cujupe são equivalentes devido à proximidade geográfica entre as duas áreas. Ambas apresentam dois períodos sazonais

bem definidos ao longo do ano: de janeiro a junho, predomina o período chuvoso, enquanto de julho a dezembro prevalece o período de estiagem.

Os aspectos físicos da Ilha são caracterizados por colinas arredondadas de baixas altitudes, além de pequenas áreas rebaixadas localizadas na porção norte, onde predominam os manguezais. A flora da região inclui florestas de babaçu (*Attalea speciosa* Max. ex Spreng.), matas secundárias (capoeiras), manguezais e restingas, conforme descrito por Santos *et al.* (2012). No que diz respeito à fauna, a Ilha apresenta uma significativa biodiversidade, influenciada pelo ecossistema de manguezais e pela floresta preservada. No entanto, até o momento, não há registros de estudos sistemáticos para identificação e catalogação detalhada da fauna e flora da área.

A flora do Cajupe é caracterizada por extensas áreas de manguezais, acompanhadas por espécies menos comuns, como juçareiras (*Euterpe edulis* Mart.) e buritizeiros (*Mauritia flexuosa* L. f.), entre outras. A fauna, por sua vez, apresenta uma rica biodiversidade, especialmente de animais marinhos, influenciada pelo ecossistema de manguezal.

5.2. Procedimento em Campo e Laboratorial

As coletas foram realizadas, com o auxílio de armadilhas luminosas CDC tipo HP (Pugedo *et al.* 2005), equipadas com luz de LED (light-emitting diode) de 520 nm, que tem mostrado uma eficácia na atração de maruins (Silva *et al.* 2015). As armadilhas foram instaladas em peridomicílios com a presença de animais domésticos alojados em abrigos, bem como em áreas de manguezal, sem abrigos de animais. Foram utilizadas 9 armadilhas em cada área, instaladas no curral bovino (1 armadilha), chiqueiro de porcos (1), galinheiros (3) e no mangue (4). O período de coleta foi das 18h às 6h (período de maior atividade hematófaga dos insetos), uma vez a cada dois meses, de fevereiro de 2023 a dezembro de 2024, totalizando 12 coletas, sendo seis na estação chuvosa e seis na estação de estiagem. O esforço de captura foi de 9 armadilhas x 12 horas x 12 meses = 1.296 horas no total.

Os insetos capturados foram sacrificados em câmara de gás de acetato de etila, transferidos para potes de polietileno identificados e transportados ao Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV-UFMA) para as etapas subsequentes da pesquisa. Os maruins foram triados com o auxílio de estereomicroscópio para separá-los de outros insetos. Em seguida, os espécimes foram identificados com auxílio de chaves dicotômicas indicadas (Wirth; Blanton, 1973; Wirth *et al.* 1988; Spinelli *et al.* 2005). Os espécimes

identificados foram acondicionados em microtubos contendo álcool a 70% com as seguintes informações: número da armadilha, data, local de coleta, abrigo de animais e manguezal, nome da espécie, e incorporados na coleção do Laboratório de Entomologia e Vetores – LEV/ UFMA.

5.3. Análise Estatística

Os dados coletados foram organizados e analisados em uma planilha eletrônica utilizando o software Excel[®]. Para avaliar as diferenças entre as populações de cada espécie das duas áreas de estudo, foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA), com nível de significância de $p < 0,05$, empregando-se o programa estatístico Past 4.03. O Índice de Dominância de Kato foi utilizado para estabelecer o ranque de dominância das espécies. Para mensurar a diversidade e a equitabilidade da fauna em cada local, foi aplicado o Índice de Shannon-Wiener (H') e o Índice de Equitabilidade de Pielou (J'') como uma medida que avalia a uniformidade na distribuição das abundâncias das diferentes espécies em uma comunidade. Por fim, foi realizada uma Análise de Agrupamento de acordo com os ambientes e locais de coleta, com base na similaridade da composição de espécies, utilizando como métrica o índice de Bray-Curtis.

Foi aplicado o coeficiente de correlação de Spearman para verificar a associação entre a abundância de espécies de *Culicoides* e a presença de abrigos de animais domésticos nos pontos amostrados. A estrutura das comunidades foi avaliada por meio da beta diversidade, utilizando o índice de Bray-Curtis, com base em dados de abundância de espécies. A partição da beta diversidade é uma abordagem essencial para decompor a dissimilaridade total entre comunidades em componentes interpretáveis, permitindo entender os processos ecológicos subjacentes que geram variações na composição de espécies (Beselga, 2013).

A dissimilaridade total foi particionada em dois componentes: (i) turnover balanceado de abundância, que representa a substituição de espécies entre as amostras, e (ii) gradiente de abundância associado a diferenças na abundância total sem substituição direta de espécies. As análises foram realizadas separadamente por localidade (Cajual e Cajupe) e por ano (2023 e 2024).

Os padrões de similaridade entre as amostras foram visualizados por meio do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS), baseado na matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis. A qualidade da ordenação foi avaliada pelo valor de

stress, considerando-se valores inferiores a 0,20 como indicativos de boa representação da estrutura multivariada.

Diferenças na composição das comunidades em função do fator habitat/localidade foram testadas por meio da Análise de Variância Permutacional Multivariada (PERMANOVA). Antes da análise, os dados de abundância foram transformados pelo método de Hellinger, a fim de reduzir a influência de espécies dominantes. A PERMANOVA foi conduzida com 9.999 permutações, utilizando a distância de Bray–Curtis, empregando-se o programa R 4.5.2, onde é software livre para computação estatística e gráficos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANDEIRA, M. C. A.; BRITO, G. A.; PENHA, A.; SANTOS, C. L. C.; REBÊLO, J. M. M. The influence of environmental management and animal shelters in vector control of (Diptera: Ceratopogonidae) in northeastern Brazil. **Journal of Vector Ecology**, v. 42, p. 113-119, 2017.
- BASELGA, A. Separating the two components of abundance-based dissimilarity: balanced changes in abundance vs. abundance gradients. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 4, n. 6, p. 552-557, 2013.
- BORKENT, A. **The biting midges, the Ceratopogonidae (Diptera)**. In: MARQUARDT, W. C. (ed.). *Biology of disease vectors*. 2. ed. Burlington: Elsevier Academic Press, 2004. p. 113–126.
- BORKENT, A.; WIRTH, W. W. **World species of biting midges (Diptera: Ceratopogonidae)**. New York, NY, USA: American Museum of Natural History, 1997.
- BORKENT, A.; DOMINIAK, P. Catalog of the biting midges of the world (Diptera: Ceratopogonidae). **Zootaxa**, Auckland, v. 4787, n. 1, p. 1–377, 2020.
- BORKENT, A.; GROGAN, W. L. Catalog of the New World biting midges north of Mexico (Diptera: Ceratopogonidae). **Zootaxa**, Auckland, v. 2273, p. 1–48, 2009.
- BORKENT, A.; SPINELLI, G. R. **Neotropical Ceratopogonidae (Diptera: Insecta)**. Sofia: Pensoft. v. 4, p. 1–198, 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Febre do Oropouche: entenda o que é e como se prevenir**. Brasília, DF, 2025.
- COSTA, J. C.; LOROSA, E. S.; MORAES, J. L. P.; REBELO, J. M. M. Espécies de Culicoides (Diptera; Ceratopogonidae) e hospedeiros potenciais em área de ecoturismo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Brasil. **Rev Pan-Amaz Saude**, Ananindeua, v. 4, n. 3, p. 11-18, set. 2013.
- BARROS, V. L. L. de; MARINHO, R. M.; REBÊLO, J. M. M. Ocorrência de espécies de Culicoides Latreille (Diptera, Ceratopogonidae) na área metropolitana de São Luís, Maranhão, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, n. 11, p. 2789–2790, nov. 2007.
- FELIPPE-BAUER, M. L.; CÁCERES, A. G.; SILVA, C. S.; VALDERRAMA-BAZAN, W.; GONZALES-PEREZ, A.; COSTA, J. M. Description of *Culicoides pseudoheliconiae* sp. n. from Peruvian Amazon and revalidation of *Culicoides contubernalis* Ortiz & Leon

(Diptera: Ceratopogonidae). **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 103, p. 259-262, 2008.

GUSMÃO, G. M. C.; LOROSA, E. S.; BRITO, G. A.; MORAES, L. S.; BASTOS, V. D. J. C.; REBELO, J. M. M. Determinação das fontes de repasto sanguíneo de Culicoides Latreille (Diptera, Ceratopogonidae) em áreas rurais do norte do estado do Maranhão, Brasil. **Biotemas**, v. 28, n. 1, p. 51-58, 2015.

GUSMÃO, G. M. C.; BRITO, G. A.; MORAES, L. S.; BANDEIRA, M. D. C. A.; REBÊLO, J. M. M. Temporal variation in species abundance and richness of Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) in a tropical equatorial area. **Journal of Medical Entomology**, v. 56, n. 4, p. 1013-1018, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

MELLOR, P. S.; BOORMAN, J.; BAYLIS, M. Culicoides biting midges: their role as arbovirus vectors. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 45, p. 307–340, 2000.

PURSE, B. V.; CARPENTER, S.; VENTER, G. J.; BELLIS, G.; MULLENS, B. A. Bionomics of temperate and tropical Culicoides midges: knowledge gaps and consequences for transmission of Culicoides-borne viruses. **Annual review of entomology**, v. 60, p. 373-392, 2015.

PEREIRA, P. R. M.; FARIAS FILHO, M. S.; CORDEIRO, G. S. **Principais Unidades de Paisagens da Ilha do Cajual, Alcântara Maranhão**. In: XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2011, Dourados. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Dourados, MS: EDUFGD, 2011. V. 1. P. 1-11.

PIMENTA, S. S.; PIMENTA, A. C. S.; PINHEIRO, L. C.; CARVALHO, L. da S. B.; BANDEIRA, M. da C. A.; PEREIRA, A. C. N.; REBÊLO, J. M. M. Composição e ranque de abundância da fauna continental e insular de Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) de Alcântara, Maranhão, Brasil. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 22, n. 7, p. e16098, 2025.

PINHEIRO, F. P.; TRAVASSOS DA ROSA, A. P.; TRAVASSOS DA ROSA, J. F.; ISHAK, R.; FREITAS, R. B.; GOMES, M. L.; LEDUC, J. W.; OLIVA, O. F. Oropouche virus. I. A review of clinical, epidemiological, and ecological findings. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, Baltimore, v. 30, n. 1, p. 149–160, 1981.

PUGEDO, H.; BARATA, R. A.; FRANÇA-SILVA, J. C.; SILVA, J. C.; DIAS, E. S. HP: um modelo aprimorado de armadilha luminosa de sucção para a captura de pequenos insetos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. 38: 70-72.7, 2005.

RODRIGUES, A. A. F. Ocorrência da reprodução de Eudocimus ruber na ilha do Cajual, Maranhão, Brasil (Ciconiiformes: Threskiornithidae). **Ararajuba**, v. 3, n. 1, p. 67-68, 1995.

