

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

THAYRINE LUANE MARTINS SARDINHA



**ASSEMBLEIA DE VESPAS (HYMENOPTERA, VESPIDAE) EM UMA ÁREA DE
MATA DE "TERRA FIRME", AMAZÔNIA ORIENTAL, BRASIL**

São Luís
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

THAYRINE LUANE MARTINS SARDINHA

**ASSEMBLEIA DE VESPAS (HYMENOPTERA, VESPIDAE) EM UMA ÁREA DE
MATA DE “TERRA FIRME”, AMAZÔNIA ORIENTAL, BRASIL**

São Luís
2016

THAYRINE LUANE MARTINS SARDINHA

**ASSEMBLEIA DE VESPAS (HYMENOPTERA, VESPIDAE) EM UMA ÁREA DE
MATA DE “TERRA FIRME”, AMAZÔNIA ORIENTAL, BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Biológicas da Universidade Federal do Maranhão, para
obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^ª. Dr. Gisele Garcia Azevedo.

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Fernando dos Santos

São Luís

2016

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

Sardinha, Thayrine Luane Martins.

Assembleia de vespas Hymenoptera: Vespidae em uma área de mata de "terra firme", Amazônia Oriental, Brasil /

Thayrine Luane Martins Sardinha. - 2016.

105 f.

Coorientador(a): Eduardo Fernando dos Santos.

Orientador(a): Gisele Garcia Azevedo.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016.

1. Biodiversidade. 2. Ecologia. 3. Entomologia. 4. Hymenoptera. 5. Sazonalidade. I. Azevedo, Gisele Garcia. II. dos Santos, Eduardo Fernando. III. Título.

THAYRINE LUANE MARTINS SARDINHA

**ASSEMBLEIA DE VESPAS (HYMENOPTERA, VESPIDAE) EM UMA ÁREA DE
MATA DE “TERRA FIRME”, AMAZÔNIA ORIENTAL, BRASIL**

Aprovada em / /

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Gisele Garcia Azevedo (Orientadora)

Prof. Dr. Marcel Gustavo Hermes

(1^o Examinador)

Ma. Suzanna de Sousa Silva

(2^o Examinador)

Msc. Alexandre Somavilla

(1^o Suplente)

Prof. Dr. Murilo Sérgio Drummond

(2^o Suplente)

Às mulheres da minha vida: mãe, vó e tia Lindy.

AGRADECIMENTOS

Quando se chega à conclusão de uma etapa tão importante e esperada, muitas coisas vêm à memória, desde o início da caminhada, ainda sem nenhuma experiência, os fraquejos, desafios, conquistas, alegrias e tristezas, até o presente momento. Com o meu coração de manteiga e com muitas lágrimas ao escrever essas linhas, agradeço a todos que participaram de alguma forma dessa fase. Agradeço, acima de tudo, à Deus, por ter sido tão presente, amoroso e gentil comigo ao longo desses 22 anos. E por estar refletido diariamente nas coisas que eu mais amo na vida: minha família, amigos, meus animais, os insetos e todo o restante da natureza.

Agradeço à PESSOA QUE EU MAIS AMO NESSE MUNDO, a rainha da minha vida, minha mãe. Sem dúvidas todo esse esforço pra concluir esse sonho inclui retribuir a tudo o que você fez por mim e por ter acreditado e sonhado junto. Amo-te muito, minha preta. Que esse seja só o início das nossas conquistas e que eu continue com você ao meu lado, com sua força, amor, confiança e seu lindo sorriso que faz meus dias muito mais felizes.

À toda a minha família e ao meu pai, que apesar de não entenderem bem o que eu faço, porque eu “sumo” e porque tanto viajo, continuam me aceitando na família. Obrigada vó por ser um exemplo de garra e comprometimento com seus sonhos, você é uma inspiração pra continuar na carreira acadêmica, você é uma linda estrela na minha vida. Obrigada vovô, por ter feito eu me sentir, durante toda minha vida, uma netinha muito amada. Por ter sido um pai e por ter despertado em mim, mesmo sem conhecimentos científicos, o amor pela natureza por meio das suas metáforas utilizando o mundo natural. Obrigada aos meus tios lindos, alegres e muito amorosos: Tio Júnior, Tia Lindy (que além de tia é minha segunda mãe, obrigada por sempre incentivar meus estudos e por ser “a mulher mais inteligente do mundo”), Tio Juarez, Tio Lucivaldo (Nhonhom) e Tio Batista, amo vocês!!

À minha orientadora, professora e tutora, Gisele Garcia Azevedo, por todas as oportunidades a mim concedidas, por ter acreditado em mim mesmo com todas as minhas dificuldades e, acima de tudo, ter despertado um amor e vocação no trabalho com esses insetos fantásticos que são as vespas. Você tem grande parcela na minha caminhada. Obrigada por ter me feito buscar a melhor versão de mim, pelas dicas, puxões de orelha, companheirismo, discussões, carinhos, conselhos e todo o restante. Ao meu coorientador Eduardo Fernando dos Santos, por ter topado fazer parte desse trabalho. Com o auxílio imensurável com as análises e escrita do texto, pela disposição em me ajudar por horas e

horas em reuniões via Skype, pela paciência e palavras de incentivo que muito me encorajaram a escrever esse trabalho.

Continuando na família LESPP, agradeço aos meus grandes amigos de laboratório por terem feito essa jornada mais amena com todo o companheirismo, risadas, produção, proatividade, tudo isso regado a muita “catrevagem”, zoeiras intermináveis e muita cerveja, claro. Agradeço ao meu maninho lindo, Elias DA COSTA, por ter sido realmente meu irmão. Sempre companheiro, confidente, incentivador, carinhoso, inteligente, exigente e por ter compartilhado sonhos. Sua amizade é muito preciosa pra mim. Ao David Barros Muniz, ou só “Tafi”, por ser uma das nossas referências dentro do laboratório. Por toda sua inteligência, perfeccionismo (às vezes insuportável), companheirismo, sempre disposto a ajudar a resolver um problema ou só passar o dia vendo besteira na internet. Por ser a pessoa mais fuleira com uma câmera na mão e pelas performances de Alma sebosa. Ao Lucas Martins, meu querido amigãozinho, por ser uma pessoa como poucas nesse mundo. Uma inspiração como pesquisador. Sempre impecável, sagaz, sério, correto, humilde (será?). Um amigo super fiel e zoeiro e pessoa sempre disposta a aloprrar pelos bares da vida e fazer muita feiúra, obrigada por “tuto”! Ao Diego Marinho, por compartilhar comigo os momentos de “não sou capaz de fazer isso”, por ter estado comigo desde o início da trajetória com as vespas. Por gostar das coisas que eu cozinho, por estar sempre disposto a ajudar em questões científicas, por todas as Diegadas da vida e por ter sido um amigo mais presente ainda nos últimos tempos. Ao José de Ribamar Miranda (Zezé, Zezinho, Zezo, Ribinha, Ribola, Ribolado, Pepa, Rabicó...) por ser uma pessoa de bom coração, disposto a ajudar e por ainda conseguir levar na brincadeira os apelidos que o pessoal do lab põe nele (eu, particularmente, acho um absurdo). À Ananda Martins que, assim como seu irmão, é mais um dos poucos exemplos de pessoas espelháveis nesse mundo tão hostil. Sempre tão meiga, alegre, inteligente e com energia contagiante. Obrigada por todas as coreografias, Diva e por sempre entender que todas as músicas que tocam são minhas hehehe. À Gabriela Almeida, por ser um doce de pessoa, responsável, amiga sempre presente e alguém que tenho muito muito carinho. À Mairla Colins, por todos os momentos de descontração, bebedeiras, conversas, risadas, atrasos e claro, todas as muitas horas de viagem dentro do São Raimundo Bandeira Tribuzzi. À Camila Pires e Nelisnelson Lúcio, pelo auxílio na organização da coleção. O LESPP é uma família que vou levar pra sempre. Sou grata por fazer parte desse laboratório, por tê-lo visto crescer e por ter pessoas tão maravilhosas como companheiras de trabalho.

Aos meus companheiros de coleta em campo, obrigada pela convivência durante as coletas mensais e expedições. Por comerem das minhas comidas malucas, me protegerem (ou não) do meu medo de cobras, pelas trilhas, pelos imprevistos com falta de gás, luz, carros atolados, chuvas fortes, sol escaldante e pela companhia nas eventuais ferroadas que levávamos. Meus agradecimentos, em especial, ao Elias, David, Cid, Diego e José de Ribamar, além de outras pessoas que iam auxiliar na coleta de borboletas. Agradeço imensamente ao seu Antônio Carlos, meu querido “seu Tinoco”, pela enorme ajuda nas trilhas e na montagem das Malaises. Agradeço também pelos ensinamentos da vida no campo, pela sagacidade na busca por ninhos de vespas, por toda simplicidade e acolhimento e claro, pelas muuuuitas histórias contadas e sotaque baixadeiro inconfundível. Aqui está o nosso trabalho! Agradeço também as suas netinhas Maria Caroline e Carol, por toda doçura a cada chegada e partida e por terem despertado em mim um carinho até então desconhecido. Ao Instituto Formação, em nome da Dra. Regina Marrecas, por autorizar a realização deste e de outros trabalhos na área.

Ao PET Biologia por todas as experiências vividas, construção de conhecimentos, mudança de postura, desenvolvimento do pensamento crítico, ciclos de seminários, reuniões, eventos, boletins, diversões, discussões. Agradeço a todos que fizeram parte do programa comigo, desde os meus veteranos, que foram verdadeiras inspirações, aos meus contemporâneos e PET- ovinhos. Obrigada Mariana, Rafael Brandão, Liana, Marco Antônio, Marta, Luciana, José Uilian, Clarisse, André, Rafael Lima, Elias, Leonardo, Cid, Patrício, Rodrigo, Daniella, Kauê, Juniele, Emilly, Lays, Marlla, Mairla, Thalita, Augusto, José de Ribamar, Greyck, Elda, Igor, Gabriela, Léo, Glaciane Winne, Tainá e Ana Carolina. Agradeço imensamente à Mariana Bonfim por toda sua luz, por ser uma inspiração como petiana, aluna, pesquisadora e também como pessoa. Obrigada também a Kauê que também foi uma grande amizade/ irmandade que construí no PET. Obrigada por SEMPRE me ajudar, pelas nossas discussões biológicas, filosóficas e cotidianas. Por ter contribuído pra minha formação acadêmica e moral. Pelos conselhos, puxões de orelhas, séries, memes e muita bobagem da internet.

À minha turma (2012.1) por terem iniciado essa caminhada comigo. Obrigado aos Bioloucos: Mayara, Tainah, Vanessa, Maria Antonia, Lays, Carlos, Carol, Alisson, Jéssica, Leanderson, André, Jackson Diego (Jack), Elda e Murilo. Um agradecimento especial a May (e toda sua família) e Tainah por todas as nossas aventuras, que só Deus sabe! Por terem proporcionado o início de graduação mais maluco da vida! Pelas bebidas, pelas risadas e pela

amizade que vou levar pra sempre. Agradeço muito muito à Vanessa, por além de ter dividido comigo aventuras, bebedeiras, sorrisos, foi uma grande companheira durante toda a graduação, sempre me apoiando e compartilhando desafios da graduação. Ao restante da turma, Luciano, Patrício, Cid, Amanda, Misao, Daniella, Leonardo, Thiago e Elias, com especial ênfase nos últimos quatro, que são grandes presentes na minha vida.

Aos amigos da biologia que dividiram comigo disciplinas, almoços no R.U, viagens de ônibus e de campo, conversas sobre biologia ou uma cerveja gelada. Obrigada à Fernanda Freire, Leila Figueiredo, Fabiana França (minha bonequinha linda), Carlos Victor Mendes (ou só Kaká), Beldo Ferreira, Margareth Calvet, Cleber Oliveira, Markus Paulo, Bruno Soares, Mikhail Nogueira, Anna Evelin, entre tantos outros que não cabe aqui.

Aos professores da graduação que além de excelentes profissionais, engajados no estudo da vida, também são pessoas incríveis! Obrigada aos doutores: Eduardo Almeida (por toda sua luz, alegria e competência), Mariana Valle (além de professora linda é super meiga e gentil), Carlos Martínez, Luís Fernando Costa, Ilizandra Zanandrea, Mayara Ingrid, Josberg Silva, Manuel Alfredo e Silma Regina.

Aos pesquisadores que dedicaram uma parcela do seu tempo para identificação das espécies deste estudo. Muito obrigada ao Dr. Marcel Gustavo Hermes, Dr. James M. Carpenter, Dr. Orlando Tobias Silveira, Msc. Rogério Botion Lopes e Wellington Donizet. Obrigada também aos amigos que contribuíram na escrita do texto: Elias Araujo Júnior, Diego Marinho Pereira, Kauê Nicolas e Leonardo Manir Feitosa.

Agradeço também aos amigos que fiz nessas minhas andanças pelo país, gente de tudo que é canto e com o coração enorme. Aos amigos do Curso de Extensão em Entomologia-UFPR agradeço à Nathalia Celli, Ingrid Lessa, Danrley Godoi e aos meus queridos anfitriões, Brunno Bueno e Ândrio Zafalon. Ao pessoal do Curso de Vespas Neotropicais em Lavras-MG, e pela oportunidade de ter conhecido e me divertido com o Dr. James Carpenter, *you are a trouble!* À galera da EcoEscola USP, pelos seis dias mais intensos da minha vida! Por todo conhecimento e amizade construídos e pelos saudosos quartos 12 e 13. À turma do Curso de Verão em Zoologia USP, por duas semanas de muito conhecimento precioso, aperreios na construção de trabalhos, parceria, pizzas, sorrisos e as melhores companheiras de quarto que alguém pode ter.

Dos amores que ainda guardo do CEFET, agradeço à Eliberto Silva Castro, meu melhor amigo e companheiro, por estar sempre ao meu lado incentivando, cuidando e me

fazendo muito feliz. Por ser a pessoa com o maior coração do mundo e sempre me fazer olhar o lado bom das coisas. Agradeço a você e toda a sua família que convivem comigo há tantos anos. Às minhas amigas FAT forever, Andressa e Fernanda, por serem as melhores amigas do MUNDO! Por fazerem a nossa amizade cada vez mais forte, mesmo depois de 7 anos. Vocês são DEMAIS! Amo vocês.

Obrigada também ao Elias e Marco Antônio, pois além de serem dois dos meus melhores amigos, nigrinhos, foram grandes incentivadores da minha carreira acadêmica. Ao longo da nossa amizade já fizemos muitos planos e vários deles vão se concretizar. Obrigada a Leonardo Manir, por ter sido a primeira pessoa do curso com quem falei e por continuar sendo meu amigo durante todo tempo mesmo achando que falo muita besteira (hahaha).

Aos meus bens mais preciosos, meus animais. Pela ajuda emocional durante as madrugadas de estudo, companhia de choro (quando achava que não iria conseguir) ou simplesmente pela doçura no olhar das criaturas mais amáveis e sinceras que existem. Agradeço *in memoriam* aos meus cachorros: Lion, Rihanna, Pierre, Beyoncé e Amy e aos meus mais que amados e saudosos Félix e Príncipe. Aos meus pimpolhos: Adam, Manul, Linnaeus, Lince, Gaia, Marie, Jade (babinha), Raj, Pintado, Amora, Café, Pipoca, Flocos e Sozinho.

Por fim, agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Maranhão (FAPEMA) por ter financiado o CBIOMA n° 02986/12, além da minha bolsa de Iniciação Científica. E ao Programa de Bolsas de Iniciação Científica UFMA (PIBIC- UFMA) pelas bolsas concedidas.

“Se não podemos compreender o mínimo de uma flor ou de um inseto, como poderemos compreender o máximo do universo?”