SANTAREM, M. C. A.; FELIPPE-BAUER, M. L. **Brazilian species of Biting Midges**. 2025. Disponível em: https://fiocruz.br/sites/fiocruz.br/files/documentos_2/BRAZILIAN%20SPECIES%20OF%20BITING%20MIDGES%202025%20.pdf.

SANTOS, A. C. G.; NUNES, Z. M.; FARIAS FILHO, M. S.; ARAÚJO, F. L.; MOREIRA, J. F. Análise Geológica, Geomorfológica e Ambiental da Ilha do Cajual em Alcântara – Ma. **ANAIS IX SINAGEO**, Rio de Janeiro, 2012.

SILVA, F. S.; BRITO, J. M.; COSTA-NETA, B. M.; Field evaluation of light-emitting diode as attractant for blood-sucking midges of the genus *Culicoides* Latreille (Diptera: Culicomorpha, Ceratopogonidae) in the Brazilian savanna. **Entomological News**, v. 125, n. 1, p. 1-6, 2015.

SILVA, F. S.; CARVALHO, L. P. C. A population study of the *Culicoides* biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) in urban, rural, and forested sites in a cerrado area of Northeastern Brazil. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 106, n. 4, p. 463-470, 2013.

SILVA, F. S.; REBÊLO, J. M. M. Espécies de *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) da ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém**, v. 15, n. 2, p. 169-179, 1999.

SPINELLI, G. R.; RONDEROS, M. M.; DÍAZ, F.; MARINO, P. I. The bloodsucking biting midges of Argentina (Diptera: Ceratopogonidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 100, n. 2, p. 137–150, 2005.

Spinelli, G. R.; Wirth, W. W. **Los Ceratopogonidae de la Argentina (Insect: Diptera)**. In: Castellanos, Z. (Ed.), Fauna de agua dulce de la República Argentina. Vol. 38. Diptera. Fascículo 3. Ceratopogonidae. FECIC, Buenos Aires, p. 1–124, 1993.

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

WIRTH, W. W.; DYCE, A. L.; SPINELLI, G. R. An atlas of wing photographs, with a summary of the numerical characters of the neotropical species of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). **Contrib. Am. Entomol. Inst.** v. 25, p. 1–72, 1988.

WIRTH, W. W.; GROGAN, W. L. **The Predaceous Midges of the World**. 4 ed. Boca Raton: CRC Press, 208 p, 1988.

WIRTH, W. W.; MARSTON, N. B. A method for mounting small insects on microscope slides in Canada balsam. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 61, n. 3, p. 783–784, 1968.

YOUNG, A. M. Distribution and abundance of Diptera in flypaper traps at *Theobroma cacao* L.(Sterculiaceae) flowers in Costa Rican cacao plantations. **Journal of the Kansas Entomological Society**, p. 580-587, 1986.

ARTIGO CIENTÍFICO

PADRÕES ECOLÓGICOS DE ABUNDÂNCIA, DIVERSIDADE E SIMILARIDADE DAS ESPÉCIES DE *CULICOIDES* LATREILLE, 1809 (DIPTERA: CERATOPOGONIDAE) EM MANGUEZAIS DE ALCÂNTARA, MARANHÃO.

ECOLOGICAL PATTERNS OF ABUNDANCE, DIVERSITY, AND SIMILARITY OF SPECIES *CULICOIDES* LATREILLE, 1809 (DIPTERA: CERATOPOGONIDAE) IN THE MANGROVES OF ALCÂNTARA, MARANHÃO.

Samuel Soares Pimenta¹, Maria da Conceição Abreu Bandeira¹, José Manuel Macário

Rebêlo^{1,2}

¹Laboratório de Entomologia e Vetores, Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil, samuelheitor77@gmail.com

²Professor titular da Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil.

RESUMO

Os maruins são pequenos insetos dípteros, pertencentes à família Ceratopogonidae e ao gênero *Culicoides* Latreille, 1809. Esses insetos são popularmente conhecidos como maruins, mosquitos pólvora e mosquitinho-do-mangue. Diversas espécies de maruins possuem reconhecida importância médico-veterinária em virtude do hábito hematofágico das fêmeas, fundamental para a maturação dos ovos. O objetivo do presente estudo foi analisar os padrões de abundância, diversidade e similaridade das comunidades de *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) em manguezais da Ilha do Cajual e de Cujupe, no município de Alcântara, Maranhão. Os maruins foram coletados em abrigos de animais (currais, chiqueiros e galinheiros) e no mangue do continente (Cujupe) e na Ilha do Cajual. As coletas ocorreram das 18:00h às 06:00h, na área peridomiciliar das residências, com a presença de animais domésticos, e em áreas de manguezais, de fevereiro/2023 a dezembro/2024. O esforço de captura foi de 9 armadilhas x 12 horas x 12 meses = 1.296 horas no total. Foram encontradas 21 espécies do gênero *Culicoides* (21 na Ilha do Cajual, e 18 no Cujupe). A espécie mais abundante, *C. guyanensis*, com 54,83% do total, seguida por *C. maruim* (15,84%) e *C. leopoldoi* (9,60%). Os resultados do presente estudo demonstram que as comunidades de *Culicoides* em ambientes costeiros de Alcântara - Maranhão apresentam elevada diversidade e estrutura ecológica, com maior riqueza e abundância na Ilha do Cajual e predomínio de espécies associadas a ambientes úmidos, especialmente manguezais.

Palavras-chaves: Maruins; vetores; vigilância e controle.

ABSTRACT

Biting midges are small dipteran insects belonging to the family Ceratopogonidae and the genus *Culicoides* Latreille, 1809. These insects are popularly known as biting midges, ground flies, and mangrove midges. Several species of biting midges have recognized medical and veterinary importance due to the hematophagous habit of the females, which is fundamental for egg maturation. The objective of this study was to analyze the abundance, diversity, and similarity patterns of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) communities in mangroves on Cajual Island and Cujupe, in the municipality of Alcântara, Maranhão. Biting midges were collected in animal shelters (corrals, pigsties, and chicken coops) and in the mainland mangrove (Cujupe) and on Cajual Island. Collections took place from 6:00 PM to 6:00 AM in the peridomestic area of residences, with the presence of domestic animals, and in mangrove areas, from February 2023 to December 2024. The capture effort was 9 traps x 12 hours x 12 months = 1,296 hours in total. Twenty-one species of the genus *Culicoides* were found (21 on Cajual Island and 18 on Cujupe Island). The most abundant species was *C. guyanensis*, representing 54.83% of the total, followed by *C. maruim* (15.84%) and *C. leopoldoi* (9.60%). The results of this study demonstrate that *Culicoides* communities in coastal environments of Alcântara - Maranhão exhibit high diversity and ecological

structure, with greater richness and abundance on Cajual Island and a predominance of species associated with humid environments, especially mangroves.

Keywords: Midges; vectors; surveillance and control.

INTRODUÇÃO

Os maruins são pequenos insetos dípteros, pertencentes à família Ceratopogonidae e ao gênero *Culicoides* Latreille, 1809. Os adultos medem cerca de 1 a 4 mm de comprimento e apresentam corpos alongados, com o tórax curvado sobre a cabeça. As antenas são longas e plumosas nos machos, enquanto as fêmeas possuem apenas pelos curtos nos segmentos antenais (Wirth e Marston 1968). As asas apresentam um padrão de manchas cinzentas e brancas, conferindo-lhes um aspecto característico. Esse padrão é utilizado como uma característica taxonômica marcante para a identificação das espécies (Felippe-Bauer 2003).

Esses insetos são popularmente conhecidos como maruins, mosquitos pólvora e mosquitinho-do-mangue (Forattini et al. 1958). Segundo Borkent e Dominiak (2020), os *Culicoides* apresentam uma ampla diversidade, com cerca de 1.399 espécies válidas descritas mundialmente. No Brasil, são registradas mais de 532 espécies desse grupo (Santarém e Felippe-Bauer 2025). No estado do Maranhão, aproximadamente 45 espécies foram identificadas até o momento, sendo predominantes nos peridomicílios de áreas rurais (Costa et al. 2013; Gusmão et al. 2015; Bandeira et al. 2017, Pimenta et al. 2025).

Os criadouros das espécies de *Culicoides* estão associados a ambientes ricos em matéria orgânica e com elevada umidade, essenciais para o desenvolvimento inicial do ciclo de vida. As larvas podem ser encontradas em manguezais, poças, brejos, pântanos, esterco de animais, buracos em troncos de árvores e em plantas que acumulam água (Wirth e Blanton 1973). Os maruins adultos permanecem próximos aos seus sítios de procriação devido à sua limitada capacidade de voo. Sua atividade apresenta um pico geralmente durante os períodos crepusculares (Mellor et al. 2000).

Diversas espécies de maruins possuem reconhecida importância médico-veterinária em virtude do hábito hematofágico das fêmeas, fundamental para a maturação dos ovos. Para suprir essa necessidade nutricional, esses insetos utilizam vertebrados, incluindo aves e mamíferos como fontes de sangue (Mellor et al. 2000; Viennet et al. 2013). A alimentação hematofágica pode induzir reações alérgicas nos hospedeiros, devido à presença de proteínas na saliva dos maruins, além de favorecer a transmissão de diversos agentes patogênicos, como vírus, protozoários e nematoides, o que representa um risco relevante à saúde pública e animal (Carpenter et al. 2013; Gualapuro 2013).

Uma das doenças causadas pela picada de *Culicoides* é a mansonelose, provocada pelo protozoário *Mansonella ozzardi*, amplamente registrada na América do Sul, América Central e nas ilhas do Caribe (Shelley e Coscarón 2001). Entre os arbovírus, destaca-se a febre do Oropouche, responsável por infectar uma parcela significativa da população no norte do Brasil, Panamá e Peru (Mellor et al. 2000). A espécie *Culicoides paraensis* Goeldi, 1905 é implicada como vetora, pois, o vírus causador desta enfermidade foi isolado em indivíduos dessa espécie (Linley et al. 1983; Pinheiro et al. 1982; Wirth e Felipe-Bauer 1989; Degalier et al. 1998). Além disso, algumas doenças de importância veterinária, como Bluetongue Vírus e a oncocercose equina, também são transmitidas por diferentes espécies de maruins (Linley et al. 1983; Mellor et al. 2009).

Outro ponto de relevância epidemiológica foi destacado em um estudo conduzido no Maranhão, que revelou algumas espécies de maruins infectadas por leishmanias, parasitos causadores das leishmanioses. Espécies como *Culicoides ignacioi* Forattini, 1957; *C. insignis* Lutz, 1913; e *C. foxi* Ortiz, 1950; foram encontradas naturalmente infectadas com *Leishmania braziliensis*, enquanto *C. flavivenulus* Costa Lima, 1937; e *C. filariferus* Barreto, 1944 apresentaram infecção por *Leishmania amazonensis*. Esses achados evidenciam a necessidade de estudos mais aprofundados para confirmar a competência e a capacidade vetorial dos maruins na transmissão da leishmaniose (Rebêlo et al. 2016).

A presença frequente e abundante de várias espécies de maruins nos peridomicílios de habitações rurais é um fenômeno recorrente. No entanto, alterações nos ecótopos naturais desses insetos, como a destruição de criadouros, resultam na redução da abundância das espécies. Assim, em áreas de grande infestação, sugere-se a adoção de estratégias de manejo ambiental, incluindo a limpeza regular dos peridomicílios e a realocação de abrigos de animais domésticos, como medidas para minimizar a presença desses insetos (Bandeira et al. 2017). Apesar da reconhecida importância das espécies de *Culicoides* como componentes das comunidades biológicas e vetores de patógenos para humanos e animais, no estado do Maranhão esses insetos ainda são pouco estudados.

O objetivo do presente estudo foi analisar os padrões de abundância, diversidade e similaridade das comunidades de *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) em manguezais da Ilha do Cajual e de Cujupe, no município de Alcântara, Maranhão.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O Cujupe e a Ilha do Cajual pertencem ao município de Alcântara (Figura 1), localizado à 2° 24' 32"S, 44° 24' 54"W, na porção setentrional do Estado do Maranhão, compreendendo uma área de 1457,96 km². Sua população estimada em 2024 era de 18.774 habitantes (IBGE 2022).

A Ilha do Cajual localiza-se na região sudeste do município de Alcântara, na Baía de São Marcos (02°25'36"S e 44°26'47"W). Está inserida na unidade geomorfológica intitulada Golfão Maranhense cuja predominância geológica é evidenciada pela formação Itapecuru, Grupo Barreiras e aluviões fluviomarinhas (Pereira et al. 2010). Destaca-se que a referida Ilha é conhecida internacionalmente, por conta dos sítios paleontológicos e da riqueza de fósseis de moluscos, peixes, répteis e dinossauros já encontrados e catalogados em diversos locais. Do ponto de vista da conservação biológica, a Ilha é considerada ponto de encontro de diversas aves migratórias recebendo anualmente cerca de 150 mil indivíduos, conforme relata Rodrigues (1995), entre elas, o guará - *Eudocimus ruber* Linnaeus, 1758.

O Cujupe está localizado na região sudeste do município de Alcântara (2°30'21,93"S e 44°31'12,57"W). Esta localidade é de grande importância socioeconômica por dar lugar ao terminal de ferry-boat do Cujupe, que recebe embarcações vindas do terminal de ferry-boat da Ponta da Espera, em São Luís, realizando a Travessia entre São Luís e a Baixada Maranhense, e sendo administrado pela Empresa Maranhense de Administração Portuária - EMAP.

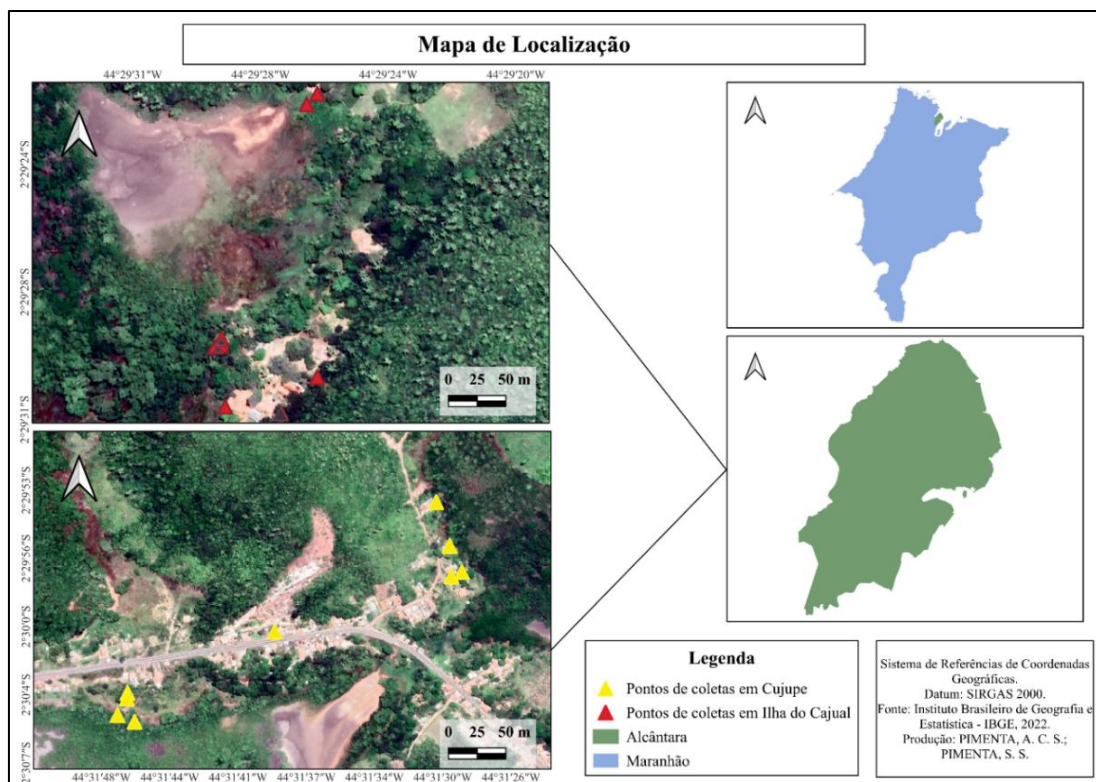


Figura 4. Mapa da região do Golfão Maranhense, mostrando, em recorte, a localização da Área de Estudo.
Fonte: Pimenta, S. S.

Os aspectos climatológicos da Ilha do Cajual e do Cajupe são equivalentes devido à proximidade geográfica entre as duas áreas. Ambas apresentam dois períodos sazonais bem definidos ao longo do ano: de janeiro a junho, predomina o período chuvoso, enquanto de julho a dezembro prevalece o período de estiagem.

Os aspectos físicos da Ilha são caracterizados por colinas arredondadas de baixas altitudes, além de pequenas áreas rebaixadas localizadas na porção norte, onde predominam os manguezais. A flora da região inclui florestas de babaçu (*Attalea speciosa* Max. ex Sprend.), matas secundárias (capoeiras), manguezais e restingas, conforme descrito por Santos et al. (2012). No que diz respeito à fauna, a Ilha apresenta uma significativa biodiversidade, influenciada pelo ecossistema de manguezais e pela floresta preservada. No entanto, até o momento, não há registros de estudos sistemáticos para identificação e catalogação detalhada da fauna e flora da área.

A flora do Cajupe é caracterizada por extensas áreas de manguezais, acompanhadas por espécies menos comuns, como juçareiras (*Euterpe edulis* Mart.) e buritizeiros (*Mauritia flexuosa* L. f.), entre outras. A fauna, por sua vez, apresenta uma rica biodiversidade, especialmente de animais marinhos, influenciada pelo ecossistema de manguezal.

Procedimento em Campo e Laboratorial

As coletas foram realizadas, com o auxílio de armadilhas luminosas CDC tipo HP (Pugedo et al. 2005), equipadas com luz de LED (light-emitting diode) de 520 nm, que tem mostrado uma eficácia na atração de maruins (Silva et al. 2015). As armadilhas foram instaladas em peridomicílios com a presença de animais domésticos alojados em abrigos, bem como em áreas de manguezal, sem abrigos de animais. Foram utilizadas 9 armadilhas em cada área, instaladas no curral bovino (1 armadilha), chiqueiro de porcos (1), galinheiros (3) e no mangue (4). O período de coleta foi das 18h às 6h (período de maior atividade hematófaga dos insetos), uma vez a cada dois meses, de fevereiro de 2023 a dezembro de 2024, totalizando 12 coletas, sendo seis na estação chuvosa e seis na estação de estiagem. O esforço de captura foi de 9 armadilhas x 12 horas x 12 meses = 1.296 horas no total.

Os insetos capturados foram sacrificados em câmara de gás de acetato de etila, transferidos para potes de polietileno identificados e transportados ao Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV-UFMA) para as etapas subsequentes da pesquisa. Os maruins foram triados com o auxílio de estereomicroscópio para separá-los de outros insetos. Em seguida, os espécimes foram identificados com auxílio de chaves dicotômicas indicadas (Wirth e Blanton 1973; Wirth et al. 1988; Spinelli et al. 2005). Os espécimes identificados foram acondicionados em microtubos contendo álcool a 70% com as seguintes informações: número da armadilha, data, local de coleta, abrigo de animais e manguezal, nome da espécie, e incorporados na coleção do Laboratório de Entomologia e Vetores – LEV/ UFMA.

Análise Estatística

Os dados coletados foram organizados e analisados em uma planilha eletrônica utilizando o software Excel[®]. Para avaliar as diferenças entre as populações de cada espécie das duas áreas de estudo, foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA), com nível de significância de $p < 0,05$, empregando-se o programa estatístico Past 4.03. O Índice de Dominância de Kato foi utilizado para estabelecer o ranque de dominância das espécies. Para mensurar a diversidade e a equitabilidade da fauna em cada local, foi aplicado o Índice de Shannon-Wiener (H') e o Índice de Equitabilidade de Pielou (J') como uma medida que avalia a uniformidade na distribuição das abundâncias das diferentes espécies em uma comunidade. Por fim, foi realizada uma Análise de

Agrupamento de acordo com os ambientes e locais de coleta, com base na similaridade da composição de espécies, utilizando como métrica o índice de Bray-Curtis.

Foi aplicado o coeficiente de correlação de Spearman para verificar a associação entre a abundância de espécies de *Culicoides* e a presença de abrigos de animais domésticos nos pontos amostrados. A estrutura das comunidades foi avaliada por meio da beta diversidade, utilizando o índice de Bray-Curtis, com base em dados de abundância de espécies. A partição da beta diversidade é uma abordagem essencial para decompor a dissimilaridade total entre comunidades em componentes interpretáveis, permitindo entender os processos ecológicos subjacentes que geram variações na composição de espécies (Beselga, 2013).

A dissimilaridade total foi particionada em dois componentes: (i) turnover balanceado de abundância, que representa a substituição de espécies entre as amostras, e (ii) gradiente de abundância associado a diferenças na abundância total sem substituição direta de espécies. As análises foram realizadas separadamente por localidade (Cajual e Cajupe) e por ano (2023 e 2024).

Os padrões de similaridade entre as amostras foram visualizados por meio do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS), baseado na matriz de dissimilaridade de Bray-Curtis. A qualidade da ordenação foi avaliada pelo valor de stress, considerando-se valores inferiores a 0,20 como indicativos de boa representação da estrutura multivariada.