(Marquês de Maricá)

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1	2
LISTA DE FIGURAS	3
LISTA DE APÊNDICES	4
1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1. Os Hymenoptera	7
1.1.1. Subfamília Masarinae.....	7
1.1.2. Subfamília Eumeninae	8
1.1.3. Subfamília Polistinae	9
1.2. Inventários de vespas no Brasil	10
1.3. Inventários na Amazônia	11
1.4. Inventários de vespas no Maranhão.....	12
1.5. A Baixada maranhense	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1 Geral:	15
2.2 Específicos:.....	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1. Descrição da área de estudo.....	15
3.2. Métodos de coleta	17
3.2.1. Busca ativa	18
3.2.2. Armadilhas Malaise.....	19
3.4. Análise dos dados	20
3.4.1. Riqueza de espécies.....	20
3.4.2. Quanto à abundância	21
4. RESULTADOS	21
4.1. Lista de espécies e novos registros de vespas.....	21
4.2. Riqueza de espécies	23
4.3. Abundância das espécies.....	26
5. DISCUSSÃO	27
5.1. Lista de espécies e novos registros de vespas.....	27

5.2. Riqueza de espécies	36
5.3. Abundância	40
5.4. Observações adicionais sobre nidificação e registro floral.....	41
5.5. Seção Hymenoptera e a Coleção LESPP	44
6. CONCLUSÕES	45
7. REFERÊNCIAS	46
APÊNDICES	57
Apêndice A	58
Apêndice B	59
Apêndice C	61
Apêndice D.	63
CAPÍTULO 2	64
LISTA DE FIGURAS	65
RESUMO	66
ABSTRACT	67
1. INTRODUÇÃO.....	68
2. OBJETIVOS.....	72
2.1. Objetivo geral:.....	72
2.2. Objetivos específicos.....	72
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	72
3.1. Área de estudo	72
3.2. Método de amostragem.....	72
3.3. Análises dos dados.....	72
3.3.1. Quanto à diversidade.....	72
3.3.2. Quanto à sazonalidade.....	73
4. RESULTADOS	74
5. DISCUSSÃO	81
6. CONCLUSÕES	86
7. REFERÊNCIAS	87

APRESENTAÇÃO

Este estudo é parte do projeto de pesquisa “Reestruturação e ampliação do acervo didático-científico de borboletas e vespas do Departamento de Biologia da UFMA”, desenvolvido pelo Laboratório de Ecologia e Sistemática de Insetos Polinizadores e Predadores (LESPP) da Universidade Federal do Maranhão. Apresentamos neste trabalho monográfico os dados referentes ao inventário da fauna de vespas pertencentes à família Vespidae.

O estudo foi desenvolvido no Parque Agroecológico Buritirana, propriedade pertencente ao Instituto Formação. O parque é localizado no município de Peri Mirim que, por sua vez, encontra-se na microrregião da Baixada Maranhense. Esta região apresenta extrema importância ecológica e com características peculiares de sua rica e diversificada rede fluvial e topológica, que, ao longo de seus ciclos dinâmicos anuais, apresenta uma combinação extraordinária de paisagens.

A região conta com pouquíssimos estudos referentes à diversidade de insetos e tem um potencial muito importante para estudos de biogeografia, ecologia e aspectos relacionados à história natural destes organismos.

Uma das metas deste estudo é o enriquecimento da Coleção LESPP, que está em fase de ampliação. Além disso, os organismos coletados neste trabalho correspondem aos primeiros registros de vespas na região da Baixada Maranhense. Dada a importância dos serviços ecossistêmicos prestados pelas vespas e a notável fragmentação de hábitat que vem assolando áreas de floresta nativa, o presente trabalho teve como objetivo geral reconhecer a diversidade e os aspectos sazonais de vespas ocorrentes em uma área da Baixada Maranhense que, embora seja uma Área de Proteção Ambiental, está sob constante ação antrópica.

O capítulo 1 disserta sobre dados da estrutura da comunidade vespas, comparações dos diferentes métodos de coleta utilizados, além de observações adicionais em campo sobre aspectos de nidificação e registro floral. O capítulo 2 traz análises de diversidade e variação sazonal das vespas ao longo de dois anos de coletas. Os capítulos foram escritos em formato monográficos com bibliografias e elementos gráficos separados por capítulo.



Capítulo 1:

Estrutura da comunidade de vespas (Hymenoptera, Vespidae) em uma área de mata de “terra firme”, Amazônia Oriental, Brasil

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo: (A) Localização e limites do Parque Agroecológico Buritirana, 2013-2015 (B) Mapa do estado do Maranhão (C) Município de Peri Mirim, indicando a posição do Parque Agroecológico Buritirana. Imagem retirada de Muniz (2015).	16
Figura 2. Métodos de coleta utilizados para a captura de vespas durante o período de maio de 2013 a maio de 2015 no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, MA: (A) Busca ativa (B) Armadilhas de interceptação de voo do tipo Malaise.	17
Figura 3. Localização da área de estudo: (A) Disposição das armadilhas Malaise e, em vermelho, principais trilhas percorridas no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim/MA, 2013-2015 (B) Localização do parque no estado do Maranhão (C) Regiões do Brasil e localização do Parque Agroecológico Buritirana na região Nordeste. Imagem confeccionada por David Barros Muniz.	18
Figura 4. Curvas de acumulação de espécies família Vespidae: busca ativa (preto) e armadilhas Malaise (vermelho). Parque Agroecológico Buritirana (PAB). Peri Mirim, MA, 2013-2015.	24
Figura 5. Curvas de acumulação de espécies pertencentes à subfamília Eumeninae: busca ativa (preto) e armadilhas Malaise (vermelho). Parque Agroecológico Buritirana (PAB). Peri Mirim, MA, 2013-2015.	25
Figura 6. Curvas de acumulação de espécies pertencentes à subfamília Polistinae: busca ativa (preto) e armadilhas Malaise (vermelho). Parque Agroecológico Buritirana (PAB). Peri Mirim, MA, 2013- 2015.	25
Figura 7. Gráfico de <i>ranking</i> /abundância da Assembleia de vespas (Vespidae) do Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim/MA.2013-2015. Em vermelho o modelo de abundância relativa Zipf-Mandelbrot.	27
Figura 8. Registro floral de vespas sociais em plantas do gênero <i>Croton</i> sp no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim/MA,2013-2015. (A) <i>Polybia sericea</i> Olivier, 1791. (B) <i>Synoeca surinama</i> Linnaeus, 1767. Fotos: Thayrine Luane Martins Sardinha.	43

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A. Unidades de paisagem do Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, MA, Brasil, 2013-2015. Matas de terra firme e campos inundáveis em estação seca e chuvosa. (Fotos: Thayrine Sardinha, Lucas Martins e David Muniz).....	52
Apêndice B. Comparação dos inventários de vespas desenvolvidos no Bioma Amazônia e no estado do Maranhão com o estudo realizado no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, MA, Brasil, 2013-2015.....	53
Apêndice C. Vespas do Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, MA, Brasil, 2013-2015. S= Riqueza, *= Registros novos para o estado do Maranhão	55
Apêndice D. Substratos de nidificação utilizados pelas vespas da família Vespidae no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, MA, Brasil, 2013-2015. (Fotos: Thayrine Sardinha) .	57

RESUMO

A família Vespidae constitui uma parte comum e notável da fauna neotropical. Estes insetos possuem papel significativo na manutenção da diversidade e de seus processos, em parte por serem integrantes de redes tróficas. No entanto, pouco ainda se sabe a respeito da distribuição desses organismos. Com especial destaque para o bioma Amazônia, muitas áreas seguem com poucas amostragens sistematizadas, o que impossibilita o avanço de trabalhos conseguintes em biodiversidade e, conseqüentemente, em conservação. No estado do Maranhão, levando em conta sua extensa área e diversos ecossistemas a serem estudados, trabalhos de levantamentos de vespas são raros e apenas algumas poucas iniciativas estão documentadas. Portanto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar a estrutura da assembleia de vespas da família Vespidae em uma área da Amazônia oriental, na região da Baixada maranhense, e elaborar a primeira lista de espécies de vespídeos para a região. O estudo foi realizado no Parque Agroecológico Buritirana (2°38'22.63"S, 44°50'51.87"W), entre Maio de 2013 e Maio de 2015. As vespas eram capturadas mensalmente por meio de rede entomológica e armadilhas de Malaise. No total, foram coletados 1.576 indivíduos de 55 espécies, 23 gêneros de duas subfamílias. Mais de 40% das espécies coletadas (23) representam novos registros para o Maranhão. Com relação à riqueza de espécies, a subfamília Eumeninae foi a mais rica quando comparada à Polistinae. Os estimadores de riqueza indicaram que entre 81,56% e 100% das espécies de vespas pertencentes à família Vespidae foi amostrada. O método de busca ativa foi considerado mais eficiente do que as armadilhas de Malaise, visto que esse método registrou todas as espécies do total coletado. A abundância relativa das espécies seguiu o modelo estatístico de Zipf-Mandelbrot, o qual indica que a comunidade é composta por um número maior de espécies raras e com maior especificidade. A composição de espécies relata alguns indivíduos comuns a ambientes secundários e áreas abertas, evidenciando uma provável associação com o cenário observado nas dependências do parque, característico de ambientes submetidos à ação antrópica.

Palavras-Chave: Vespas sociais, Vespas solitárias, Entomologia, Inventário, Biodiversidade.

ABSTRACT

Vespidae family constitutes a common and notable part of the neotropical fauna. These insects have a significant role in the maintenance of diversity and their processes, partly due to their integration in trophic webs. However, little is still known about these organisms. With special emphasis on Amazon, a lot of areas have little been systematic sample, which does not allow the advance of future research on biodiversity and, consequently, in conservation. In Maranhão State, considering its extensive area and the ecosystem diversity to be studied, wasp survey research are rare and only a few initiatives are documented. Hence, the present study had the objective of characterizing the wasp assembly structure of the Vespidae family in an oriental Amazon area of the Maranhão State's lowlands and elaborating the first wasp species list of the region. The study was conducted in the Buritirana Agroecological Park (2°38'22.63"S, 44°50'51.87"W) between May 2013 and May 2015. Wasps were captured monthly through entomological nets. A total of 1,576 individuals belonging to 55 species; 23 genera from two subfamilies were sampled. More than 40% of these species are new records for the State (23). Regarding species richness, subfamily Eumeninae was the richest when compared to the subfamily Polistinae. Richness estimators indicated that between 81.56% and 100% wasp species belonging to Vespidae family were sampled. The active sampling method was considered the most efficient when compared to Malaise traps, since it registered all species present in the region sampled. Species abundance obtained followed the statistical model of Zipf-Mandelbrot in which the community would be represented by a larger number of rare species with greater specificity. Species composition report some common individuals to secondary environments and open areas, evidencing a probable association between the observed scenery in the Park area, characteristic of environments subjected to anthropic activities.

Keywords: Social wasps, Solitary wasps, Entomology, Survey, Biodiversity.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Os Hymenoptera

Hymenoptera Linnaeus, 1758 é uma das quatro ordens megadiversas de insetos, sendo representada pelas vespas, abelhas e formigas. Atualmente estão descritas cerca de 150.000 espécies, mas estimativas apontam que existam de 250.000 a 1.200.000 espécies (GRIMALDI; ENGEL, 2005). Este grupo possui grande relevância ecológica, evolutiva e comercial, pois desempenham papéis importantes que estão diretamente relacionados ao funcionamento dos ecossistemas, tais como predadorismo, parasitoidismo, e polinização (FERNÁNDEZ; SHARKEY, 2006; BRONSTEIN, 2009; TRIPLEHORN; JONNISON, 2011), além de uma ampla gama de aspectos comportamentais que vão desde espécies solitárias a eussociais (HUNT, 1991).

Dentre as superfamílias de Hymenoptera, Vespoidea constitui um dos grupos mais funcionalmente diversos de insetos, apresentando um grande espectro de formas de vida representado em 10 famílias com aproximadamente 50.000 espécies descritas e com maior riqueza na região Neotropical (FERNÁNDEZ, 2002; SHARKEY, 2007). Inserida em Vespoidea, Vespidae é a família mais comumente reconhecida por leigos dentre todas as vespas. Apresentam ampla distribuição pelo mundo, porém uma maior riqueza nos trópicos (CARPENTER, 1991). Os representantes de Vespidae não atuam somente como polinizadores (RICHTER, 2000), mas também na regulação da população de outros insetos por meio da predação (CARPENTER; MARQUES, 2001). É composta atualmente por seis subfamílias monofiléticas, a saber: Euparagiinae, Masarinae, Eumeninae, Stenogastrinae, Polistinae e Vespinae, além de uma extinta no Cretáceo: Priorvespinae (CARPENTER; RASNITSYN, 1990; CARPENTER, 1991; CARPENTER; MARQUES, 2001). Contudo, apenas três subfamílias de Vespidae apresentam ocorrência no Brasil, sendo elas: Masarinae, Eumeninae e Polistinae (CARPENTER; MARQUES, 2001).

1.1.1. Subfamília Masarinae

Masarinae é considerado um grupo de insetos solitários grande e amplamente distribuído. Apesar disso, apresenta maior representatividade em áreas quentes e secas, como Austrália, sul da África, Bacia Mediterrânea e Novo Mundo, onde apresenta distribuição disjunta (CARPENTER; MARQUES, 2001).

A região Neotropical não apresenta riqueza expressiva da subfamília Masarinae, sendo registradas apenas 23 espécies (CARPENTER; GARCETE-BARRETT; HERMES, 2006; HERMES; GARCETE-BARRETT, 2009). Carpenter e Marques (2001) reconheceram inicialmente seis espécies amostradas no Brasil. Contudo, novas espécies foram adicionadas com os trabalhos de Hermes e Melo (2006), Hermes e Garcete-Barrett (2009) e Silveira (2015), sendo conhecidas atualmente 10 espécies pertencentes a esta subfamília no território brasileiro.

Uma característica marcante deste grupo é que além das abelhas, as vespas masaríneas são os únicos himenópteros a aprovisionar seus ninhos inteiramente com pólen e néctar e, por isso, são popularmente conhecidas como “vespa pólen” (CARPENTER; MARQUES, 2001; GESS; GESS, 2010).

1.1.2. Subfamília Eumeninae

Eumeninae é, sem dúvidas, o grupo com maior número de espécies dentro de Vespidae. Das mais de 4.600 espécies conhecidas para a família (CARPENTER, 1982; PICKETT; CARPENTER, 2010), aproximadamente 3.600 espécies divididas em 210 gêneros pertencem à subfamília Eumeninae (PICKETT; CARPENTER, 2010; GARCETE-BARRETT, 2014; FERREIRA et al., 2015). No território brasileiro, ocorrem 277 espécies, de 31 gêneros, sendo que 85 espécies de 2 gêneros são endêmicos (CARPENTER; MARQUES, 2001). Uma análise cladística recente, desenvolvida por Hermes, Melo e Carpenter (2014) visou elucidar relações dentro desta subfamília além de propor uma classificação tribal na qual a subfamília estaria subdividida nas tribos: Zethini, Odynerini e Eumenini.

Embora este seja o grupo mais rico, poucos taxonomistas desenvolvem trabalhos com os eumeníneos. Como resultado, este grande grupo de vespas solitárias apresenta uma conturbada história taxonômica e muitos gêneros carecem de novas revisões (CARPENTER; GARCETE-BARRETT, 2002; HERMES; KÖHLER, 2004; HERMES, 2010). Aliado a isso, o cenário torna-se pior quando se fala de inventários direcionados para essas vespas. Esses indivíduos não são intensivamente coletados, assim, a riqueza atual pode estar subestimada (CARPENTER; MARQUES, 2001; HERMES; KÖHLER, 2004; SOMAVILLA, 2012).

As vespas Eumeninae são predadoras, principalmente, de larvas de Lepidoptera e, em sua maioria, são solitárias, embora algumas espécies apresentem diferentes níveis de

socialidade. (CARPENTER; MARQUES, 2001; HERMES; MELO, 2008; HERMES; MELO; CARPENTER, 2014). Esses indivíduos são popularmente conhecidos como “vespas-pote”, esse nome deve-se ao formato e ao emprego do barro na construção da maioria dos ninhos desta subfamília (WILLINK, 1982; WILLINK; ROIG-ALSINA, 1998; CARPENTER; MARQUES, 2001). Contudo, os ninhos podem, ainda, ser construídos a partir de material vegetal, como folhas e resina (BOHART; STANGE, 1965; HERMES; SOMAVILLA; GARCETE-BARRETT, 2013). Os locais de nidificação também são variados, podendo nidificar em cavidades pré-existentes, como tronco de árvores, ninhos abandonados de outros insetos, presos a um substrato ou em escavações no solo (COWAN, 1991; CARPENTER; MARQUES, 2001).