Diferenças na composição das comunidades em função do fator habitat/localidade foram testadas por meio da Análise de Variância Permutacional Multivariada (PERMANOVA). Antes da análise, os dados de abundância foram transformados pelo método de Hellinger, a fim de reduzir a influência de espécies dominantes. A PERMANOVA foi conduzida com 9.999 permutações, utilizando a distância de Bray-Curtis, empregando-se o programa R 4.5.2, onde é software livre para computação estatística e gráficos.

RESULTADOS

Composição e Riqueza das espécies

Foram encontradas 21 espécies do gênero *Culicoides*, distribuídas em cinco subgêneros e quatro grupos taxonômicos, além de uma espécie não identificada, a qual representa um possível novo registro para o Estado (Quadro 1). Todas essas espécies

foram observadas na Ilha do Cajual, enquanto em Cujupe ocorreram 18 espécies, uma vez que *C. lahillei*, *C. carpenteri* e *C. lopesi* não foram detectadas no continente.

O subgênero *Hoffmania* Fox apresentou maior representatividade, contribuindo com sete espécies, configurando-se como o mais diversificado entre os grupos analisados. Em seguida, destaca-se o subgênero *Haematomyidium* Goeldi, juntamente com o grupo *limai*, ambos com três espécies cada, respectivamente.

Abundância das espécies

Foram capturados 10.050 espécimes do gênero *Culicoides* na Ilha do Cajual (64,9%) e no Cujupe (35,1%). A espécie mais abundante, *C. guyanensis*, contribuiu com 54,83% do total de indivíduos coletados, seguida por *C. maruim* (15,84%) e *C. leopoldoi* (9,60%). O perfil de abundância relativa das demais espécies encontra-se detalhado na tabela 1.

Quadro 1. Lista de espécies do gênero *Culicoides* de acordo com os subgêneros e grupos taxonômicos encontrados na Ilha do Cajual e Cujupe.

subgêneros / grupos taxonômicos	Espécies
Subgênero <i>Avaritia</i> Fox	<i>C. pusillus</i> Lutz, 1913
Subgênero <i>Diphaomyia</i> Vargas	<i>C. iriartei</i> Fox, 1952
Subgênero <i>Haematomyidium</i> Goeldi	<i>C. debilipalpis</i> Lutz, 1913 <i>C. paraensis</i> Goeldi, 1905 <i>C. lahillei</i> Iches, 1906
Subgênero <i>Hoffmania</i> Fox	<i>C. filariferus</i> Barreto, 1944 <i>C. flavivenulus</i> Costa Lima, 1937 <i>C. foxi</i> Ortiz, 1950 <i>C. guttatus</i> Coquillett, 1904 <i>C. ignacioi</i> Forattini, 1957 <i>C. insignis</i> Lutz, 1913 <i>C. maruim</i> Lutz, 1913
Subgênero <i>Oecacta</i> Poey	<i>C. furens</i> Poey, 1853
Grupo <i>carpenteri</i>	<i>C. carpenteri</i> Wirth & Blanton, 1953
Grupo <i>fluvialis</i>	<i>C. leopoldoi</i> Ortiz, 1950
Grupo <i>limai</i>	<i>C. boliviensis</i> Spinelli & Wirth, 1984 <i>C. limai</i> Barreto, 1944 <i>C. lopesi</i> Barretto, 1944

Grupo <i>reticulatus</i>	<i>C. guyanensis</i> Floch & Abonnenc 1942 <i>C. paucienfuscatus</i> Barbosa, 1947
	<i>C. sp</i>

Tabela 1. Números de espécimes de maruins coletados no Cajupe e na Ilha do Cajual, estado do Maranhão, em 2023 e 2024.

Localidades	Ilha do Cajual		Cajupe		Total	
	N	%	N	%	N	%
<i>C. guyanensis</i>	3784	58,02	1726	48,92	5510	54,83
<i>C. maruim</i>	653	10,01	939	26,62	1592	15,84
<i>C. leopoldoi</i>	394	6,04	571	16,18	965	9,60
<i>C. foxi</i>	463	7,10	21	0,60	484	4,82
<i>C. insignis</i>	328	5,03	80	2,27	408	4,06
<i>C. ignacioi</i>	330	5,06	11	0,31	341	3,39
<i>C. limai</i>	213	3,27	4	0,11	217	2,16
<i>C. guttatus</i>	101	1,55	20	0,57	121	1,20
<i>C. filariferus</i>	58	0,89	32	0,91	90	0,90
<i>C. sp</i>	65	1,00	22	0,62	87	0,87
<i>C. flavivenulus</i>	25	0,38	45	1,28	70	0,70
<i>C. boliviensis</i>	42	0,64	2	0,06	44	0,44
<i>C. iriartei</i>	3	0,05	24	0,68	27	0,27
<i>C. paucienfuscatus</i>	13	0,20	8	0,23	21	0,21
<i>C. pusillus</i>	13	0,20	4	0,11	17	0,17
<i>C. furens</i>	8	0,12	9	0,26	17	0,17
<i>C. lahillei</i>	13	0,20	0	0,00	13	0,13
<i>C. paraenses</i>	4	0,06	7	0,20	11	0,11
<i>C. debilipalpis</i>	2	0,03	3	0,09	5	0,05
<i>C. carpenteri</i>	5	0,08	0	0,00	5	0,05
<i>C. lopesi</i>	5	0,08	0	0,00	5	0,05
Total	6522	64,9	3528	35,1	10050	100,0

Variação no ranque de abundância

Houve mudança no ranque de abundância das espécies entre as duas áreas estudadas. Embora *C. guyanensis* e *C. maruim* tenham dominado em ambas as áreas, a

ordem de abundância mudou completamente a partir do terceiro posto, conforme pode ser visualizado na figura 5.

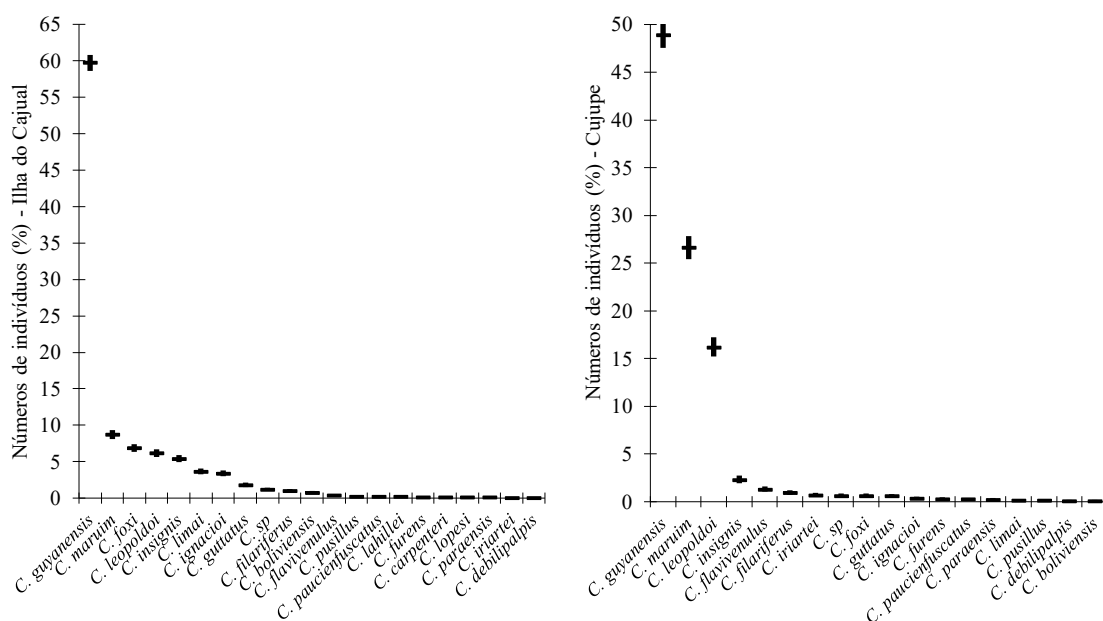


Figura 5. Ranque de abundância das espécies de maruins nas localidades de Cujupe e Ilha do Cajual, estado do Maranhão, Brasil, nos anos de 2023 e 2024.

Índices ecológicos e Análise de Variância

A análise dos índices de diversidade evidenciou nuances importantes na estrutura das comunidades de *Culicoides* entre os ambientes estudados. Na Ilha do Cajual os índices de dominância ($D = 0,36$), diversidade de Shannon ($H' = 1,59$) e equitabilidade de Pielou ($J' = 0,52$) foram relativamente maiores do que no Cujupe ($D = 0,33$; $H' = 1,39$; $J' = 0,48$ respectivamente), indicando estrutura com diversidade intermediária e distribuição moderadamente desigual entre as espécies, diferente do que ocorreu no Cujupe.

Com base na análise de variância (ANOVA) aplicada às médias das abundâncias das espécies entre a Ilha do Cajual e Cujupe, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas. O teste apresentou $F = 0,5028$ e $p = 0,4824$, valor superior ao nível de significância adotado ($\alpha = 0,05$), indicando que as variações observadas entre os locais não são suficientes para caracterizar diferenças reais nas abundâncias médias. Esse resultado sugere que, apesar das diferenças percentuais na composição e diversidade

entre os ambientes, a estrutura geral das comunidades de *Culicoides* não difere significativamente em termos de abundância média.

Atratividade dos ecótopos/abrigos

A abundância dos espécimes de *Culicoides* variou de acordo com os diferentes tipos de abrigos amostrados em ambas as localidades (Figura 6). Na Ilha do Cajual foram coletados 6.522 espécimes de maruins. O ecótopo que mais atraiu os maruins foi o mangue (47,2%), seguido pelo galinheiro (32,1%), chiqueiro (11,1%) e curral (9,6%). Em Cujupe, o padrão foi semelhante, pois dos 3.528 espécimes de maruins coletados o mangue contribuiu com 44%, seguido pelo galinheiro (28,1%), chiqueiro (24,7%) e curral (3,1%).

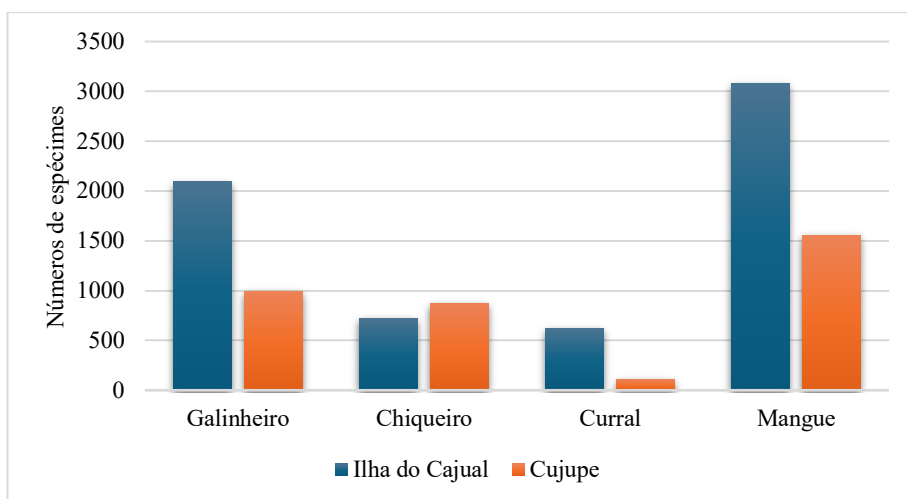


Figura 6. Abundância de maruins coletados por abrigos de animais domésticos e no mangue da Ilha do Cajual e Cujupe, município de Alcântara, Maranhão, Brasil.

Similaridade entre os abrigos

O dendrograma de similaridade, elaborado no Past e calculado a partir do índice de Bray–Curtis, permitiu avaliar a relação entre os ambientes analisados (Figura 7). O Curral apresentou menor similaridade (20% a 30%) em relação aos demais, destacando-se como o ambiente mais distinto. Por outro lado, os ambientes Chiqueiro e Mangue apresentaram maior proximidade (71%), formando um agrupamento com elevados valores de similaridade.

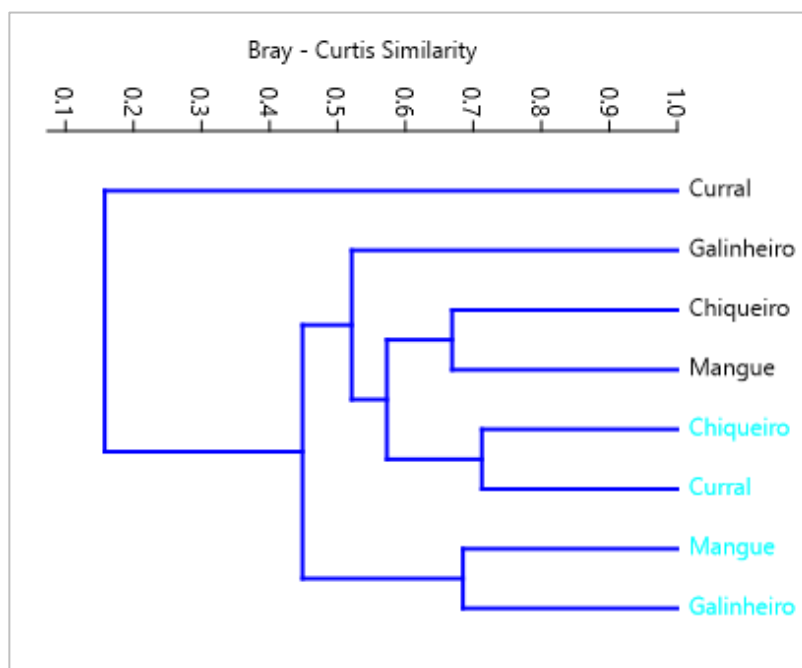


Figura 7. Agrupamento dos abrigos de animais domésticos e mangue, em relação a abundância das espécies de maruins coletados na Ilha do Cajual e Cajupe, município de Alcântara, Maranhão, Brasil. Em preto: Ilha do Cajual; em Azul: Cajupe.

Beta diversidade por localidade e ano

A beta diversidade foi elevada em ambas as localidades e anos de amostragem, indicando alta heterogeneidade na estrutura das comunidades. Em Cajual, a dissimilaridade total foi maior em 2023 ($\beta = 0,85$), sendo predominantemente explicada pelo turnover balanceado, sugerindo substituição de espécies entre os pontos amostrados. Em 2024, observou-se redução da beta diversidade ($\beta = 0,72$), acompanhada de menor contribuição do turnover e maior influência do gradiente de abundância, indicando maior homogeneidade e variações associadas principalmente às abundâncias relativas das espécies.

Em Cajupe, a beta diversidade permaneceu elevada nos dois anos ($\beta \approx 0,80-0,82$), porém com mudança no mecanismo estruturador: em 2023 predominou o turnover de espécies, enquanto em 2024 a dissimilaridade foi majoritariamente explicada por gradientes de abundância, sugerindo influência de fatores ambientais ou sazonais. Os valores de stress do NMDS foram baixos em todas as análises, indicando boa a excelente representação da estrutura multivariada.

Comparação da Beta diversidade entre as áreas e anos

A comparação espacial entre Cajual e Cajupe revelou elevada dissimilaridade ($\beta = 0,93$), amplamente dominada pelo turnover balanceado, evidenciando forte substituição

de espécies entre as localidades. Entretanto, a PERMANOVA não detectou diferenças estatisticamente significativas na composição das comunidades em função do habitat ($p = 0,77$), apesar de este fator explicar parte da variação observada, mesmo sendo muito pequena ($R^2 = 0,15$). Esse resultado indica que a alta heterogeneidade interna e a sobreposição na composição das espécies podem limitar a discriminação estatística entre habitats, mesmo diante de padrões claros de diferenciação ecológica detectados pelas métricas de beta diversidade e pela ordenação multivariada.

A comparação temporal conjunta (2023–2024) por meio do NMDS indicou relativa estabilidade na composição global das comunidades em ambas as localidades, apesar das variações internas observadas nos componentes da beta diversidade. Isso sugere que as mudanças entre os anos estiveram mais associadas a rearranjos na abundância ou substituições locais do que a alterações drásticas na composição faunística.

Ocorrência dos espécimes de maruins nas estações chuvosa e de estiagem

O total de espécimes também variou ao longo do período, porém não acompanhou de forma diretamente a precipitação, visto que, em abril, mesmo com elevada pluviosidade, houve redução no número de espécimes em relação a fevereiro, enquanto em outubro foi registrado aumento no total de espécimes mesmo sob baixa precipitação (Figura 8).

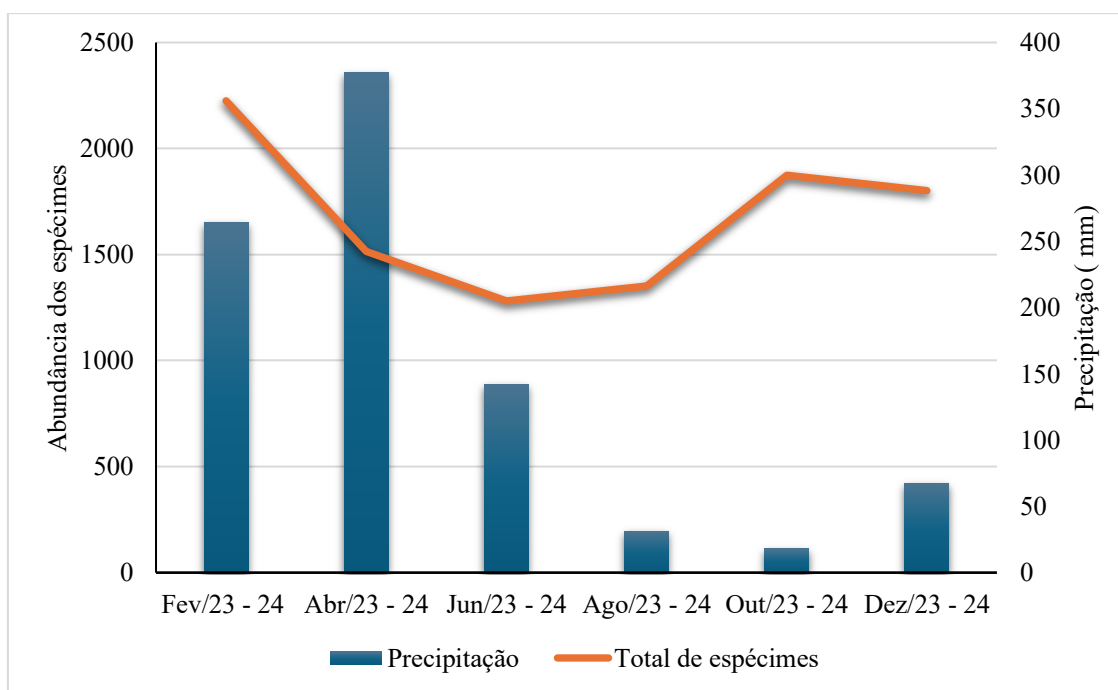


Figura 8. Correlação entre a precipitação mensal e o total de espécimes de maruins coletados de fevereiro de 2023 a dezembro de 2024, na Ilha do Cajual e Cujupe, município de Alcântara, Maranhão, Brasil.

A correlação entre a precipitação mensal e o total de espécimes foi avaliada por meio dos coeficientes de Spearman. Os resultados indicaram ausência de correlação entre as variáveis (Spearman: $\rho = -0,03$; $p = 0,96$), demonstrando que a variação no total de espécimes não esteve diretamente associada às variações no regime de precipitação durante o período analisado.

Mudança sazonal no ranque de abundância das espécies

A espécie dominante nas duas estações foi *C. guyanensis*. Mas a partir do segundo posto, a ordem de abundância das espécies mudou entre as estações. Durante a estação chuvosa as três espécies que sucederam à *C. guyanensis*, na ordem de importância, foram *C. foxi*, *C. insignis* e *C. ignacioi*. Essa ordem mudou na estação de estiagem, visto que a sucessão passou a ser de *C. maruim*, *C. leopoldoi* e *C. limai*. As outras mudanças podem ser vistas diretamente na figura 9.

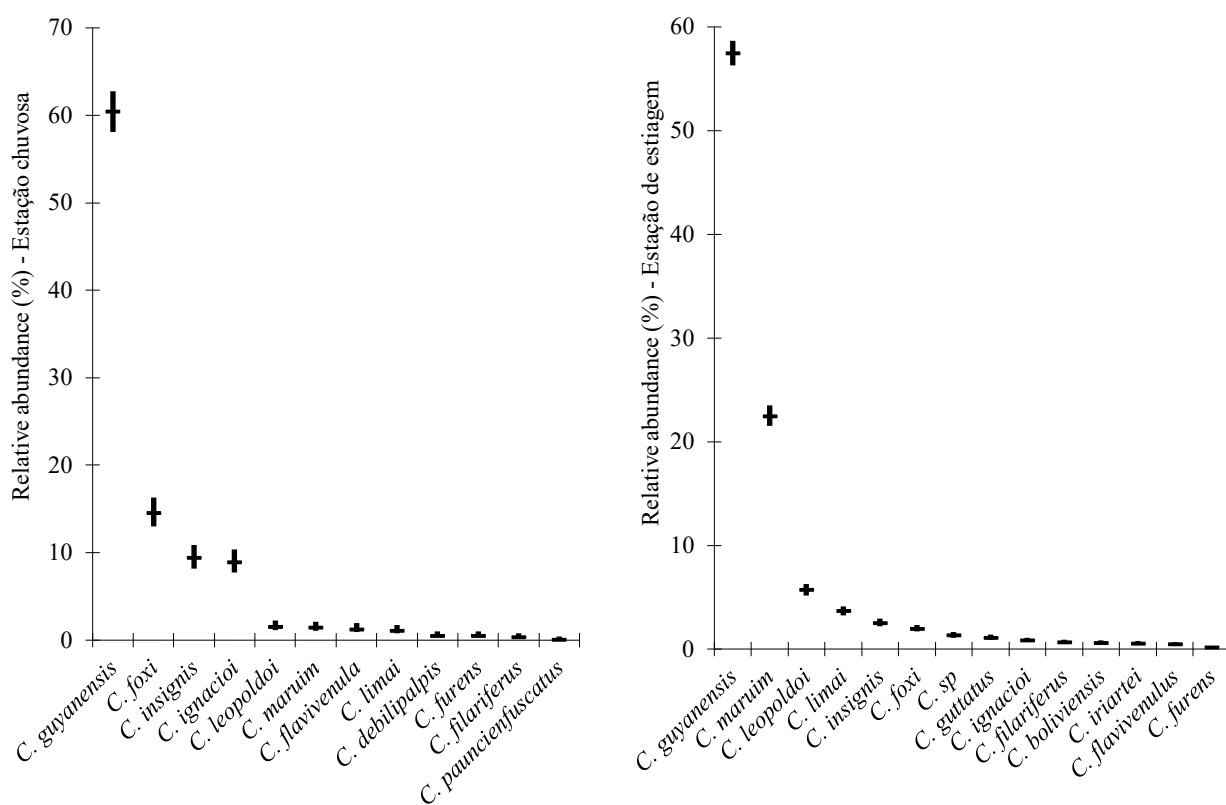


Figura 9. Ranque de abundância das espécies de maruims nas estações Chuvosa e de Estiagem, em dados agrupados do município de Alcântara, Maranhão, Brasil.