1.1.3. Subfamília Polistinae

As vespas Polistinae estão entre os insetos que causam maiores aversões aos humanos, devido ao comportamento agressivo das fêmeas na proteção dos ninhos. Os termos “caba” e “marimbondo” são os mais comumente utilizados na designação popular desses insetos. O primeiro termo é de origem Tupi, sendo mais utilizado nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. O segundo termo, por sua vez, é de origem africana, sendo utilizado nas demais regiões do país (SILVA, 2007).

Os polistíneos apresentam ampla distribuição no mundo, no entanto possuem maior riqueza nos trópicos. Essa subfamília apresenta mais de 900 espécies válidas no mundo e a fauna brasileira apresenta um maior número de espécies, ocorrendo acima de 300 espécies divididas em 22 gêneros, sendo 104 endêmicas (CARPENTER; MARQUES, 2001; SOMAVILLA; KÖHLER; HERMES, 2010). Na América do Sul, o grupo é dividido em três tribos: Mischocyttarini (*Mischocyttarus* de Saussure - 117 espécies); Polistini (*Polistes* Latreille - 38 espécies); Epiponini (20 gêneros e 149 espécies) (CARPENTER, 1991; CARPENTER; MARQUES, 2001; CARPENTER, 2004)

As vespas sociais são notavelmente abundantes, representando um componente impactante na comunidade em que vivem, uma vez que estas participam de forma distinta nas teias alimentares, atuando como predadoras, coletoras de néctar ou consumidoras de carcaças de animais mortos (ROSS; MATTHEWS, 1991; CARPENTER; MARQUES, 2001).

Além do modo variado de alimentação, as vespas sociais destacam-se por construírem ninhos de formas distintas, variando desde ninhos com um único favo descoberto a

construções capazes de comportar milhões de indivíduos (WENZEL, 1991; ZUCCHI et al., 1995; CARPENTER; MARQUES, 2001). Estes ninhos são construídos com material vegetal macerado e misturado a água, por essa característica estas vespas recebem o nome popular de “vespa papel” (RICHARDS, 1978; WENZEL, 1998). A grande diversidade na arquitetura dos ninhos levou a elaboração de chaves de identificação em nível de gênero (WENZEL, 1998; ARAB et al., 2003; SOMAVILLA; OLIVEIRA; SILVEIRA, 2012). O número de inventários de vespas sociais apresentou um aumento nos últimos anos 10 anos (SILVA; AZEVEDO; SILVEIRA, 2011; SIMÕES; CUOZZO; FRIEIRO-COSTA, 2012). Contudo, os pesquisadores concordam que ainda existem lacunas no conhecimento da riqueza destes insetos (TOGNI, 2009; SOMAVILLA et al., 2014).

1.2. Inventários de vespas no Brasil

As florestas tropicais detém reconhecidamente grande parte da biodiversidade do planeta. Nesse sentido, o Brasil possui características biogeográficas privilegiadas por conter grande parte das florestas tropicais do mundo, apresentando algumas das maiores abundâncias e riquezas de espécies conhecidas da Terra, incluindo a diversidade de vespas solitárias e sociais (RICHARDS, 1978; CARPENTER; MARQUES, 2001). Atualmente são reconhecidas mais de 600 espécies pertencentes à família Vespidae no país (CARPENTER; MARQUES, 2001), dessa forma o Brasil está entre os países mais ricos em relação à fauna de vespídeos no mundo.

Embora o Brasil apresente as distintas características anteriormente citadas, inventários da fauna de Vespidae ainda são considerados escassos e muito descontínuos, gerando lacunas no conhecimento da biota e na distribuição destes organismos (TOGNI, 2009; SOMAVILLA; OLIVEIRA; SILVEIRA, 2014).

Atualmente, a região Sudeste destaca-se quanto ao número de inventários de vespas, embora a maioria dos estudos seja direcionada apenas para a fauna de vespas sociais. O conhecimento deste táxon é bem documentado no estado de São Paulo (NOLL; GOMES, 2009; TOGNI, 2009; TANAKA JUNIOR; NOLL, 2011; TOGNI et al., 2014), assim como no estado de Minas Gerais (ELPINO-CAMPOS; DEL-CLARO; PREZOTO, 2007; AUAD et al., 2010; PIRES; POMPEU; SOUZA-SILVA, 2012; SOUZA et al., 2013). Os estados da Bahia (SANTOS; AGUIAR; GOBBI, 2006; AGUIAR; SANTOS, 2007; SANTOS et al., 2009; SANTOS; AGUIAR; MELLO, 2010) e Mato Grosso do Sul nos últimos anos apresentaram

um aumento no número de estudos direcionados para os vespídeos (CARBONARI, 2009; AUKO; SILVESTRE, 2013). Nos demais estados existem levantamentos pontuais ou listas de espécies geradas a partir de análises de outros aspectos ecológicos das vespas, como preferência floral, aspectos de nidificação, entre outros (AGUIAR; MARTINS, 2002; SÜHS et al., 2009; SOMAVILLA; KÖHLER; HERMES, 2010; BOMFIM; ANTONIALLI JR, 2012; SOMAVILLA; OLIVEIRA, 2013; SOMAVILLA; OLIVEIRA; SILVEIRA, 2014).

Entre os biomas brasileiros, a Mata Atlântica representa a região melhor inventariada, seguida por Cerrado, Amazônia, Caatinga e Pampas. Simões, Cuozzo, Frieiro-Costa (2012) ressaltam a problemática da falta de inventários, uma vez que estes estudos são o primeiro passo para que sejam propostas medidas de conservação de espécies e identificação de áreas degradadas.

1.3. Inventários na Amazônia

A Amazônia é o maior bioma dentro do território brasileiro, composta por formações vegetais, faunísticas e estruturais distintas de vários outros ambientes (MACHADO, 2009). Apesar da grande riqueza de Vespidae em áreas tropicais e amazônicas, o conhecimento deste grupo no bioma Amazônia ainda é pouco documentado (SOMAVILLA et al., 2014).

Somavilla e Oliveira (2013) reconhecem que os primeiros estudos neste bioma direcionados para a fauna de vespas foram iniciados por Ducke nos anos de 1904, 1905 e 1907, registrando 103 espécies de vespas sociais na Amazônia Ocidental, especificamente no estado do Pará. Estes registros são considerados os primeiros trabalhos com grande significância no que tange os conhecimentos sobre biologia, sistemática e distribuição de vespas desta família na região amazônica. Outra grande contribuição veio do trabalho de Richards (1978) que levou ao conhecimento de 88 espécies de vespas sociais em áreas de Nova Xavantina, Mato Grosso.

Após quatro expedições e utilização de diferentes métodos de coleta, Silveira (2002) registrou cerca de 40% da fauna de vespas sociais conhecida na região amazônica em uma área de mata de Terra firme no estado do Pará. Silva e Silveira (2009), na mesma área, também registraram a fauna de vespas sociais por meio de um inventário estruturado utilizando busca ativa e armadilhas Malaise.

Além dos inventários realizados no estado do Pará, esforços pontuais foram feitos em outras regiões amazônicas: na Ilha de Maracá, em Roraima (Raw, 1998 apud Somavilla,

2014). Morato, Amarante e Silveira (2008) registraram a fauna de vespas sociais em doze sítios de coleta no estado do Acre por meio de uma análise ecológica rápida. Gomes (2013) amostrou a fauna de vespas sociais na região norte de Rondônia. Silveira, Costa Neto e Silveira (2008) inventariaram áreas distintas localizadas em dois estados da região norte, Amapá (Região dos Lagos) e Amazonas (Mamirauá). Ainda no estado do Amazonas, recentes inventários foram feitos por Somavilla, Oliveira e Silveira (2014) na Reserva Florestal Adolpho Ducke, levando ao conhecimento de espécies de vespas solitárias e sociais pertencentes à família Vespidae. No Parque Nacional do Jaú Somavilla e Oliveira (2013) e Somavilla, Andena e Oliveira (2015) registraram a fauna de vespas sociais após expedições utilizando os métodos de busca ativa e armadilhas Malaise.

A fauna de vespas solitárias pertencente à família Vespidae apresenta-se pouco representada na região amazônica e com poucos esforços empregados. A subfamília Masarinae possui pelo menos três espécies registradas para a região amazônica (CARPENTER; GARCET-BARRETT; HERMES, 2006; SILVEIRA, 2015). No que se refere à subfamília Eumeninae, trabalhos como os de Morato e Campos (2000) e Morato (2001) visando analisar o efeito da fragmentação florestal sobre as vespas solitárias na Amazônia Central, registraram espécies de vespas solitárias utilizando a metodologia de ninhos armadilha. Bohart e Stange (1965) em revisão das espécies pertencentes ao gênero *Zethus* Fabricius na região Ocidental, incluindo espécies registradas na Amazônia, fazem uma ressalva para que novas coletas sejam feitas na bacia Amazônica, pois esta região poderá revelar novas espécies.

1.4. Inventários de vespas no Maranhão

O Maranhão apresenta poucos estudos direcionados para o conhecimento dos Vespidae. Em revisões taxonômicas dos gêneros *Zethus* Fabricius (BOHART; STANGE, 1965), *Montezumia* de Saussure e *Monobia* de Saussure (WILLINK, 1982) e *Pachodynerus* de Saussure (WILLINK; ROIG-ALSINA, 1998), os autores fazem referência a indivíduos que foram coletados em diversas localidades no estado e que se encontram depositados em coleções de referência. As espécies registradas são pontuais e, aparentemente, não são provenientes de uma lista de espécies ou de um inventário estruturado. Dessa forma, é difícil inferir quando foi feito o primeiro inventário no Maranhão.

Por muito tempo, o conhecimento da fauna de vespas sociais do estado ficou restrito ao inventário de Richards (1978) em que foram reconhecidas 48 espécies de vespas coletadas

em diversas áreas. Trinta e quatro anos depois, Silva, Azevedo e Silveira (2011) publicam uma lista de espécies de vespas sociais em duas áreas de cerrado, reconhecendo novos registros, além dos coletados por Richards (1978). Amorim (2008) inventariou a comunidade de vespas sociais em áreas de mata ciliar e mata mesófila semidecídua durante dois anos no estado.

Outros estudos foram conduzidos por Muniz (2010) e Silva (2013) em um fragmento de Amazônia Oriental no município de São José de Ribamar. Recentes listagens foram publicadas por Somavilla et al.(2014) em um remanescente de floresta ombrófila na Amazônia Maranhense; e Matos, Silva e Teodoro (2016) analisaram a composição de vespas solitárias em uma área agricultável, utilizando a metodologia de ninhos- armadilha. A literatura sobre inventários conduzidos no Maranhão não registra a ocorrência de representantes da subfamília Masarinae.

Diante deste cenário, reforça-se a importância de novos inventários faunísticos a fim de acessar o mínimo da diversidade tanto de espécies de vespas sociais quanto solitárias. Devido a grande extensão do estado e a carência de inventários, a fauna de vespídeos atualmente encontra-se classificada como insuficientemente conhecida (SOMAVILLA et al., 2014).

1.5. A Baixada maranhense

Inserida no Bioma Amazônia, a APA da Baixada maranhense é caracterizada por consolidar geograficamente uma porção da superfície terrestre bastante distinta de qualquer outro espaço. Algumas características como a diversidade da rede hidrográfica, o relevo com altitudes pouco variáveis e o dinamismo sazonal das paisagens úmidas, denotam as especificidades dessa região (PEREIRA, 2006; FRANCO, 2012; FRANCO, 2014).

Embora em mapas de biomas brasileiros a região da Baixada maranhense seja classificada como floresta ombrófila, Franco (2014) considera que a vegetação da baixada se enquadra em Florestas Abertas, que é considerada uma área de transição entre a floresta amazônica e as regiões vizinhas à Amazônia. A formação vegetal é evidenciada por um mosaico de pastagens de florestas abertas e vegetação degradada com babaçu ou babaçual, vegetação típica de matas secundárias (PEREIRA, 2006), que faz alusão à situação atual destes ecossistemas bastante danificados.

A região da Baixada maranhense se revela como um complexo de paisagens capaz de abrigar rica fauna e flora (COSTA-NETO et al., 2002; PEREIRA, 2012; ARAUJO-JR, 2016).

Dessa forma, a sua importância transcende limites regionais e nacionais, uma vez que além de constituir uma Área de Proteção Ambiental no Maranhão- APA, a Baixada faz parte do grupo das regiões úmidas mais importantes do planeta (FRANCO, 2012).

2. OBJETIVOS

2.1 Geral:

Caracterizar a fauna de vespas de uma área de mata de terra firme na Baixada Maranhense, Amazônia Oriental.

2.2 Específicos:

- Determinar a composição de espécies da família Vespidae na área de estudo;
- Determinar a riqueza e abundância de vespas pertencentes à família Vespidae amostradas em rede entomológica e armadilhas Malaise;
- Ampliar o acervo de himenópteros da Coleção LESPP do departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição da área de estudo

O estudo foi conduzido entre maio de 2013 e maio de 2015 em uma área de aproximadamente 600 hectares, denominada Parque Agroecológico Buritirana (PAB) (2°38'22.63"S e 44°50'51.87"W), pertencente ao Instituto Formação. O parque é localizado no município de Peri Mirim, Maranhão, situado na mesorregião Norte do estado e microrregião Baixada Maranhense (PEREIRA, 2006; MUNIZ, 2015; ARAUJO-JR, 2016) como representado na Figura 1.

Esta área, pertencente à Amazônia Oriental, apresenta um complexo sistema ambiental, onde há predominância de planícies, campos sazonalmente inundados, matas de várzeas e terra firme, integrados por sistemas hídricos e lagos temporários (COSTA-NETO et al., 2002; PEREIRA, 2006). O clima é do tipo úmido e megatérmico, apresentando menor precipitação hídrica na segunda metade do ano e com média da temperatura anual superior a 27°C, existindo pouca variação térmica durante o ano (PEREIRA, 2006). A sazonalidade é uma característica notável nesta região, apresentando um período bem definido de chuva, que se estende de janeiro a junho, e um período de seca, que se estende de julho a dezembro. Estes eventos sazonais influenciam diretamente na composição da paisagem (PINHEIRO; ARAUJO; AROUCHE, 2013).

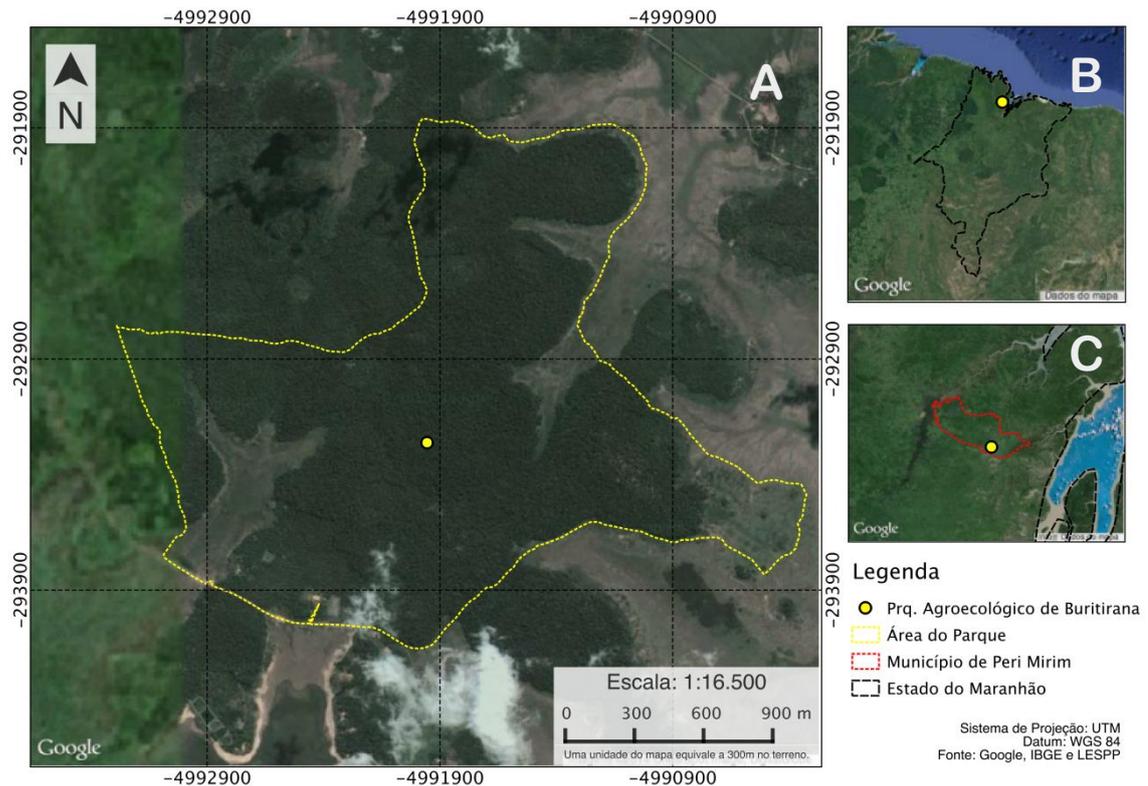


Figura 1. Localização da área de estudo: (A) Localização e limites do Parque Agroecológico Buritirana, 2013-2015 (B) Mapa do estado do Maranhão (C) Município de Peri Mirim, indicando a posição do Parque Agroecológico Buritirana. Imagem retirada de Muniz (2015).

O PAB, assim como em outras áreas da Baixada maranhense, apresenta topografia relativamente plana e relevo de altitudes pouco variáveis. Sua extensão é composta, em sua maioria, de regiões de mata de terra firme, regiões descobertas de inundações e paisagem evidenciada por ondulações leves, onde se desenvolve vegetação característica de matas secundárias, compostas principalmente por espécies arbóreas como as dos gêneros *Coccoloba* P. Browne, *Inga* Mill. e *Gustavia* L., além de palmeiras *Astrocaryum vulgare* Mart. que se encontram, em sua maioria, em estágio de desenvolvimento inicial (MUNIZ, 2015). A existência de babaçuais evidencia a ação antrópica nestas áreas, uma vez que os produtos dessas palmeiras têm grande utilidade econômica para a população local.

As bordas da mata de terra firme possuem vegetação herbácea predominante, além da presença de arbustos contendo flores que permitem a fácil identificação de insetos na coleta de recursos florais. Em alguns pontos é notável a presença de plantas do gênero *Croton* L.(Euphorbiaceae). Este gênero é característico de áreas descampadas, ensolaradas, bastante conspícuo em florestas secundárias, mas também pode ser encontrado em matas primárias (ABREU; ROCHA, 2003).

Juntamente à mata de terra firme, os campos inundáveis também são considerados uma unidade de paisagem. São campos limpos ou com baixas formações arbustivas que se encontram inundados após as primeiras chuvas e circundam a área do parque (Apêndice A). Na estiagem, eles funcionam como divisores de águas entre as bacias lacustres e os vales fluviais. A composição vegetal dos campos é, em sua maioria, gramínea.

Os tipos de solo encontrados nessa área são os Plintossolos e Gleissolos que, segundo Pereira (2012a), são característicos de áreas baixas e mal drenadas. O primeiro tipo ocupa áreas de relevo de terras altas e com pouca incidência de água. A vegetação predominante nesse tipo pedológico é de palmáceas, como o babaçu. Assim, estas áreas são comumente utilizadas pela população local para o extrativismo de babaçu, pastagens e pecuária extensiva de bovinos e bubalinos. O segundo tipo de solo, é característico de áreas que se encontram permanente ou periodicamente saturados por água e apresentam cores que variam de cinzentas até pretas (processo de gleização), além de alta deposição orgânica (FRANCO, 2014).

3.2. Métodos de coleta

Durante o presente estudo foram realizadas 24 coletas, totalizando 12 em cada estação, seca e chuvosa. A amostragem ocorreu por meio de duas metodologias: busca ativa e armadilhas de Malaise (Figura 2).



Figura 2. Métodos de coleta utilizados para a captura de vespas durante o período de maio de 2013 a maio de 2015 no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, MA: (A) Busca ativa (B) Armadilhas de interceptação de voo do tipo Malaise.

3.2.1. Busca ativa

As coletas utilizando o método de busca ativa foram realizadas durante dois dias consecutivos por um único coletor, com esforço amostral de 7 horas diárias. A busca por indivíduos foi realizada pela manhã a partir das 08h00min até às 12h00min, e sendo retomada no turno vespertino das 14h00min às 17h00min, totalizando aproximadamente 336 horas de esforço amostral.

As buscas foram realizadas em todas as unidades de paisagem do PAB, desde mata de terra firme, bordas até campos abertos. Devido a grande extensão do parque, foram selecionadas trilhas principais a serem percorridas (Figura 3a), visando cobrir as unidades de paisagem que compõem o parque, considerando a igual probabilidade de qualquer ponto da área estudada ser amostrada.

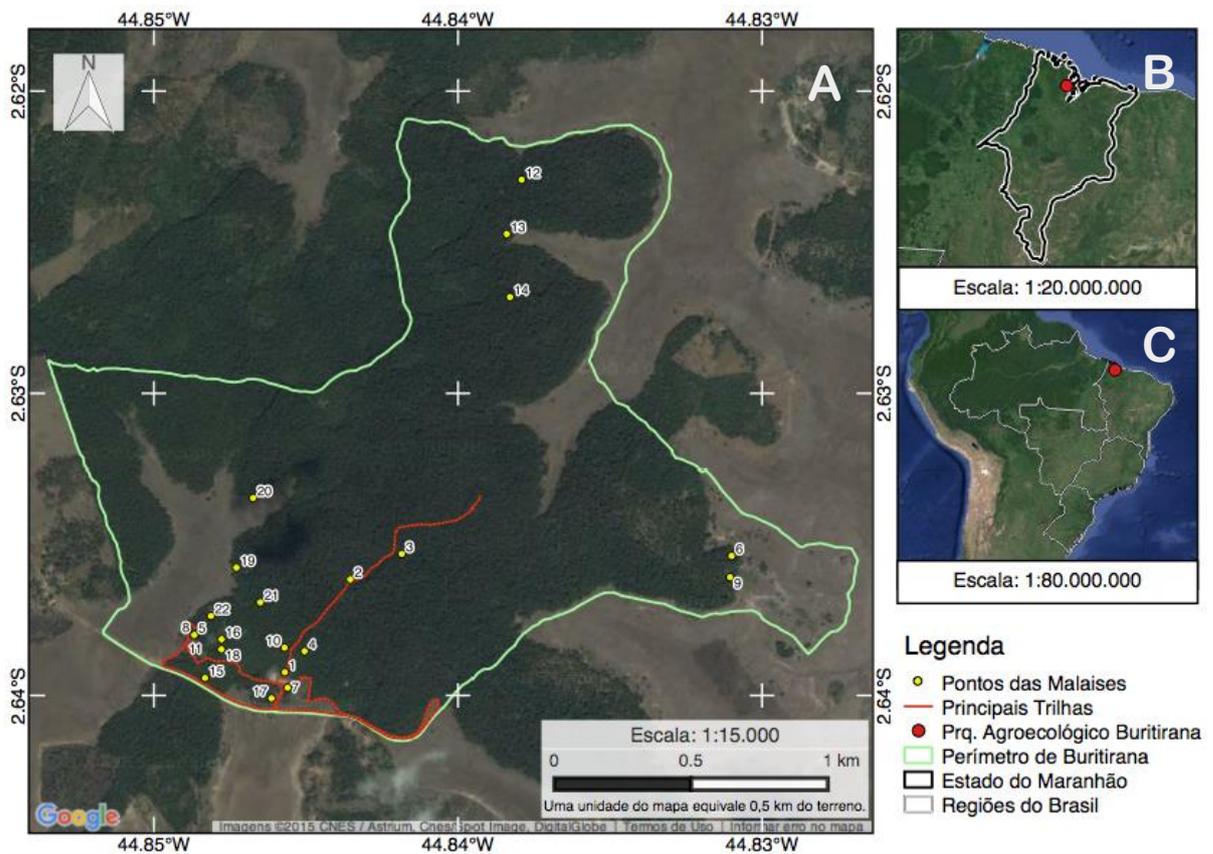


Figura 3. Localização da área de estudo: (A) Disposição das armadilhas Malaise e, em vermelho, principais trilhas percorridas no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim/MA, 2013-2015 (B) Localização do parque no estado do Maranhão (C) Regiões do Brasil e localização do Parque Agroecológico Buritirana na região Nordeste. Imagem confeccionada por David Barros Muniz.

Foram feitas vistorias em locais de afloramento, cavidades em troncos de árvores, além da busca por ninhos. Para amostragem dos indivíduos foram utilizadas redes entomológicas e os indivíduos coletados foram sacrificados em frascos mortíferos contendo acetato de etila. Depois de sacrificados, os espécimes capturados foram armazenados em envelopes entomológicos com as informações do local, coletor, data, além do turno de coleta e unidade de paisagem e, posteriormente, levados para o Laboratório de Ecologia e Sistemática de Insetos Polinizadores e Predadores (LESPP) do Departamento de Biologia (DEBIO) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

3.2.2. Armadilhas Malaise

O outro método de amostragem utilizado foi a armadilha de interceptação de voo do tipo Malaise, modelo proposto por Townes (1972) e descrito por Almeida, Ribeiro-Costa e Marinoni (2003). Sua estrutura é formada basicamente por um septo interceptor de 2 m² e um cone de captura com um tubo coletor em sua extremidade, contendo álcool etílico (80%), onde os insetos caem e ficam preservados (Figura 2b). Esta metodologia foi empregada com o intuito de maximizar o esforço de coleta, assim como registrar a possível ocorrência de espécies que são menos comumente amostradas em rede entomológica.

Totalizou-se 24 meses de amostragem utilizando este método combinado à busca ativa. Nos primeiros 16 meses (maio de 2013 a agosto de 2014), foram utilizadas três armadilhas de Malaise com pontos móveis, os quais eram escolhidos aleatoriamente, tentando abranger o maior espaço físico possível. Essas armadilhas foram dispostas em cada ponto durante dois meses e marcadas com o auxílio de GPS (Figura 3a).

Durante os últimos nove meses (setembro de 2014 a maio de 2015) foram utilizadas duas armadilhas de Malaise em pontos fixos, uma instalada em uma região de campo e a outra no interior da mata de terra firme, com o intuito de abranger as duas principais composições da área de estudo. A alteração na metodologia se deu após diversos eventos de vandalismo e/ou destruição por animais, a partir dos quais algumas das armadilhas foram perdidas.

Os frascos contendo o material capturado foram retirados mensalmente, etiquetados e levados para o LESPP/DEBIO/ UFMA para triagem e identificação até o menor nível taxonômico possível.

3.3. Identificação e preservação do material

Após a coleta, os espécimes levados para o LESPP/UFMA foram colocados em um freezer até a montagem do espécime em alfinete entomológico. Para isso, as vespas eram

retiradas do freezer, para descongelamento, e, posteriormente, levadas a um umidificador para que o tegumento destes insetos ficasse maleável para a montagem. Os indivíduos foram devidamente alfinetados e mantidos em uma estufa com temperatura de 45°C durante 48 horas. Após a retirada da estufa, os espécimes foram mantidos em caixas entomológicas e posteriormente alocados para as gavetas da coleção científica do LESPP/UFMA.

As espécies foram identificadas a partir de chaves dicotômicas de referência (BOHART; STANGE, 1965; RICHARDS, 1978; GIORDANI SOIKA, 1978; WILLINK, 1982; WILLINK; ROIG-ALSINA, 1998; CARPENTER; MARQUES, 2001; CARPENTER; GARCETE-BARRETT, 2002; CARPENTER, 2004; ANDENA et al., 2009; PICKETT; WENZEL, 2007) e, posteriormente, comparadas com indivíduos identificados por especialistas e depositados na seção Hymenoptera da coleção LESPP/DEBIO/UFMA ou então confirmados diretamente por especialistas como: Dr. Marcel Gustavo Hermes da Universidade Federal de Lavras (UFLA), doutorando Rogério Bótion Lopes FFCRLP/ USP, Dr. James Michael Carpenter do *American Museum of Natural History* (AMNH) e Dr. Orlando Tobias Silveira do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Os espécimes foram depositados na seção Hymenoptera da coleção LESPP/DEBIO/UFMA, no Laboratório de Sistemática e Biologia de Hymenoptera (LSBH- UFLA) e no Laboratório de Aculeata (UNESP/ IBILCE).

3.4. Análise dos dados

3.4.1. Riqueza de espécies

Para comparar a riqueza de espécies amostrada por cada método de coleta, a riqueza foi estimada pelo método de rarefação e curvas de acumulação de espécie foram construídas separadamente para cada método de coleta e para cada grupo, Vespidae, Polistinae (vespas sociais) e Eumeninae (vespas solitárias). A curva de acumulação de espécies visa representar o número de espécies adicionadas ao inventário em função do esforço amostral (MAGURRAN, 2011). Neste trabalho, o esforço amostral foi representado pelo número de coletas, sendo cada coleta considerada uma amostra.

Os estimadores de riqueza utilizados foram o Chao 1 e Jackknife 1. O Chao 1 é um estimador simples e se baseia no número de espécies raras na assembleia (CHAO, 1987; COLWELL; CODDINGTON, 1994). A estimativa de riqueza é gerada através da razão entre as espécies representadas por um só indivíduo (singletons) e aquelas representadas por dois

indivíduos (doubletons) (MAGURRAN, 2011). O Jackknife 1 é um estimador que considera o número de espécies que ocorrem em uma única amostra (BURNHAM; OVERTON, 1978; HELTSHE; FORRESTER, 1983). Este estimador, ao contrário de Chao 1, considera dados de presença e ausência, usualmente chamados de dados de incidência ou ocorrência, em vez de dados de abundância.

3.4.2. Quanto à abundância

Os modelos de abundância relativa visam descrever dados de variação da abundância das espécies (MAGURRAN, 2011). Neste trabalho, foram testados cinco modelos a fim de descobrir qual deles se ajustaria melhor ao conjunto de dados, sendo eles: *Null*, *Dominance Pre-emption*, Log-normal, Zipf e Zipf-Mandelbrot. Será escolhido o modelo que apresentar o menor valor no *Akaike information criterion* (AIC), que é um critério que estima a qualidade de cada modelo, comparando-os entre si, e o menor valor desse critério está relacionado com a minimização de perda de informações estimadas (SHUHUA, 1987).

Para inferir visualmente qual modelo de abundância de espécies melhor descreve os dados, foi confeccionado um gráfico de *ranking*/abundância. Nesse gráfico, as espécies são plotadas em sequência da mais abundante para a menos abundante no eixo X, enquanto que suas respectivas abundâncias são apresentadas no eixo Y. A vantagem deste gráfico é que padrões contrastantes de riqueza de espécies são claramente evidenciados. Além disso, esta representação gráfica salienta diferenças na uniformidade entre assembleias (SMITH; WILSON, 1996). Todas as análises deste capítulo foram feitas utilizando o Programa R versão 3.3.1 (R Development Core Team, 2016) usando as funções do pacote Vegan (OKSANEN et al., 2016).

4. RESULTADOS

4.1. Lista de espécies e novos registros de vespas

Após 24 coletas foram capturados 1.576 indivíduos pertencentes à família Vespidae. Foram identificadas 55 espécies de 2 subfamílias e 23 gêneros. A riqueza de espécies pertencentes à subfamília Polistinae encontrada pelo presente trabalho é inferior quando comparada com outros estudos realizados no bioma Amazônia e no estado do Maranhão (Apêndice B). Entretanto, no que se refere à riqueza amostrada da subfamília Eumeninae, o

presente estudo apresentou um maior número de espécies, das 55 espécies registradas, 38 (69%) pertencem a esta subfamília e 17(31%) a subfamília Polistinae. Das espécies coletadas, 23 constituem novos registros para o Maranhão (Apêndice C). Foram considerados novos registros as espécies que não haviam sido citadas em listas de espécies mais recentemente publicadas em periódicos científicos.

Das subfamílias pertencentes à Vespidae que ocorrem no Brasil, somente a subfamília Masarinae não possuiu representantes coletados. Em relação à riqueza total dentro da subfamília Eumeninae, os gêneros *Zethus* Fabricius (12 espécies), *Pachodynerus* de Saussure (7 espécies) e *Montezumia* de Saussure (4 espécies) se destacam por apresentarem o maior número de espécies, correspondendo a 41% da lista apresentada.