DISCUSSÃO

A riqueza da fauna do gênero *Culicoides*, registrada neste estudo (21 espécies) foi considerada elevada e é típica de ecossistema litorâneo de manguezais. Essa afirmativa

tem apoio nos resultados semelhantes obtidos nos estudos de Rios et al. (2020), que registraram 22 espécies no manguezal da vizinha Ilha de São Luís-MA, Brasil. Esse resultado também é compatível com os levantamentos entomológicos realizados em ambientes costeiros e estuarinos de outras áreas biogeográficas neotropicais, destacadas como áreas de elevada diversidade do grupo e hotspots de abundância (Borkent e Spinelli, 2007; Spinelli et al. 2015).

Do ponto de vista ecológico, a predominância dos espécimes no ecossistema de manguezal pode ser explicada pela elevada umidade, salinidade variável e grande acúmulo de matéria orgânica, conforme discutido por Borkent (2016) e Carpenter et al. (2013). Esses ambientes estáveis e ricos em matéria orgânica fornecem condições favoráveis à oviposição, ao desenvolvimento larval e persistência de populações adultas de maruins em números elevados o ano inteiro (Mellor et al. 2000, Carpenter et al. 2013).

Em termos de diversidade de grupos evolutivos dentro do gênero *Culicoides*, verificou-se que o predomínio do subgênero *Hoffmania* está de acordo com estudos recentes conduzidos no Brasil e na América do Sul, onde constitui um dos subgêneros mais representativos, devido à sua ampla plasticidade ecológica (Borkent 2016, Spinelli et al. 2017). A ocorrência expressiva de espécies do subgênero *Haematomyidium* e do grupo *limai* também segue o padrão de *Hoffmania*, por que se associa com ambientes úmidos e manguezais (Santos et al. 2018, Castro et al. 2022).

Destaca-se no presente estudo, a maior riqueza de maruins na Ilha do Cajual em comparação a Cajupe. As condições ambientais em ambas as áreas são similares, mas a área de manguezal é maior na Ilha do Cajual. Supõe-se que nesta localidade há maior aporte de matéria orgânica e disponibilidade de micro-habitats, além da existência de rica fauna de vertebrados, criando condições favoráveis ao desenvolvimento dos maruins imaturos e adultos (Silva et al. 2016, Santos et al. 2018, Castellón e Ferreira 2020; Rios et al. 2020). Esses aspectos reforça o papel do manguezal como ambiente-chave para a manutenção da diversidade dos maruins.

Os valores de diversidade e equitabilidade obtidos para a Ilha do Cajual e Cajupe indicam que em ambas as áreas poucas espécies concentram maior proporção de indivíduos. Porém, as análises de diversidade e equitabilidade indicaram diferenças discretas na estrutura das comunidades de *Culicoides* entre as áreas estudadas. A Ilha do Cajual apresentou valores ligeiramente superiores de diversidade e equitabilidade em relação a Cajupe. Tal resultado sugere uma comunidade com diversidade intermediária e

distribuição moderadamente desigual das espécies, conforme verificado também por Bandeira et al. (2016) e Rios et al. (2020) em outras áreas de manguezal do Maranhão. Mesmo assim, os índices apontam para uma comunidade ecologicamente estruturada, em que a presença de múltiplas espécies de *Culicoides* contribui para um padrão de abundância relativamente heterogêneo entre os sítios amostrados. A heterogeneidade ambiental típica de manguezais e áreas estuarinas contribui para o aumento da diversidade e da equitabilidade em comunidades de *Culicoides* (Costa et al. 2021, Spinelli et al. 2017).

A Análise de Variância (ANOVA) não indicou diferenças estatisticamente significativas nas abundâncias médias entre a Ilha do Cajual e o Cujupe. Esse resultado sugere que, embora haja ajustes locais na composição e na distribuição das espécies, a estrutura geral das comunidades permanece semelhante entre os ambientes analisados. De acordo com Borkent (2016) e Spinelli et al. (2015), esse padrão é característico de comunidades de *Culicoides* em ambientes tropicais, nas quais poucas espécies concentram a maior proporção de indivíduos, sem que se estabeleça dominância extrema de um único táxon.

Com relação às espécies de maruins estudadas, *C. guyanensis* foi notadamente dominante em ambas as áreas, demonstrando possuir grande potencial biótico local, o que influencia na comunidade caracterizada pela dominância de poucas espécies. Essa espécie sozinha, representou mais de 50% dos indivíduos coleados. A dominância de *C. guyanensis* tem sido amplamente registrada em levantamentos realizados em manguezais e ambientes peridomiciliares ao longo do litoral brasileiro, incluindo áreas do Sudeste, Nordeste e Norte do país (Felippe-Bauer et al. 2008, Santana et al. 2019, Costa et al. 2021, Castro et al. 2022, Pimenta et al. 2025). Estudos conduzidos em ilhas costeiras e zonas estuarinas no Brasil também apontam essa espécie como uma das mais abundantes, apresentando elevada tolerância a variações ambientais (Pereira et al. 2019, Santos et al. 2018). Esse padrão é recorrente em ambientes costeiros neotropicais e tem sido amplamente estudado por Spinelli et al. (2017) e Costa et al. (2021). Segundo esses autores, a elevada abundância dessa espécie está associada à ampla plasticidade ecológica e à capacidade de exploração de ambientes sob influência de marés, característico de manguezal.

A abundância das espécies variou de acordo com os diferentes tipos de abrigos amostrados em ambas as localidades. Em ambas as áreas, o mangue concentrou o maior número de maruins, seguido pelo galinheiro, chiqueiro e curral. Os ambientes de mangue

e galinheiro constituem os principais focos de ocorrência das espécies, concentrando a maior parte dos indivíduos coletados em ambas as localidades. Resultados semelhantes foram registrados em diferentes regiões do Brasil por Felipe-Bauer et al. (2008) e Santana et al. (2019) que apontam manguezais e ambientes peridomiciliares como os principais focos de abundância desse grupo, especialmente em áreas costeiras e estuarinas. Os galinheiros e chiqueiros (Felipe-Bauer et al. 2008, Castro et al. 2022, Santana et al. 2019) atuam como importantes focos de atração alimentar devido à presença constante de hospedeiros vertebrados, o que contribui para a agregação de adultos e reforça o papel desses abrigos na dinâmica populacional desse gênero (Mellor et al. 2000, Carpenter et al. 2013).

O dendrograma de similaridade demonstrou que o curral na Ilha do Cajual apresentou menor similaridade em relação aos demais ambientes, configurando-se como o abrigo mais distinto. Segundo Clarke e Warwick (2001), baixos valores de similaridade indicam diferenças expressivas na composição e na abundância das espécies, frequentemente associadas a ambientes com menor complexidade ecológica. Em estudos com comunidades de insetos hematófagos, (Legendre e Legendre 2012, Anderson 2001) destacam que ambientes estruturalmente mais homogêneos tendem a apresentar menor similaridade com áreas mais úmidas e heterogêneas. No caso de *Culicoides*, trabalhos realizados também registraram baixa similaridade de currais quando comparados a outros abrigos, atribuída à menor disponibilidade de criadouros adequados (Bandeira et al. 2016, Felipe-Bauer et al. 2008).

Já os ambientes chiqueiro e mangue na Ilha do Cajual e, galinheiro e mangue em Cajupe apresentaram elevada similaridade, formando um agrupamento consistente, o que indica composição faunística semelhante. Borkent (2016) afirma que ambientes caracterizados por alta umidade, acúmulo de matéria orgânica e influência indireta de marés favorecem a ocorrência de espécies generalistas e abundantes de *Culicoides*, resultando em elevados níveis de similaridade entre comunidades. Resultados semelhantes foram observados por Gusmão et al. (2015) e por Santana et al. (2019) em ambientes peridomiciliares do Nordeste brasileiro, nos quais manguezais e abrigos associados a animais domésticos compartilharam espécies dominantes. Estudos ressaltam que a proximidade entre criadouros naturais e fontes alimentares contribui para a homogeneização da estrutura das comunidades, explicando os elevados valores de similaridade observados entre esses ambientes (Mellor et al. 2000, Carpenter et al. 2013).

O total de espécimes variou sem acompanhar de forma proporcional o regime pluviométrico. Isto indica que, embora a precipitação influencie a dinâmica dos organismos, a abundância observada é resultado da interação de múltiplos fatores ambientais e biológicos, não sendo determinada exclusivamente pelo regime pluviométrico. Situação semelhante foi observada por Felipe-Bauer et al. (2008) em áreas de manguezal no Sudeste do Brasil, onde a abundância de maruins não apresentou resposta linear à precipitação mensal. Santana et al. (2019) em seus estudos no Nordeste brasileiro demonstraram que picos populacionais podem ocorrer mesmo em períodos de menor pluviosidade, indicando que fatores como disponibilidade de criadouros, matéria orgânica e oferta de hospedeiros exercem papel determinante na dinâmica das populações.

A ausência de correlação entre a precipitação mensal e o total de espécimes, reforça que a abundância desses insetos resulta da interação de múltiplos fatores ambientais e biológicos. Variáveis como temperatura, umidade relativa, estabilidade dos criadouros e comportamento alimentar podem exercer influência mais direta sobre a atividade e densidade populacional desses insetos do que a precipitação isoladamente (Mellor et al. 2000, Carpenter et al. 2013). Em regiões amazônica e costeiras, ambientes com manguezais mantêm condições favoráveis ao desenvolvimento larval mesmo durante períodos menos chuvosos, o que explica a manutenção ou aumento da abundância em meses de baixa pluviosidade, como observado neste estudo (Spinelli et al. 2015).

A presença de espécies de importância médica-veterinária, tais como *C. insignis* e *C. paraensis*, reforça a relevância ecológica e epidemiológica dos ambientes onde os maruins foram estudados. A ocorrência dos maruins em diferentes habitats, indica potencial risco de transmissão de patógenos, especialmente, em áreas de contato humano e animal, bem como, a necessidade de inquéritos entomológicos contínuos, para preencher eventuais lacunas, mas também para detectar espécies com potencial vetorial para determinadas arboviroses (Borkent e Dominiak 2020, Costa et al. 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo demonstram que as comunidades de *Culicoides* em ambientes costeiros de Alcântara-Maranhão apresentam elevada diversidade, com maior riqueza e abundância na Ilha do Cajual e predomínio de espécies associadas a ambientes úmidos, especialmente manguezais. As análises indicaram que poucos táxons concentram a maior parte dos indivíduos, mesmo que *C. guyanensis* tenha representado

com mais da metade dos espécimes capturados, e que a composição faunística varia conforme o tipo de abrigo, com maior similaridade entre mangue e chiqueiro e distinção do curral. A ausência de correlação entre precipitação e abundância reforça que a dinâmica populacional desse gênero é influenciada por múltiplos fatores ambientais e biológicos, como disponibilidade de criadouros, matéria orgânica e presença de hospedeiros. De forma geral, os padrões observados corroboram estudos prévios realizados em áreas costeiras do Brasil e evidenciam a importância dos manguezais e ambientes peridomiciliares na manutenção da diversidade de ceratopogonídeos, além de ressaltar a relevância desses insetos do ponto de vista ecológico e epidemiológico.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, Oxford, v. 26, n. 1, p. 32–46, 2001.
- BANDEIRA, M. C. A.; BRITO, G. A.; PENHA, A.; SANTOS, C. L. C.; REBÊLO, J. M. M. The influence of environmental management and animal shelters in vector control of (Diptera: Ceratopogonidae) in northeastern Brazil. **Journal of Vector Ecology**, v. 42, p. 113-119, 2017.
- BANDEIRA, M. C. A.; GUSMÃO, D. S.; SILVA, F. S.; REBÊLO, J. M. M. Abundance and seasonality of Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) in northeastern Brazil. **Journal of Medical Entomology**, Oxford, v. 53, n. 5, p. 1163–1171, 2016.
- BORKENT, A. World species of biting midges (Diptera: Ceratopogonidae). **Zootaxa**, Auckland, v. 3873, n. 1, p. 1–69, 2016.
- BORKENT, A.; DOMINIAK, P. Catalog of the biting midges of the world (Diptera: Ceratopogonidae). **Zootaxa**, Auckland, v. 4787, n. 1, p. 1–377, 2020.
- BORKENT, A.; SPINELLI, G. R. Neotropical Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae): new species and records. **Zootaxa**, Auckland, v. 1654, p. 1–36, 2007.
- CARPENTER, S.; GROSCUP, M. H.; GARROS, C., FELIPPE-BAUER, M. L.; PURSE, B. V. Culicoides biting midges, arboviruses and public health in Europe. **Antiviral research**, v. 100, n. 1, p. 102-113, 2013.
- CARPENTER, S.; WILSON, A.; BARBER, J.; VERONESI, E.; MELLOR, P.; VENTER, G.; GUBBINS, S. Temperature dependence of the extrinsic incubation period of orbiviruses in Culicoides biting midges. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 8, n. 11, e78987, 2013.
- CARPENTER, S.; WILSON, A.; BARBER, J.; VERONESI, E.; MELLOR, P.; VENTER, G. J.; GUBLER, D. Vector competence of *Culicoides* biting midges for arboviruses: a review. **Parasites & Vectors**, Londres, v. 6, n. 1, p. 1–15, 2013.
- CASTELLÓN, E. G.; FERREIRA, R. L. B. Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) in coastal environments of Brazil. **Acta Tropica**, Amsterdam, v. 211, p. 105612, 2020.
- CASTRO, A. C. L.; COSTA, J. C.; SILVA, F. S.; REBÊLO, J. M. M. Ecological aspects of Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) in peridomestic environments of northeastern Brazil. **Acta Tropica**, Amsterdam, v. 234, p. 106575, 2022.

CASTRO, R. M.; COSTA, J. C.; SILVA, F. S.; REBÊLO, J. M. M.; PEREIRA, A. C.; LIMA, T. F.; SOUZA, L. S. Diversity and ecological aspects of *Culicoides* in mangrove areas of Brazil. **Parasites & Vectors**, London, v. 15, p. 112, 2022.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. 2. ed. Plymouth: PRIMER-E, 2001. 176 p.

COSTA, J. C.; LOROSA, E. S.; MORAES, J. L. P.; REBELO, J. M. M. Espécies de *Culicoides* (Diptera; Ceratopogonidae) e hospedeiros potenciais em área de ecoturismo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Brasil. **Rev Pan-Amaz Saude**, Ananindeua, v. 4, n. 3, p. 11-18, set. 2013.

COSTA, J. C.; CASTRO, A. C. L.; SILVA, F. S.; REBÊLO, J. M. M. Diversity and ecological aspects of *Culicoides* in coastal environments of Brazil. **Acta Tropica**, Amsterdam, v. 223, p. 106094, 2021.

COSTA, J. C.; LOROSA, E. S.; MORAES, J. L. P.; REBÊLO, J. M. M. Biting midges (*Culicoides*) of medical and veterinary importance in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 65, 2021.

DEGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A.; HERVE, J. P.; VASCONCELOS, P. F. C.; TRAVASSOS DA ROSA, J. F. S.; SÁ FILHO G. C.; PINHEIROS, F. P. Evolutionary aspects of the ecology of arboviruses in Brazilian Amazonian, South America. In APA Travassos da Rosa, PFC. Vasconcelos, JFS Travassos da Rosa (eds), An Overview of Arbovirology in Brazil and Neighbouring Countries, **Instituto Evandro Chagas**, Belém, p. 42-60, 1998.

FELIPPE-BAUER, M. L. A importância do padrão das manchas das asas em *Culicoides* (Latreille, 1809)(Diptera: Ceratopogonidae): sua limitação. **Entomol. Vect**, v. 10, n. 4, p. 595-600, 2003.

FELIPPE-BAUER, M. L.; DAMASCENO, C. P.; PY-DANIEL, V. *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) from coastal and mangrove areas of Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 103, n. 3, p. 254–262, 2008.

FELIPPE-BAUER, M. L.; DAMASCENO, C. P.; PY-DANIEL, V.; SILVA, C. S. Abundância e sazonalidade de *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) em áreas de manguezal do Sudeste do Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 103, n. 5, p. 463–469, 2008.

FORATTINI, O. P.; RABELLO, E. X.; PATTOLI, D. *Culicoides* da Região Neotropical (Diptera, Ceratopogonidae). II - Observações sobre biologia em condições naturais. **Arquivos da Faculdade de Higiene e Saúde Pública da Universidade de São Paulo**, São Paulo, Brasil, v. 12, n. 1, p. 1–52, 1958.

GUALAPURO, M. R. G. 2013. **Contribución al estudio de la fauna de *Culicoides* (Díptera Ceratopogonidae) en la zona norte del Ecuador**. 70 f. Tese (Doutorado). Universidad San Francisco de Quito. Ecuador: 2013.

GUSMÃO, G. M. C.; LOROSA, E. S.; BRITO, G. A.; MORAES, L. S.; BASTOS, V. D. J. C.; REBELO, J. M. M. Determinação das fontes de repasto sanguíneo de *Culicoides* Latreille (Diptera, Ceratopogonidae) em áreas rurais do norte do estado do Maranhão, Brasil. **Biotemas**, v. 28, n. 1, p. 51-58, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 3. ed. Amsterdam: Elsevier, 2012. 990 p.
- LINLEY, J. R.; HOCH, A. L.; PINHEIRO, F. P. Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) and human health. **Journal of Medical Entomology**, v. 20, n. 4, p. 347-364, 1983.
- MELLOR, P. S.; BOORMAN, J.; BAYLIS, M. Culicoides biting midges: their role as arbovirus vectors. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 45, p. 307–340, 2000.
- MELLOR, P. S.; CARPENTER, S. I. M. O. N.; WHITE, D. M.; MELLOR, P.; BAYLIS, M.; MERTENS, P. Bluetongue virus in the insect host. **Bluetongue**, v. 295, p. 320, 2009.
- PIMENTA, S. S.; PIMENTA, A. C. S.; PINHEIRO, L. C.; CARVALHO, L. da S. B.; BANDEIRA, M. da C. A.; PEREIRA, A. C. N.; REBÊLO, J. M. M. Composição e ranque de abundância da fauna continental e insular de Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) de Alcântara, Maranhão, Brasil. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 22, n. 7, p. e16098, 2025.
- PINHEIRO, F. P.; TRAVASSOS DA ROSA, A. P.; GOMES, M. L.; LEDUC, J. W.; HOCH, A. L. Transmission of Oropouche virus from man to hamster by the midge *Culicoides paraensis*. **Science**, v. 215, n. 4537, p. 1251-1253, 1982.
- PUGEDO, H.; BARATA, R. A.; FRANÇA-SILVA, J. C. HP: um modelo aprimorado de armadilha luminosa de sucção para a captura de pequenos insetos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. 38: 70-72.7, 2005.
- REBÊLO, J. M. M.; RODRIGUES, B. L.; BANDEIRA, M. C. A.; MORAES, J. L. P.; FONTELES, R. S.; PEREIRA, S. R. F. 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**, v. 41, n. 2, p. 303-308, 2016.
- RIOS, A. F.; COSTA, J. P. C.; BRITO, A. V. M.; COELHO, T. S.; BANDEIRA, M. C. A.; REBÊLO, J. M. M. Effect of vertebrate feces on the attraction of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) in an Amazonian mangrove. **Journal of Vector Ecology**, v. 45, n. 1, p. 127-134, 2020.
- RODRIGUES, A. A. F. Ocorrência da reprodução de *Eudocimus ruber* na ilha do Cajual, Maranhão, Brasil (Ciconiiformes: Threskiornithidae). **Ararajuba**, v. 3, n. 1, p. 67-68, 1995.
- SANTANA, A. L.; SILVA, F. S.; REBÊLO, J. M. M. Abundance and diversity of *Culicoides* in peridomestic environments of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 63, n. 4, p. 320–327, 2019.
- SANTAREM, M. C. A.; FELIPPE-BAUER, M. L. **Brazilian species of Biting Midges**. 2025. Disponível em: https://fiocruz.br/sites/fiocruz.br/files/documentos_2/BRAZILIAN%20SPECIES%20OF%20BITING%20MIDGES%202025%20.pdf.
- SANTOS, A. C. G.; NUNES, Z. M.; FARIAS FILHO, M. S.; ARAÚJO, F. L.; MOREIRA, J. F. Análise Geológica, Geomorfológica e Ambiental da Ilha do Cajual em Alcântara – Ma. **ANAIS IX SINAGEO**, Rio de Janeiro, 2012.
- SANTOS, E. B.; SILVA, L. R.; MEDEIROS, J. F.; COSTA, J. C.; JULIÃO, G. R.; PESSOA, F. A. C.; FEITOZA, L. H.; CARVALHO, L. P. C.; RIOS, F. G. F.; SILVA, G.