Sete espécies do gênero *Zethus* são registros novos para o estado, sendo elas: *Zethus brasiliensis fuscatus* Bohart e Stange, 1965, *Zethus miscogaster* de Saussure, 1852, *Zethus promines* Fox, 1899, *Zethus romandinus* de Saussure, 1852, *Zethus trispinosus* Zavattari, 1912, *Zethus lobulatus* de Saussure, 1856 e *Zethus hilarianus* de Saussure, 1856. Das espécies pertencentes ao gênero *Pachodynerus* três constituem novos registros, sendo elas: *Pachodynerus argentinus* de Saussure, 1870, *Pachodynerus serrulatus* Brèthes, 1920 e *Pachodynerus carpenteri* Willink e Roig-Alsina, 1998, sendo que a última ainda não havia sido registrada para o país.

Os gêneros *Omicron* de Saussure e *Alphamenes* Bertoni foram representados por duas espécies cada. As duas espécies pertencentes ao gênero *Alphamenes* amostradas não haviam sido registradas no estado do Maranhão, sendo elas: *Alphamenes campanulatus* Fabricius, 1804 e *Alphamenes insignis* Fox, 1899. Em relação ao gênero *Omicron* foi possível reconhecer até o nível específico apenas a espécie *Omicron microscopicum* de Saussure, 1853, que também representa um novo registro.

Por fim, os gêneros *Monobia* de Saussure, *Pseudodynerus* de Saussure, *Brachymenes* Giordani Soika, *Eumenes* Latreille, *Pachymenes* de Saussure, *Pararhaphidoglossa* Schulthess, *Pirhosigma* Giordani Soika, *Hypalastoroides* de Saussure e *Zeta* de Saussure foram representados cada um por uma única espécie. De todos esses gêneros, apenas *Monobia*, *Pseudodynerus* e *Zeta* já possuíam espécies coletadas no estado, incluindo as do presente estudo. Todos os outros gêneros constituem novos registros com as seguintes espécies: *Brachymenes dyscherus* de Saussure, 1852, *Eumenes versicolor* de Saussure, 1852, *Pachymenes ghilianii* Spinola, 1851, *Pararhaphidoglossa proxima* Fox, 1899, *Pirhosigma*

deforme Fox, 1899, *Hypalastoroides paraguayensis* Zavattari, 1911 e dos gêneros *Ancistroceroides* e *Hypancistrocerus*.

No que se refere à subfamília Polistinae, os gêneros mais representativos foram *Polistes* Latreille (5 espécies), *Polybia* Lepeletier (5 espécies) e *Mischocyttarus* de Saussure (3 espécies) correspondendo a 23% das espécies amostradas. Das cinco espécies do gênero *Polistes* apenas duas ainda não haviam sido registradas para o estado, sendo elas: *Polistes subsericeus* de Saussure, 1854 e *Polistes occipitalis* Ducke, 1904. O gênero *Polybia* não apresentou registros inéditos. Contudo, o gênero *Mischocyttarus* apresentou um novo registro para o estado, *Mischocyttarus labiatus* Fabricius, 1904.

O gênero *Apoica* Lepeletier foi representado por duas espécies e os gêneros *Synoeca* de Saussure e *Agelaia* Lepeletier foram representados por apenas uma espécie cada. Nenhuma das espécies pertencentes a esses últimos gêneros citados constituem novos registros para o Maranhão.

4.2. Riqueza de espécies

Dentre os estimadores de riqueza, Chao 1 estimou o maior número de espécies (Chao 1 = 61,87) enquanto que o Jackknife 1 estimou o número observado de espécies (Jackknife 1 = 55). Levando em consideração o desvio padrão do estimador Chao 1, considera-se que entre 81,56% a 97,67% das espécies da assembleia foram amostradas, levando em conta o resultado do Jackknife 1, 100% das espécies podem ter sido amostradas no presente estudo. Dessa forma, sugere-se que entre 81,56% e 100% das espécies de vespas foram amostradas.

A adição de espécies ao inventário realizado no PAB pode ser evidenciada por meio das curvas de acumulação de espécies (Figura 4). Foram geradas três curvas, a primeira referente aos dados da comunidade Vespidae como um todo e as outras duas evidenciam a acumulação de espécies das duas subfamílias amostradas: Polistinae e Eumeninae. Alternativamente, as curvas de acumulação plotadas fornecem informações visuais sobre a eficiência dos métodos de busca ativa e armadilhas Malaise.

Cerca de 76% das espécies registradas pelo presente estudo foi capturada exclusivamente por meio de redes entomológicas e o método que registrou mais indivíduos foi a busca ativa, amostrando 1.089 indivíduos e todas as 55 espécies. No entanto, as armadilhas Malaise capturaram 427 indivíduos, reconhecendo apenas 13 do total de espécies registradas.

Ao analisar a curva de acumulação de espécies da assembleia em geral (Figura 4), observamos que houve diferença significativa entre os métodos de coleta. Quando se observa a curva de vespídeos plotada para a busca ativa, nota-se que a mesma apresentou ascensão nas primeiras amostras que perdurou durante toda a amostragem e somente no fim houve uma tendência à estabilização, sugerindo que poucas novas espécies poderiam ser adicionadas em coletas subsequentes. Contudo, ao observar a curva do método de armadilhas Malaise, observa-se que o método amostrou um número menor de espécies, contudo a curva apresentou maior tendência à estabilidade. Nas curvas de acumulação de espécies plotadas para a subfamília Eumeninae (Figura 5), nenhuma das duas apresenta estabilização evidente. Ao observar o gráfico plotado para subfamília Polistinae (Figura 6), percebe-se que a curva apresentou estabilização precoce, evidenciando que embora o número de indivíduos aumente pouco seria adicionado à riqueza, portanto, todas as espécies foram registradas com apenas 10 amostras. O método de busca ativa também apresentou estabilização da curva de acúmulo de espécies, contudo, quando comparado à subfamília Eumeninae o número de espécies foi consideravelmente menor.

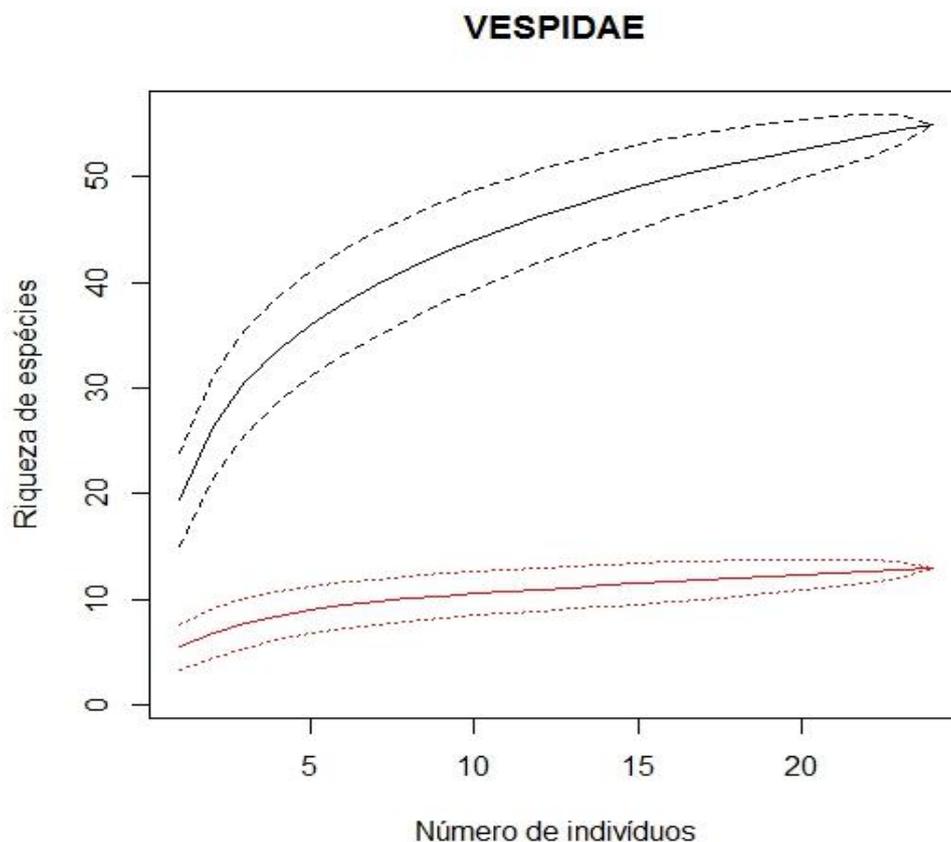


Figura 4. Curvas de acumulação de espécies família Vespidae: busca ativa (preto) e armadilhas Malaise (vermelho). Parque Agroecológico Buritirana (PAB). Peri Mirim, MA, 2013-2015.

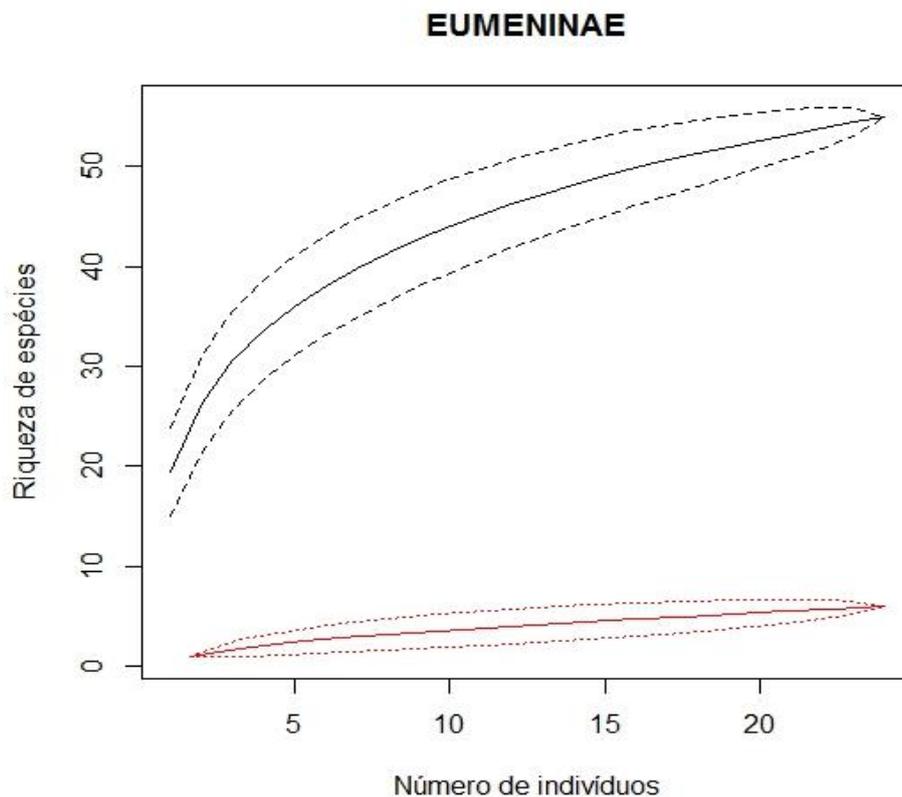


Figura 5. Curvas de acumulação de espécies pertencentes à subfamília Eumeninae: busca ativa (preto) e armadilhas Malaise (vermelho). Parque Agroecológico Buritirana (PAB). Peri Mirim, MA, 2013-2015.

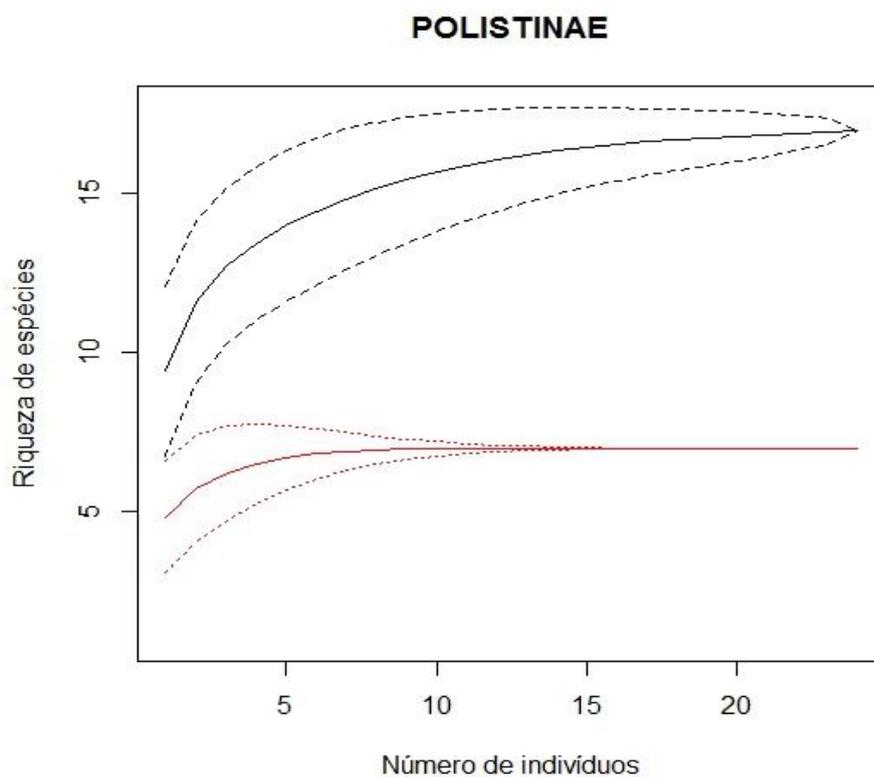


Figura 6. Curvas de acumulação de espécies pertencentes à subfamília Polistinae: busca ativa (preto) e armadilhas Malaise (vermelho). Parque Agroecológico Buritirana (PAB). Peri Mirim, MA, 2013-2015.

4.3. Abundância das espécies

No que se refere à abundância, a subfamília Polistinae foi a mais representativa com 72% dos indivíduos coletados, em especial da tribo Epiponini. Enquanto, Eumeninae (28%), apesar de apresentar maior riqueza, foi representada por menos indivíduos quando comparada à Polistinae. As espécies de Polistinae mais abundantes foram *Polybia sericea* Olivier, 1791 (25%), seguida por *Polybia occidentalis* Olivier, 1791(19%) e *Agelaia pallipes* Olivier, 1791(12%). Do total das espécies pertencentes à subfamília Polistinae *Polistes occipitalis* Ducke, 1904 foi representada por um único indivíduo (Singleton).

Na subfamília Eumeninae as espécies mais abundantes foram *Alphamenes campanulatus* Fabricius, 1804 (17%), *Zethus mexicanus* Linnaeus, 1767 (16%), *Zeta argillaceum* Linnaeus, 1758 (12%) e *Montezumia azurescens* Spinola, 1851(7,5%). Dez espécies de vespas solitárias foram representadas por um único indivíduo: *Eumenes versicolor* de Saussure, 1852, *Pachodynerus argentinus* de Saussure, 1870, *P. carpenteri* Willink e Roig-Alsina, 1998, *P. serrulatus* Brèthes, 1920, *Pararhaphidoglossa proxima* Fox, 1899, *Pirhosigma deforme* Fox, 1899, *Zethus trispinosus* Zavattari, 1912, *Z. lobulatus* de Saussure, 1856, *Z. hilarianus* de Saussure, 1856 e *Zethus* sp. As espécies *Brachymenes dyscherus* de Saussure, 1852, *Omicron microscopicum* de Saussure, 1853, *Alphamenes insignis* Fox, 1899 e *Zethus toltecus segmentalis* Ihering, 1911 foram representadas por dois indivíduos cada (Doubletons).

Analisando a assembleia de vespas pertencentes à família Vespidae de uma forma geral, percebe-se que apenas quinze espécies apresentaram mais de 20 indivíduos. Dentre todas as subfamílias, a espécie mais abundante foi *Polybia sericea* Olivier, 1791 (N = 287), seguida por *Polybia occidentalis* Olivier, 1791(N = 224) e *Agelaia pallipes* Olivier, 1791(N = 143). Dessa forma, notou-se uma dominância de poucas espécies, e um notável número de espécies menos frequentes, demonstrando que houve uma distribuição desigual das espécies amostradas pertencentes à família Vespidae.

Zipf-Mandelbrot foi o modelo que melhor se ajustou ao conjunto de dados (Figura 7), apontando que a assembleia em estudo apresenta um decréscimo na uniformidade em razão da dominância de algumas espécies. O padrão observado evidenciou que os três pontos localizados na porção superior representam as espécies mais abundantes no presente trabalho, sendo todas pertencentes à subfamília Polistinae. Contudo, a grande maioria dos pontos encontra-se na porção inferior do gráfico, evidenciando 32 espécies com menos de 10

indivíduos. As espécies *Pachymenes ghillianii* Spinola, 1851, *Montezumia nigriceps* Spinola, 1841, *Zethus romandinus* de Saussure, 1852, *Pachodynerus gadulpensis* de Saussure, 1853, *Hypalastoroides paraguayensis* Zavattari, 1911, *Mischocyttarus injucundus* de Saussure, 1854, *Pachodynerus* sp. e *Zethus brasiliensis fuscatus* Bohart e Stange, 1965 apresentaram abundância menor que 20 e maior que 10 indivíduos.

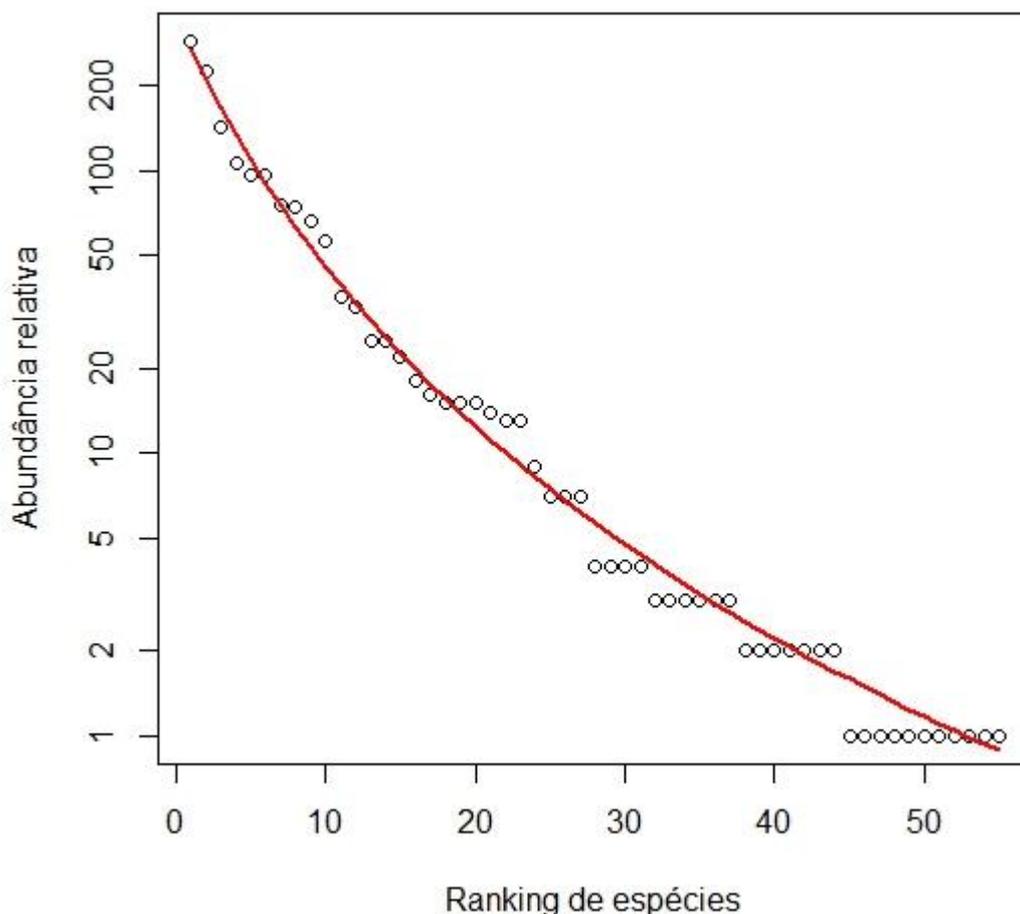


Figura 7. Gráfico de *ranking*/abundância da Assembleia de vespas (Vespidae) do Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim/MA.2013-2015. Em vermelho o modelo de abundância relativa Zipf-Mandelbrot.

5. DISCUSSÃO

5.1. Lista de espécies e novos registros de vespas

É difícil precisar quando foi realizado o primeiro inventário da fauna de vespas no Maranhão, uma vez que até a realização do estudo de Richards (1978) nenhuma lista de

espécies havia sido divulgada. Contudo, estudos anteriores ao manuscrito deste autor fazem referência a indivíduos que foram coletados no estado que se encontravam depositados em coleções no exterior.

Durante o trabalho de Richards (1978), além de inventariar áreas em Nova Xavantina no estado do Mato Grosso, também amostrou diversas áreas no estado do Maranhão. Em uma das localidades de coletas citadas em seu trabalho, ele faz menção ao município de Barra do Corda que, segundo a classificação de Pinheiro (2002), pertence à região de Pré-Amazônia. Neste trabalho foram amostradas 38 espécies de vespas sociais ocorrentes no estado, das quais 12 espécies foram registradas no presente estudo: *Polistes carnifex* Fabricius, 1775, *Polistes canadensis* Linnaeus, 1758, *Polistes versicolor* Olivier, 1791, *Apoica strigata* Richards, 1978, *Apoica pallida* Olivier, 1792, *Polybia occidentalis* Olivier, 1791, *Polybia sericea* Olivier, 1791, *Polybia crysothorax* Lichtenstein, 1796, *Polybia rejecta* Fabricius, 1798, *Mischocyttarus injucundus* de Saussure, 1854, *Agelaia pallipes* Olivier, 1791 e *Synoeca surinama* Linnaeus, 1767.

Silva, Azevedo e Silveira (2011) após 34 anos sem listagens publicadas de espécies de vespas pertencentes à família Vespidae, verificaram a fauna de vespas sociais durante um ano em duas áreas de cerrado em povoados próximos aos municípios de Barreirinhas e Urbano Santos, região Nordeste do estado. Neste trabalho foi utilizado o método de busca ativa aos ninhos de vespas sociais. Os autores reconheceram 31 espécies. O trabalho monográfico de Amorim (2008) em uma região próxima ao trabalho desenvolvido por Silva, Azevedo e Silveira (2011) também contribuiu para o conhecimento de vespas sociais ocorrentes no estado, registrando 29 espécies de vespas, das quais apenas oito espécies foram registradas no presente estudo.

O último inventário de vespas sociais realizado no estado foi desenvolvido por Somavilla et al. (2014) em uma área de floresta ombrófila densa na Amazônia maranhense. Foram reconhecidas 38 espécies de vespas sociais, das quais apenas oito foram amostradas neste estudo.

No entanto, três espécies de vespas pertencentes à subfamília Polistinae encontradas no presente estudo não foram coletados por Richards (1978), Amorim (2008), Silva, Azevedo e Silveira (2011) e Somavilla et al. (2014) sendo elas: *Polistes subsericeus* de Saussure, 1854,

Polistes occipitalis Ducke, 1904 e *Mischocyttarus labiatus* Fabricius, 1904, constituindo novos registros para o Maranhão.

No que se refere às vespas solitárias, Bohart e Stange (1965) deram o primeiro passo na revisão de espécies do gênero *Zethus* Fabricius ocorrentes no Hemisfério Ocidental. Neste trabalho, estes pesquisadores fazem menção a espécies que ocorrem no estado do Maranhão, sendo que algumas delas foram registradas no presente estudo: *Z. mexicanus*, *Z. diminutus* e *Z. fuscus*. Entretanto, sete espécies de vespas solitárias pertencentes ao gênero *Zethus* Fabricius encontradas neste estudo representam novos registros, sendo elas: *Z. hilarianus*, *Z. brasiliensis fuscatus*, *Z. miscogaster*, *Z. prominens*, *Z. romandinus*, *Z. trispinosus*, *Z. lobulatus*.

O trabalho de revisão gêneros *Montezumia* de Saussure e *Monobia* de Saussure desenvolvido por Willink (1982) além de fornecer informações sobre biologia e biogeografia destes insetos, também cita espécies coletadas no estado, sendo que todas elas também foram amostradas neste trabalho, tais como: *Montezumia azurescens*, *M. ferruginea*, *M. nigriceps*, *M. infernalis* e *Monobia angulosa*. As localidades em que estas espécies foram registradas durante o trabalho de Willink (1982) fazem referência aos municípios de Buriticupu, Santa Inês e Bom Jardim que também fazem parte da Amazônia Maranhense, além dos municípios de Lago dos Rodrigues e Bacabal, na região dos Cocais (PINHEIRO, 2002).

Inventários sistematizados de vespas solitárias no Maranhão foram realizados em uma área de Floresta Amazônica no município de São José de Ribamar, denominado Sítio Aguahy. O primeiro estudo foi realizado por Muniz (2010) durante dois anos e utilizou a metodologia de ninhos armadilha a fim de identificar espécies de vespas e abelhas solitárias que nidificam em cavidades preexistentes. O outro trabalho desenvolvido nesta área foi desenvolvido por Silva (2013), também durante dois anos, amostrando as espécies da subfamília Eumeninae ocorrentes na área utilizando o método de busca ativa. Do total de espécies capturadas no Sítio Aguahy, 11 também foram coletadas no PAB.

Recentemente o estudo desenvolvido por Matos, Silva e Teodoro (2016) objetivou analisar a variação da abundância de vespas solitárias em ambientes onde se pratica agropecuária, sendo amostradas cinco espécies de vespas solitárias, pertencentes à subfamília Eumeninae, das quais apenas *Minix brasillianum* de Saussure não foi registrada no nosso estudo.

No presente estudo, o gênero com maior número de espécies foi *Zethus* Fabricius. Das 12 espécies registradas apenas uma não foi identificada até o nível específico, sendo ela candidata a uma nova espécie do gênero (Lopes, R.B., comunicação pessoal). Todas as espécies coletadas neste estudo já haviam sido registradas no bioma Amazônia em estudos anteriores. A maior riqueza de espécies do gênero também pode estar relacionada com a grande diversidade do grupo, uma vez que este é o maior gênero em Vespidae, representado por cerca de 250 espécies (CARPENTER, 2011; HERMES, 2012; LOPES; NOLL, 2014; LOPES; HERMES, 2015). Os indivíduos deste grupo são ainda caracterizados pela ampla distribuição geográfica, ocorrendo em diferentes habitats, além de um grande espectro de materiais utilizados na nidificação (LOPES; NOLL, 2014). Bohart e Stange (1965) comentam que devido a grande diversidade de tipos estruturais dentro do gênero, trabalhos taxonômicos tornam-se muito mais complicados.

O gênero *Pachodynerus* de Saussure foi o segundo mais rico, representado por sete espécies. Este grupo também apresenta grande distribuição geográfica, principalmente na região Neotropical (WILLINK; ROIG-ALSINA, 1998). As espécies do gênero dispõem de uma grande plasticidade na construção de seus ninhos, entretanto, estes aspectos não são bem estudados no Brasil (BUSCHINI; BUSS, 2010). As espécies *Pachodynerus brevithorax* de Saussure, 1852 e *Pachodynerus guadulpensis* de Saussure, 1853 coletadas no presente estudo foram citadas no trabalho de Willink e Roig-Alsina (1998) como ocorrentes no estado do Maranhão, sendo coletadas nos municípios de Carolina e na Região do Gurupi, áreas de Cerrado e Amazônia, respectivamente.

Silva (2013) e Matos, Silva e Teodoro (2016) também registraram em seus trabalhos a ocorrência de *Pachodynerus guadulpensis* de Saussure, 1853. O último estudo citado também reconhece a ocorrência de *Pachodynerus nasidens* Latreille, 1817, também coletada no presente estudo. De acordo com Willink e Roig-Alsina (1998) essa é a espécie mais comum e com maior distribuição do gênero. Das outras espécies pertencentes a este gênero coletadas na área de estudo, *Pachodynerus serrulatus* Brèthes, 1920 e *Pachodynerus argentinus* de Saussure, 1870 já haviam sido coletadas no bioma Amazônia (WILLINK; ROIG-ALSINA, 1998). O presente estudo registra a ocorrência inédita da espécie *Pachodynerus carpenteri* Willink e Roig-Alsina, que só possuía registro no México, Venezuela e Colômbia.

O terceiro gênero mais representativo dentre os coletados na subfamília Eumeninae, foi o gênero *Montezumia* de Saussure. Segundo Willink (1982), este grupo possui distribuição

quase exclusivamente Neotropical e uma característica marcante é o mimetismo batesiano com espécies do mesmo gênero ou com outros grupos. Ainda no trabalho deste mesmo autor, ele faz referência a espécies coletadas no estado do Maranhão, todas coletadas no presente estudo e também nos trabalhos de Muniz (2010) e Silva (2013) em uma área amazônica no município de São José de Ribamar. As espécies coletadas nesse estudo pertencentes a este gênero são comumente amostradas em inventários faunísticos em diversas regiões do país (SILVEIRA, 2008a; SOMAVILLA; KÖHLER; HERMES, 2010; CAPUSSO, 2011; SOMAVILLA, 2012; AUKO; SILVESTRE, 2013; GRANDINETE; NOLL, 2013).

O gênero *Omicron* de Saussure apresenta espécies de tamanho pequeno, com tórax extremamente globular e convexo (GIORDANI SOIKA, 1978). O gênero foi representado por duas espécies na área de estudo, das quais apenas uma foi possível chegar até o nível específico. A espécie *Omicron microscopicum* de Saussure, 1853 além de constituir um novo registro para o Maranhão, representa uma nova ocorrência para a região Amazônica e região Norte- Nordeste do Brasil, uma vez que esta espécie só havia sido registrada no estado do Rio de Janeiro.

O gênero *Alphamenes* Bertoni também foi representado por duas espécies na área de estudo. De acordo com Carpenter e Marques (2001), este é um pequeno gênero Neotropical representado por seis espécies no Brasil, das quais três são endêmicas. No presente estudo, foi coletada a espécie *Alphamenes insignis* Fox, 1899, que já havia sido registrada nos estado do Espírito Santo e Mato Grosso do Sul (GIORDANI SOIKA, 1978; GRANDINETE; NOLL, 2013), mas ainda não havia sido registrada em regiões amazônicas. A espécie *Alphamenes campanulatus* Fabricius, 1804 é uma espécie com ampla distribuição geográfica, tendo sido coletada em diversos biomas do país (GIORDANI SOIKA, 1978). No estado do Maranhão essa espécie também foi coletada no trabalho de Silva (2013).

Todos os outros gêneros pertencentes à subfamília Eumeninae amostrados neste estudo, foram representados por uma única espécie. O gênero *Monobia* de Saussure apresenta ampla distribuição Neotropical, mas também são reconhecidas espécies da região Neártica (WILLINK, 1982). Neste trabalho, foi coletada a espécie *Monobia angulosa* Saussure, 1852, considerada a espécie mais comum do gênero. Estes indivíduos já haviam sido registrados em regiões amazônicas e em outros biomas nos trabalhos de Willink (1982), Hermes e Köhler (2004), Silveira (2008a), Auko e Silvestre (2013), e no estado do Maranhão por Matos, Silva e Teodoro (2016).

O gênero *Pseudodynerus* de Saussure apresenta distribuição desde o sul dos Estados Unidos até o norte da Argentina, possuindo pouca informação sobre sua biologia. Neste estudo, o gênero foi representado pela espécie *Pseudodynerus subapicalis* Fox, 1902, que já foi coletada em alguns estados do Brasil, inclusive no Maranhão (FERREIRA et al., 2015). O gênero *Brachymenes* Giordani Soika tem distribuição Neotropical sendo representado por apenas duas espécies. No presente estudo, registramos *Brachymenes dyscherus* de Saussure, 1852. Segundo Giordani Soika (1990) e Camillo (1999), no Brasil esta espécie apresenta distribuição do Pará ao Rio Grande do Sul. No Maranhão, esta espécie foi coletada no trabalho monográfico de Silva (2013).

Eumenes Latreille é um gênero cosmopolita bastante especioso, sendo que no Brasil ocorre cerca de quatro espécies (CARPENTER; MARQUES, 2001). Neste trabalho foi registrada a espécie *Eumenes versicolor* de Saussure, 1852, que também já foi registrada por Giordani Soika (1978) e Somavilla (2012) em regiões amazônicas e por Silva (2013, dados não publicados) no estado do Maranhão.

Pachymenes de Saussure é considerado atualmente um grupo monofilético, graças a recentes análises cladísticas do grupo em que o gênero *Santamenes* foi sinonimizado (GRANDINETE; HERMES; NOLL, 2014). É um grupo de vespas solitárias de tamanho médio e com distribuição Neotropical, no mínimo nove espécies deste gênero ocorrem no Brasil (CARPENTER; MARQUES, 2001). No presente estudo, este gênero está representado pela espécie *Pachymenes ghilianii* Spinola, 1851. No Brasil, esta espécie foi observada em diversos ambientes, como em áreas amazônicas (GIORDANI SOIKA, 1990; SOMAVILLA, 2012), Cerrado (GIORDANI SOIKA, 1990; CAPUSSO, 2011; AUKO; SILVESTRE, 2013) e Mata Atlântica (CAPUSSO, 2011). No Maranhão, esta espécie foi registrada por Silva (2013) em áreas de mata amazônica e restinga.