- S.; DE PAULO, P. F. M. *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) in mangrove ecosystems: diversity and seasonality. **Acta Tropica**, Amsterdam, v. 178, p. 203–210, 2018.
- SHELLEY, A. J.; COSCARÓN, S. Simuliid blackflies (Diptera: Simuliidae) and ceratopogonid midges (Diptera: Ceratopogonidae) as vectors of *Mansonella ozzardi* (Nematoda: Onchocercidae) in northern Argentina. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 96, p. 451–458, 2001.
- SILVA, F. S.; BRITO, J. M.; COSTA-NETA B. M. Field evaluation of light-emitting diode as attractant for blood-sucking midges of the genus *Culicoides* Latreille (Diptera: Culicomorpha, Ceratopogonidae) in the Brazilian Savanna. **Entomological News**, 125: 1–6. 2015.
- SILVA, F. S.; PEREIRA, J. S.; SANTOS, E. B.; COSTA, J. C.; JULIÃO, G. R.; PESSOA, F. A. C.; MEDEIROS, J. F.; FEITOZA, L. H.; CARVALHO, L. P. C.; RIOS, F. G. F. Insect diversity in insular and continental coastal environments. **Journal of Insect Conservation**, Dordrecht, v. 20, p. 983–993, 2016.
- SPINELLI, G. R.; MARINO, P. I.; RONDEROS, M. M. The genus *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) in the Neotropical region: diversity and distribution patterns. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, Buenos Aires, v. 76, n. 1–2, p. 1–19, 2017.
- SPINELLI, G. R.; RONDEROS, M. M.; DÍAZ, F.; MARINO, P. I. The bloodsucking biting midges of Argentina (Diptera: Ceratopogonidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 100, n. 2, p. 137–150, 2005.
- SPINELLI, G. R.; RONDEROS, M. M.; MARINO, P. I.; CÁCERES, A. G. Biting midges (*Culicoides*) of coastal environments in South America. **Parasites & Vectors**, Londres, v. 8, p. 1–12, 2015.
- SPINELLI, G. R.; RONDEROS, M. M.; MARINO, P. I.; CÁCERES, A. G.; FERREIRA, R.; GREINER, E. C. Diversity of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) in coastal regions of South America. **Zootaxa**, Auckland, v. 4272, n. 1, p. 1–75, 2017.
- VIENNET, E.; GARROS, C.; RAKOTOARIVONY, I.; ALLÈNE, X.; GARDÈS, L.; LANCELOT, R.; BALENGHIEN, T. Host-seeking activity of *Culicoides* biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) on a horse farm in the south-west of France. **Parasites & Vectors**, 6, 147, 2013.
- WIRTH W. W.; BLANTON F. S. 1973. A review of the maruins or biting midges of the genus *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) in the Amazon Basin. **Amazoniana**. v. IV, f. 4, 405–470 p.
- WIRTH, W. W.; DYCE, A. L.; SPINELLI, G. R. An atlas of wing photographs, with a summary of the numerical characters of the neotropical species of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). **Contrib. Am. Entomol. Inst.** v. 25, p. 1–72, 1988.
- WIRTH, W. W.; FELIPPE-BAUER, M. L. The neotropical biting midges related to *Culicoides paraensis* (Diptera: Ceratopogonidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 84, p. 551–565, 1989.
- WIRTH, W. W.; MARSTON, N. B. A method for mounting small insects on microscope slides in Canada balsam. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 61, n. 3, p. 783–784, 1968.

ANEXO

NORMAS de Submissão no Periódico

Journal of Medical Entomology

About

The *Journal of Medical Entomology* publishes reports on all aspects of medical, veterinary, and public health entomology. The journal emphasizes studies on the biology, ecology, genetics, systematics, surveillance, and predictive modeling and management of arthropods that cause direct or indirect damage to the health of humans, livestock, companion animals, and wildlife or that invade corpses. Reports on the pharmacological properties of arthropod-derived compounds and the use of arthropods as model systems for human disease are not being accepted. The journal is published bimonthly in January, March, May, July, September, and November.

Basic Formatting Requirements

- Format your manuscript main document (doc, docx, rtf, or tex) with continuous line numbers and 12pt double-spaced font, in a single column, with page numbers in the lower right corner of each page.
- The [title page and abstract](#) is the first page of the manuscript main document
- Tables may be included at the end of the main document, after the references, or uploaded as a separate Word document. We cannot accept Excel files, unless they are for supplementary tables.
- Table legends appear under each individual table.
- Figures must be uploaded as separate figure files (tif or eps are preferred).
- Include figure legends in the main document, after the references.
- References listed in alphabetical order, cited by author and year in the text (not numbered).

Charges, Licences, and Self-Archiving

Authors publishing with JME may choose to publish with subscription-based access or Open Access. Authors publishing Open Access are subject to Open Access fees (see Open Access section below); charges are discounted for ESA members.

Journal of Medical Entomology will be moving to online-only beginning in the 2026 volume and will be adopting a flat publication charge (\$500 for ESA members, \$1,000

for non-members) for the standard license instead of page and color charges. The new charge will apply to all papers submitted September 1 2025 or later.

Title	Summary	Standard Publication Fee	Open Access Fee ¹
<i>American Entomologist</i>	Print and online member magazine offers free publication, with the option to publish under an open access license for a fee.	None	\$4,544
<i>Annals of the Entomological Society of America</i> <i>Environmental Entomology</i> <i>Insect Systematics and Diversity</i> <i>Journal of Economic Entomology</i> <i>Journal of Medical Entomology</i>	Online-only subscription journals with a flat fee for standard publication. ESA members without financial support for publication may apply for a standard publication waiver for one article annually. This waiver does not cover fees for open-access. Authors who choose open access pay the open-access fee, but the standard publication fee is not assessed. ⁴ Note for authors of papers submitted before September 1, 2025	ESA member: \$500 Nonmember: \$1,000 ² Developing country: Free	\$4,544
<i>Journal of Insect Science</i>	Online-only, fully open-access journal with mandatory open-access fees.	None	Member: \$1,823 Nonmember: \$2,279 ³ Developing country: Free or discounted

Title Page

The title page should include:

1. Corresponding author: Include full name, mailing address, telephone number, and email address.
2. Title: Should be as short as possible. Only include common names that are listed in the ESA Common Names of Insects & Related Organisms. Do not include authors of scientific names. Insert “([Order]: [Family])” immediately after the name of the organism.
3. Author list: Include all authors in the order the names should be published.
4. Affiliation line: Include full addresses of all authors. If there are multiple affiliations, designate through numbered footnotes.

5. Abstract

- a. 250 words or less.
- b. Give scientific name and authority at first mention of each organism.
- c. Do not cite references, figures, tables, probability levels, or results.
- d. Refer to results only in the general sense.

An optional second abstract in a second language.

6. Keywords

- a. Below the abstract, provide three to five keywords, separated by commas.
- b. Do not use abbreviations, combined keywords, or species names.

Introduction

Clearly state the basis of your study along with background information and a statement of purpose.

Materials and Methods

Include a clear and concise description of the study design, experiment, materials, and method of statistical analysis.

Results

Clearly present the results. Do not include interpretation of results or interpretation of statistical analysis—simply present the results of the experiment and the results of the statistical analysis. Data listed in tables should not be listed in the results; instead, refer to the table.

Discussion

Interpret and discuss results of the study and their implications. Include suggestions for direction of future studies, if appropriate.

Acknowledgments

Place the acknowledgments after the manuscript text. You may thank individuals and briefly describe their contributions to the manuscript in this section.

Funding

If there is no Funding, please include the heading “Funding” above the text “None declared.”

Conflicts of interest

If there are no conflicts of interest, please include heading “Conflicts of Interest” above the text “None declared.”

References and in-text citations

In-text citations:

For materials with one author, enclose the first author's surname and the publication year in parentheses, for example (Chang 1999) or (Smith 1970, 1975) to cite multiple works from the same author. For materials with two authors use both authors' surnames and the year of publication: (Mazan and Hoffman 2001). For 3 or more authors use the first author's surname and "et al." like this example: (Ito et al. 1999). Finally, to cite more than one reference: list materials chronologically as follows: (Singh 2011, Davidson 2015, Harding 2018).

Here are some basic formatting points for the bibliography:

- Only reference published and formally accepted (in press) articles. ESA discourages citing pre-print articles because they have not been peer reviewed, but in cases where it is necessary, the citation and reference should clearly label it as a pre-print. Whenever possible, the final published article should be cited.
- List references alphabetically by first author surname. List multiple references from the same author chronologically.
- Add an alphabetic designator to the year in the in-text and end reference when there are references from the same author in the same year, for example: (Johnson 2023a, 2023b)
- Author names are given surname first, followed by initials—with no punctuation except for commas between authors and a period at the end.
- Include all author names unless there are more than 3. If a reference has 4 or more authors, give only the first 3 names followed by "et al." and the publication year.
- For journal references, volume number is required. Issue number is optional.
- Abbreviate journal titles according to the List of Title Word Abbreviations: [Access to the LTWA | ISSN](#) (see examples)
 - Journal of Medical Entomology: J. Med. Entomol.
 - Journal of Economic Entomology: J. Econ. Entomol.
 - Annals of the Entomological Society of America: Ann. Entomol. Soc. Am.
- Do not abbreviate non-English titled journals.
- Systematics-related articles may specify that all serial titles be spelled out for final publication.
- When available, include the stable doi URL at the end of the reference or the doi.

Sample reference styles

- Journal Article : Author surname(s) and initial(s), et al. Publication year. Article title. Abbreviated Journal Title. Volume number:start page-end page. [stable doi URL] or DOI:doi

Schmidt LS, Schmidt JO, Rao H, et al. 1995. Feeding preference and survival of young worker honey bees (hymenoptera: Apidae) fed rape, sesame, and sunflower pollen. J. Econ. Entomol. 88:1591-1595. <https://doi.org/10.1093/jee/88.6.1591>.

- Book: Author surname(s) and initial(s), et al. Publication year. Editor(s). Book title, edition. Publisher.

Gravena S, Sterling W, Dean A. 1985. Abstracts, references, and key words of publications relating to the cotton worm *Alabama argillacea* (Huebner), (Lepidoptera: Noctuidae). Entomological Society of America.

- Section/Chapter in Book : Author surname(s) and initial(s), et al. Publication year. Title of Chapter in an Edited Book. In: Editor(s). Book Title. Edition. Publisher. Pages.