Pararhaphidoglossa Schulthess é um gênero Neotropical com aproximadamente 20 espécies, das quais pelo menos uma é endêmica do Brasil (CARPENTER; MARQUES, 2001). Neste estudo foi registrada apenas uma espécie pertencente a este gênero, *Pararhaphidoglossa proxima* Fox, 1899, apresentando registros de ocorrência apenas no trabalho de Giordani Soika (1978) no estado do Mato Grosso.

O gênero *Pirhosigma* Giordani Soika é um grupo de vespas solitárias que possui distribuição restrita a região Neotropical (HERMES; SOMAVILLA; GARCETE-BARRETT,

2013). A espécie registrada no presente estudo, *Pirhosigma deforme* Fox, 1899 já havia sido registrada nos estados do Mato Grosso, Goiás e Rio Grande do Sul no trabalho de Giordani Soika (1978), e recentemente foi novamente registrada na região Sul do país (HERMES; KÖHLER, 2004; SOMAVILLA; KÖHLER; HERMES, 2010). Dessa forma, o presente estudo além de representar um novo registro para o Maranhão, também reconhece a ocorrência dessa espécie na Região Nordeste do país, ampliando a distribuição dessa espécie.

Hypalastoroides de Saussure é um gênero especioso dentro de Eumeninae com cerca de 27 espécies distribuídas na região Neotropical (CARPENTER; MARQUES, 2001). No presente estudo foi registrada a espécie *Hypalastoroides paraguayensis* Zavattari, 1911 que, curiosamente, até este estudo só havia sido registrada na região Sul do país, nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (GIORDANI SOIKA, 1978; HERMES; KÖHLER, 2004; SOMAVILLA; KÖHLER; HERMES, 2010). No trabalho desenvolvido por Hermes e Köhler (2004) no Cinturão Verde de Santa Cruz do sul, estado do Rio Grande do Sul, os pesquisadores classificam esta espécie como rara na área de estudo. A baixa amostragem de vespas solitárias pode justificar os poucos registros desta espécie no território nacional.

Carpenter e Marques (2001) comentam que *Zeta* de Saussure é um pequeno gênero de vespas solitárias com indivíduos grandes e com ampla distribuição na região Neotropical. São reconhecidas quatro espécies neste gênero, com grandes diferenças na coloração de indivíduos de diferentes populações. Carpenter (2002) não reconhece diferenças evidentes entre estes táxons, mesmo com a grande variação entre os indivíduos. Ainda segundo Carpenter e Marques (2001), apenas uma espécie é registrada no Brasil, *Zeta argillaceum* (Linnaeus, 1758). Esta espécie é considerada a vespa solitária mais comum da América do Sul e é adaptada a ambientes urbanos, mas também pode ser encontrada em regiões florestais (MATTHEWS; GONZÁLEZ, 2004), já tendo sido registrada em todos os biomas do país (GIORDANI SOIKA, 1975; HERMES; KÖHLER, 2004; SILVEIRA, 2008a; AUKO; SILVESTRE, 2013). No Maranhão esta espécie já havia sido registrada no trabalho de Giordani Soika (1975) em uma área de Cerrado no município de Carolina e também no trabalho de Silva (2013) em fragmentos de mata amazônia e restinga.

Os gêneros *Ancistroceroides* de Saussure e *Hypancistroceus* de Saussure são gêneros com distribuição Neotropical e com muitas espécies endêmicas do Brasil (CARPENTER; MARQUES, 2001). Contudo, neste estudo as espécies pertencentes a estes gêneros não foram identificadas até o nível específico devido à carência de estudos voltados para estes grupos. A

representação destes táxons apenas como morfoespécies é comum em vários inventários no Brasil (CARBONARI, 2009; CAPUSSO, 2011; AUKO; SILVESTRE, 2013), o que dificulta o entendimento de aspectos biogeográficos destes grupos.

No que se refere às espécies de Polistinae na área de estudo, o gênero *Polistes* Latreille foi representado por cinco espécies no presente estudo. Este gênero é considerado um dos mais ricos pertencentes à subfamília Polistinae, representado em mais de 200 espécies encontradas em todos os continentes, sendo frequentemente utilizado em estudos sobre evolução do comportamento social (CARPENTER; MARQUES, 2001; PICKETT; CARPENTER, 2010; SANTOS et al., 2014). Das cinco espécies registradas, apenas duas constituem novos registros para o Maranhão, sendo elas *Polistes occipitalis* Ducke, 1904 e *Polistes subcericeus* de Saussure, 1854.

A espécie *P. occipitalis* Ducke, 1904 já havia sido registrada nos biomas Amazônia e Mata Atlântica no trabalho de Richards (1978) e nos trabalhos de Silveira (2002) e Gomes (2013) desenvolvidos em regiões amazônicas nos estados do Pará e Rondônia, respectivamente. Segundo Richards (1978), *Polistes subcericeus* de Saussure, 1854 pode ser observada mais facilmente em áreas de campo. Willink (1982) comenta sobre o mimetismo das espécies do gênero *Montezumia* de Saussure e cita esta espécie como uma das semelhantes à *Montezumia nigriceps* Spinola, 1841, também coletado na área de estudo. Giannotti (1995) em descrição de aspectos biológicos de *P. subcericeus* comenta que esta é uma espécie de vespa social com rara ocorrência, com ninhos construídos geralmente em locais de difícil acesso e com poucos indivíduos. Em outros inventários no Brasil, *P. subcericeus* foi registrada nos biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (ANDENA; CARPENTER, 2012; SIMÕES; CUOZZO; FRIEIRO-COSTA, 2012 ; BOMFIM; ANTONIALLI JR, 2012; GRANDINETE; NOLL, 2013). As outras espécies coletadas neste estudo pertencentes ao gênero *Polistes*, já haviam sido registradas nos estudos desenvolvidos no estado do Maranhão (RICHARDS, 1978; AMORIM, 2008; SILVA; AZEVEDO; SILVEIRA, 2011; SOMAVILLA et al., 2014) e são espécies relativamente comuns em habitats modificados, sendo encontradas na maioria dos inventários desenvolvidos no país.

O segundo gênero igualmente rico em Polistinae foi *Polybia* Lepeletier, também com cinco espécies. Este gênero é considerado um dos gêneros mais comuns de vespas sociais ocorrentes na América do Sul e o grupo mais especioso da tribo Epiponini (CARPENTER;

KOJIMA; WENZEL, 2000). Contudo, nenhuma das espécies aqui coletadas constitui novos registros para o Maranhão. Quatro espécies já haviam sido amostradas por Richards em seu trabalho no ano de 1978. Estas espécies foram novamente amostradas nos trabalhos de Amorim (2008), Silva, Azevedo e Silveira (2011) e Somavilla et al. (2014).

Mischocyttarus de Saussure foi o terceiro gênero mais rico, com 3 espécies identificadas, das quais pelo menos uma constitui um novo registro pro estado. Este é o único gênero dentro da tribo Mischocyttarini, representado em 245 espécies e com distribuição Neotropical (SILVEIRA, 2008b). O presente estudo revela a nova ocorrência da espécie *Mischocyttarus labiatus* Fabricius, 1904 no estado do Maranhão. Essa espécie já foi coletada em regiões amazônicas nos estados do Amazonas, Mato Grosso e Rondônia, mas também em áreas de Mata Atlântica no Rio Grande do Sul (RICHARDS, 1978; SOMAVILLA; KÖHLER; HERMES, 2010; GOMES, 2013; SOMAVILLA; ANDENA; OLIVEIRA, 2015).

O gênero *Apoica* Lepeletier foi representado por duas espécies no presente estudo. Este é um grupo curioso dentro da tribo Epiponini, diferente das outras espécies com hábito diurno, este gênero é o único nesta tribo com hábito noturno. Todas as oito espécies do gênero ocorrem no Brasil, mas nenhuma é endêmica (CARPENTER; MARQUES, 2001; PICKETT; WENZEL, 2007). As espécies *Apoica pallida* Olivier, 1792 e *Apoica strigata* Richards, 1978 já haviam sido registradas em áreas amazônicas no estado do Maranhão (RICHARDS, 1978; SOMAVILLA et al., 2014).

As vespas do gênero *Synoeca* de Saussure são facilmente reconhecidas pela cor negra, asas azul metálico, tamanho avantajado e agressividade na proteção dos seus ninhos. Este é um grupo pequeno representado em cinco espécies. Recentes análises cladísticas recuperam o monofiletismo do grupo (ANDENA; CARPENTER; NOLL, 2009). Neste estudo, registramos a espécie *Synoeca surinama* Linnaeus, 1767 que havia sido coletada em anos anteriores no estado (RICHARDS, 1978; AMORIM, 2008; SILVA; AZEVEDO; SILVEIRA, 2011; SOMAVILLA et al., 2014).

Agelaia Lepeletier apresenta 14 espécies no Brasil, sendo uma delas endêmica (CARPENTER; MARQUES, 2001). Este gênero apresenta espécies capazes de construir ninhos de tamanhos colossais (ZUCCHI et al., 1995; WENZEL, 1998; SILVA et al., 2013). No presente estudo, foi coletada a espécie *Agelaia pallipes* Olivier, 1791, que pode construir seus ninhos abrigados em cavidades, e frequentemente apresenta um comportamento

agressivo na defesa de seus ninhos (TANAKA JUNIOR; NOLL, 2011; SOMAVILLA, 2012). *A. pallipes* já havia sido registrada no estado do Maranhão em regiões amazônicas e no cerrado maranhense (RICHARDS, 1978; SILVA; AZEVEDO; SILVEIRA, 2011; SOMAVILLA et al., 2014).

Neste trabalho, não foram registrados indivíduos pertencentes à subfamília Masarinae. Apesar da ocorrência de espécies no Brasil, esta subfamília apresenta uma riqueza de espécies reconhecidamente menor na região Neotropical (CARPENTER; MARQUES, 2001; CARPENTER; GARCETE-BARRETT; HERMES, 2006). Nos trabalhos de Hermes e Garcete-Barrett (2009) e Silveira (2015) os autores citam a ocorrência de espécies pertencentes a esta subfamília em regiões amazônicas de outros países da América do Sul, sugerindo que estes indivíduos poderiam ainda ser registrados na Amazônia brasileira. Hermes e Garcete-Barrett (2009) alertam que as lacunas em inventários nos biomas brasileiros podem resultar na pouca representação de masaríneos no país.

Muitas espécies, principalmente da subfamília Eumeninae, apresentam poucos registros pelo país. Algumas das espécies registradas no presente estudo constituem novos registros para o bioma Amazônia, para região Norte-nordeste do país ou mesmo um novo registro para o país, como é o caso de *Pachodynerus carpenteri* Willink e Roig-Alsina, 1998. Este cenário é resultado da baixa amostragem deste grupo que, embora tenha havido um aumento no número de inventários nos últimos anos, pouco ainda se sabe a respeito de padrões de distribuição deste grupo. Dessa forma, faz-se importante o incremento no número de inventários no bioma Amazônia, em especial no estado do Maranhão.

5.2. Riqueza de espécies

Embora o presente estudo tenha apresentado menor riqueza quando comparado a outros trabalhos desenvolvidos na Amazônia e em outras localidades do Brasil, os valores obtidos pelos estimadores de riqueza demonstram que uma parcela significativa da assembleia de vespas do local foi amostrada, possivelmente refletindo uma boa representação da comunidade real.

Quando se observa os valores gerados pelos estimadores de riqueza, nota-se que ambos apresentaram pouca variação entre si. Apesar do estimador *Jackknife 1* ter estimado o valor idêntico ao observado, Chao 1, sem considerar o erro padrão, indicou que pelo menos 6 espécies poderiam ser adicionadas ao inventário em coletas seguintes.

O fato de *Jackknife 1* ter estimado o valor observado pode estar relacionado aos dados de presença e ausência, uma vez que apenas 11 espécies foram representadas uma única vez nas amostras. Contudo, o estimador Chao 1 requer dados de abundância, em vez de dados de presença e ausência, dessa forma o estimador irá exceder a riqueza de espécies observada conforme a frequência observada de espécies representadas por um indivíduo aumente (MAGURRAN, 2011).

Analisando as curvas de acumulação de espécies nota-se que embora nem todas tenham atingido a assíntota, ficou evidenciado que o esforço amostral dos diferentes métodos foi satisfatório, em suas particularidades. Magurran (2011) comenta que há diferenças importantes entre os protocolos de coletas baseados no indivíduo (curva do coletor) e os baseados em amostras (armadilhas). A autora discorre que quando a mesma assembleia é analisada utilizando ambas as abordagens, curvas de acúmulo de espécies baseadas em amostras situam-se abaixo de curvas baseadas no indivíduo, esse padrão também foi observado no presente estudo em todas as três curvas de acumulação geradas. Segundo a mesma autora, esse padrão é resultante da heterogeneidade ambiental, combinada ao comportamento individual que leva a distribuições não aleatórias das espécies entre as amostras.

As curvas de acumulação de espécies plotadas, além de mostrarem as taxas nas quais as espécies foram adicionadas ao inventário, evidenciaram as diferenças na eficiência de amostragem dos dois métodos utilizados. Analisando os comportamentos das curvas geradas para as armadilhas Malaise, percebe-se que em todas elas o método amostrou uma pequena parcela da riqueza total observada. Silveira (2002) em um inventário na floresta de Caxiuanã utilizando diferentes métodos de coleta ressaltou que a utilização das armadilhas Malaise talvez não seja um método efetivo na coleta de vespas sociais, pelo menos na sua área de estudo. No presente estudo, das 17 espécies de vespas sociais reconhecidas, apenas sete foram amostradas em malaises. A curva de acúmulo de espécies plotada para a subfamília Polistinae de acordo com a amostragem do método de malaise atingiu a assíntota ainda nas primeiras coletas. Este padrão também foi observado por Silveira (2002) e a estabilização da curva plotada para o método Malaise em seu estudo ocorreu nas 10 primeiras amostras.

Silva e Silveira (2009) comentam que apesar da eficiência reduzida deste método na captura de vespas sociais, esta armadilha propicia a rápida amostragem das espécies mais comuns nas parcelas. No presente estudo, as armadilhas malaise amostraram um alto número

de indivíduos das espécies *A.pallipes* e *P. occidentalis*, que representam 2 das três espécies mais abundantes registradas.

A subfamília Eumeninae foi pouco representada nas armadilhas. Das 38 espécies registradas neste estudo, apenas seis foram capturadas por este método e com abundância de apenas 14 indivíduos ao longo dos dois anos. Esses dados corroboram estudos anteriores em que a fauna de vespas solitárias é menos comumente amostrada em armadilhas malaise (NOLL; GOMES, 2009; AUKO; SILVESTRE, 2013).

Neste trabalho, a busca ativa constituiu o melhor método no descobrimento de espécies, registrando todas as espécies do total coletado. A busca ativa é reconhecidamente o método mais vantajoso na coleta dos Vespidae (SILVEIRA, 2002; SILVA; SILVEIRA, 2009; CAPUSSO, 2011; SOMAVILLA, 2012; SIMÕES; CUOZZO; FRIEIRO-COSTA, 2012; GRANDINETE; NOLL, 2013), uma vez que a experiência do coletor pode influenciar nos dados obtidos (AUKO; SILVESTRE, 2013).

Auko e Silvestre (2013) em um inventário no Parque Nacional Serra da Bodoquena utilizaram três métodos de coleta na captura de indivíduos pertencentes à Vespoidea, sendo eles a busca ativa, armadilhas Möericke e armadilhas Malaise. Como resultado, a busca ativa registrou uma maior riqueza em Vespidae do que as armadilhas Malaise, embora estas armadilhas tenham sido mais eficientes do que armadilhas Möericke. Grandinete e Noll (2013), através de um inventário da família Vespidae em uma área de Cerrado, sugerem que a utilização do método de busca ativa combinado ao método de “líquido atrativo” proposto por Noll e Gomes (2009) pode contribuir para o reconhecimento de maior riqueza destas vespas.

Embora as duas metodologias não tenham amostrado de forma igualmente satisfatória os indivíduos da família Vespidae, métodos de coleta combinados são recomendados, uma vez que estes indivíduos apresentam comportamento de forrageio variado (SOMAVILLA, 2012).

A proporção dos gêneros mais ricos pertencentes à subfamília Polistinae encontrados no presente estudo, também foi encontrada nos trabalhos de Grandinete e Noll (2013) em um fragmento de Cerrado “campo sujo” e Simões, Cuozzo e Frieiro-Costa (2012) em uma área de Cerrado no estado de Minas Gerais. A grande representatividade destes gêneros pode estar relacionada à reconhecida riqueza destes grupos, uma vez que estes representam os gêneros com maior riqueza de espécies em Polistinae (CARPENTER; KOJIMA; WENZEL, 2000; CARPENTER; MARQUES, 2001; SILVEIRA, 2008b).

A proporção de riqueza dos gêneros *Zethus*, *Montezumia* e *Pachodynerus* também foi observada em outros inventários com a subfamília Eumeninae em diferentes biomas (SOMAVILLA; KÖHLER; HERMES, 2010; SOMAVILLA, 2012; GRANDINETE; NOLL, 2013). Assim como em Polistinae, esse padrão pode estar relacionado à grande riqueza de espécies dos gêneros citados.

Embora haja uma grande diversidade de resultados, métodos e esforço amostral entre os inventários de vespas na Amazônia, foi notório que a riqueza de espécies de Vespidae encontrada neste trabalho foi relativamente baixa. A maioria dos estudos desenvolvidos no bioma amazônico é direcionado para o conhecimento de vespas sociais e, com base nas listagens, a fauna de Polistinae aqui amostrada é inferior a todos os trabalhos já desenvolvidos na região. Estes trabalhos relatam a ocorrência de no mínimo 20 espécies (Apêndice B).

Comparando a inventários realizados em outras regiões do Brasil, a fauna de vespas sociais do PAB foi superior ao encontrado por Santos et al.(2007) em inventário em uma área de restinga, no estado da Bahia, reconhecendo apenas 16 espécies. De acordo com Almeida (2013), áreas abertas tendem a abrigar menor riqueza de vespas sociais, visto que as áreas florestais com vegetação estruturada podem fornecer maior amplitude de substratos de nidificação e proteção destes indivíduos. Dessa forma, a menor riqueza de Polistinae pode estar associada com a presença de mata secundária e com a substituição da vegetação nativa do PAB por babaçu e tucum, que parecem não fornecer substratos de nidificação para uma grande diversidade de espécies sociais. A menor riqueza de espécies em áreas abertas também foi observado no trabalho monográfico de Araujo-Jr (2016) em um inventário de borboletas desenvolvido concomitantemente ao presente estudo no PAB, onde a estrutura da comunidade revelada era constituída de diversas espécies comuns em ambientes secundários e áreas abertas.

A maior riqueza de espécies em Eumeninae era teoricamente esperada, visto que esta é a subfamília mais rica em Vespidae representando cerca de 78% de espécies da família (CARPENTER; MARQUES, 2001; PICKETT; CARPENTER, 2010). Contudo, com exceção do presente estudo e das listas de espécies publicadas por Somavilla, Köhler e Hermes (2010) com base em indivíduos depositados em coleção e Somavilla e Köhler (2012) em análise da preferência floral em Vespidae, nenhum outro inventário registrou maior riqueza em Eumeninae do que em Polistinae. As vespas solitárias são comumente reconhecidas como difíceis de coletar devido ao seu comportamento solitário e dificuldade de visualização em campo (CARPENTER; MARQUES, 2001; SOMAVILLA, 2012). Poucos inventários são

direcionados para estas vespas, a maioria detém-se a utilização da metodologia de ninhos-armadilha, que restringe a coleta apenas a indivíduos que nidificam em cavidades preexistentes na madeira (GRANDINETE; NOLL, 2013).

Observando outros estudos realizados com as vespas solitárias na Amazônia, o presente estudo apresentou maior riqueza (Apêndice B). Somavilla (2012) registrando as espécies de Eumeninae ocorrentes na Reserva Ducke, apresentou número de espécies semelhante ao registrado no PAB. As 32 espécies registradas pelo autor são provenientes de indivíduos depositados em coleção entomológica e capturados em busca ativa. Embora um número expressivo, 12 espécies não foram identificadas até o nível específico. O autor comenta que o impedimento taxonômico dificulta o reconhecimento das espécies ocorrentes, visto que muitos gêneros ainda carecem de revisões taxonômicas.

O presente estudo contribuiu para o conhecimento dos vespídeos ocorrentes no estado do Maranhão com 23 registros inéditos. No que se refere à fauna de Polistinae, houve um acréscimo de novas 3 espécies que até então não eram conhecidas, dessa forma, a fauna de vespas sociais do Maranhão encontra-se representada em 75 espécies. No que se refere à subfamília Eumeninae, é difícil precisar o número de espécies ocorrentes no estado. Com base nos inventários desenvolvidos e nas espécies citadas em trabalhos taxonômicos, estima-se que atualmente a fauna de vespas solitárias do Maranhão esteja representada em pelo menos 46 espécies.

É importante ressaltar que neste estudo foram registradas 55 espécies de vespas pertencentes à família Vespidae em uma única área da Baixada maranhense que, embora apresente matas secundárias com evidente ação antrópica, ainda consegue abrigar uma fauna consideravelmente rica de vespídeos. Este resultado é de grande importância, visto que este foi o primeiro estudo com vespas desenvolvido na região da baixada que, assim como diversas outras áreas do bioma Amazônia, apresentam pouco conhecimento deste táxon (SILVEIRA, 2002; MORATO; AMARANTE; SILVEIRA, 2008; SOMAVILLA; OLIVEIRA, 2013).

5.3. Abundância

Em nenhum ambiente, tropical ou temperado, as assembleias estão estruturadas com todas as espécies igualmente abundantes. Em vez disso, o que geralmente ocorre é que

algumas são abundantes, outras moderadamente comuns e a maioria raras (MAGURRAN, 2011). Este padrão é repetido em diversos grupos taxonômicos, inclusive no presente estudo.

Na observação da variação das abundâncias das espécies alguns modelos são mais bem sucedidos que outros, mas nenhum é universalmente aplicável a todas as assembleias ecológicas, uma vez que a riqueza de espécies e a desigualdade das abundâncias variam entre as assembleias (MOUILLOT; LEPRETRE, 2000). Mesmo com essas limitações, os modelos de distribuições de abundâncias podem lançar luz sobre os processos que podem determinar a diversidade biológica de uma assembleia.

Dentre os modelos testados, o que melhor se ajustou ao conjunto de dados fornecido foi o modelo Zipf- Mandelbrot. Este modelo prediz que a entrada de uma espécie em uma comunidade é dependente de alterações anteriores, refletindo um processo sucessional. Nesse sentido, a entrada das espécies em comunidades depende de requerimentos específicos e por isso estas espécies seriam mais raras do que as primeiras espécies a chegar. O resultado é que algumas espécies são muito abundantes e a maioria das espécies é rara (WILSON et al., 1996; MAGURRAN, 2011). Neste trabalho notou-se que três espécies representam mais da metade da abundância total da assembleia registrada, sugerindo que a comunidade analisada apresenta um alto grau de dominância e muitas espécies pouco frequentes.

A espécie mais abundante em nosso estudo foi *Polybia sericea* Olivier, 1791, uma espécie amplamente distribuída pelo Brasil. Richards (1978) comenta que esta espécie é comum em áreas de campo e pode ser facilmente confundida com outras formas miméticas de Vespidae. Bichara et al. (2009) em análise do comportamento de forrageio de *P. sericea* reconhecem que esta espécie usa principalmente indivíduos da ordem Lepidoptera para aprovisionar seus ninhos, revelando as famílias Noctuidae, Hesperiiidae e Nymphalidae como as mais predadas por esta espécie de vespa. No trabalho de Araujo-Jr (2016) realizado no PAB, o autor reconhece as famílias Hesperiiidae e Nymphalidae como as mais ricas na área de estudo. O que sugere que a grande abundância desta espécie pode estar relacionada com a ampla disponibilidade de recurso para a subsistência dos ninhos, geralmente populosos.

5.4. Observações adicionais sobre nidificação e registro floral

Em trabalhos de levantamento com uso de rede entomológica é comum que observações adicionais sejam feitas sobre o comportamento de nidificação, de forrageamento

e sobre as espécies vegetais utilizadas tanto como substrato quanto recurso alimentar. Togni (2009) comenta a importância em observar tais aspectos uma vez que este tipo de abordagem pode levar a inferências sobre sazonalidade, possíveis fatores relacionados à abundância e distribuição das espécies de vespas em estudo.

O PAB apresenta em suas dimensões conspícuos babaçuais, palmeiras em estágio inicial de desenvolvimento (MUNIZ, 2015; ARAUJO-JR, 2016), além de indivíduos adultos de *Mangifera indica*, espécies arbustivas e gramíneas como os principais componentes vegetacionais.

Foi frequente a visualização de nidificação de vespas sociais em indivíduos de *Astrocaryum tucum*, sendo registradas as espécies *Polybia sericea* Olivier, 1791 e *Polistes versicolor* Olivier, 1791 (Apêndice D). Um padrão semelhante foi observado em outros estudos desenvolvidos no Maranhão. Silva (2004), em um estudo desenvolvido em duas áreas do Cerrado maranhense, a pesquisadora comenta sobre a utilização da superfície abaxial das folhas de *A. tucum*, sugerindo que esta preferência se deve a ausência de espécies vegetais de grande porte. Dessa forma, os espinhos presentes nestas plantas serviriam de proteção física contra predadores.

Em análise da estrutura da comunidade de vespas sociais em áreas de Mata ciliar e Mata Mesófila semidecídua no município de Urbano Santos, área próxima ao estudo desenvolvido por Silva (2004), Amorim (2008) também analisou aspectos de nidificação dessas vespas. Em seu trabalho, *A. tucum* foi o substrato de nidificação mais frequente, seguido por *M. indica*. No presente estudo, também foi possível observar espécies de vespas sociais nidificando neste substrato, dentre elas *Polistes carnifex* Fabricius, 1775, *Synoeca surinama* Linnaeus, 1767 e espécies do gênero *Mischocyttarus*. Amorim (2008) comenta que este substrato pode ser vantajoso devido à estrutura das folhas, longas e dispostas próximas umas as outras, o que propicia um bom abrigo para a construção de ninhos.

Lawton (1983) comenta que a estrutura da vegetação pode favorecer a nidificação das vespas sociais, quer pelo aumento da disponibilidade de suporte físico para os ninhos ou pela quantidade e heterogeneidade de recursos alimentares disponíveis. Dejean, Corbara e Carpenter (1998) e Cruz (2006) concordam que a preferência por substratos de nidificação são distintos, geralmente em função das características físicas e biológicas do ambiente.

Algumas espécies de vespas dispõem de grande plasticidade ecológica e hábitos variados de nidificação de acordo com as condições ambientais e substratos disponíveis (SANTOS; GOBBI, 1998). No entanto, outras espécies possuem menor plasticidade restringindo-se a habitats com condições específicas, podendo apresentar certa fidelidade a estes ambientes (CRUZ, 2006). Por apresentar essas características, as vespas podem ser utilizadas como bioindicadores de conservação ambiental (MAGALHÃES et al., 2010).

Outro aspecto adicional observado no PAB foi o forrageamento frequente de vespas em plantas do gênero *Croton* sp. Estes arbustos eram bastante abundantes na área de estudo, principalmente nas bordas da mata de terra firme. O gênero possui espécies que podem ocorrer desde áreas descampadas até matas primárias (ABREU; ROCHA, 2003). Bohart e Stange (1965) comentam sobre aspectos biológicos de *Zethus romandinus* e discorrem sobre as observações feitas por Ducke (1904, 1905, apud Bohart e Stange, 1965) na Amazônia, que observou a visitação floral desta espécie de *Zethus* em plantas do gênero *Croton*. L. O mesmo foi observado por Richards (1978) em relação à espécie *Polistes subcericeus*. Ambas as espécies foram registradas no presente estudo. Contudo, foi possível o registro de forrageio em *Croton* sp. apenas das espécies *Polybia sericea* e *Synoeca surinama*. (Figura8)



Figura 8. Registro floral de vespas sociais em plantas do gênero *Croton* sp no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim/MA,2013-2015. (A) *Polybia sericea* Olivier, 1791. (B) *Synoeca surinama* Linnaeus, 1767. Fotos: Thayrine Luane Martins Sardinha.

5.5. Seção Hymenoptera e a Coleção LESPP

A Coleção LESPP dispõe de indivíduos pertencentes à ordem Hymenoptera coletados desde 2003, muitos deles pertencentes à família Vespidae. A seção Hymenoptera contava com cerca de 14.424 indivíduos, com a conclusão do presente estudo atualmente esta seção comporta cerca de 16.000 espécimes da ordem Hymenoptera. Este trabalho proporcionou um incremento significativo do acervo de vespas da seção Hymenoptera- LESPP- UFMA, ampliando o número de exemplares e contribuindo para o conhecimento de distribuição e diversidade de vespas ocorrentes no Maranhão, bioma Amazônia e até mesmo o Brasil, uma vez que muitas das espécies coletadas no presente estudo constituem novos registros.

Os espécimes inseridos na coleção poderão ser utilizados para trabalhos visando comparação de faunas e, alternativamente, trabalhos de revisão taxonômica e análises cladísticas, permitindo o maior conhecimento deste egrupo. A Coleção LESPP, juntamente à coleção do Laboratório de Estudos Sobre Abelhas (LEACOL- DEBIO/UFMA) constituem as duas coleções com ênfase na ordem Hymenoptera no estado, apresentando um precioso valor científico para estudantes e pesquisadores.

6. CONCLUSÕES

- Foram amostradas 55 espécies na área de estudo, compreendendo duas subfamílias e 22 gêneros;
- 23 espécies são novos registros para o estado do Maranhão, a maioria pertencente à subfamília Eumeninae;
- Os estimadores de riqueza indicaram que entre 81,56% e 100% das espécies de vespas pertencentes à família Vespidae foi amostrada. Evidenciando que o esforço amostral aplicado foi satisfatório para acessar o mínimo de diversidade do PAB;
- A subfamília Eumeninae apresentou maior riqueza de espécies do que a subfamília Polistinae;
- No presente estudo o método de busca ativa foi mais eficiente na captura de espécies do que as armadilhas malaises;
- De acordo com a distribuição das abundâncias, percebe-se que a comunidade analisada apresenta certo grau de dominância devido a presença de poucas espécies muito abundantes e a maioria das espécies representadas por um indivíduo;
- A composição de espécies encontrada na área de estudo revela espécies comuns em ambientes de mata secundária e áreas abertas, que pode estar relacionado com o grau de perturbação do parque.
- A seção Hymenoptera da coleção do Laboratório de Ecologia e Sistemática de Insetos Polinizadores e Predadores (LESPP) atualmente possui cerca de 16.000 espécimes de indivíduos pertencentes à esta ordem.

7. REFERÊNCIAS

- ABREU, R. L. S.; ROCHA, R. A. Ocorrência de *Pantophthalmus kerteszi* Enderlein (Diptera: Brachycera) em *Croton lanjowv*ensis (Euphorbiaceae) em Manaus, Estado do Amazonas. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 2, p. 361–362, 2003.
- AGUIAR, A. J. C.; MARTINS, C. F. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 1, p. 101–116, 2002.
- AGUIAR, C. M. L.; SANTOS, G. M. D. M. Compartilhamento de Recursos Florais por Vespas Sociais (Hymenoptera : Vespidae) e Abelhas (Hymenoptera : Apoidea) em uma Área de Caatinga. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 6, p. 836–842, 2007.
- ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; MARINONI, L. **Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos**. Ribeirão Preto: Editora Holos, 2003.
- ALMEIDA, S. M. Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae; Polistinae) e suas interações com aves em diferentes fitofionomias numa região do pantanal norte. **Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade do Estado do Mato Grosso**, p. 108f, 2013.
- AMORIM, L. R. Estrutura da comunidade de vespas sociais em áreas de mata ciliar e mata mesófila semidecídua no município de Urbano Santos- Maranhão, com notas sobre parasitismo. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão**, p. 44, 2008.
- ANDENA, S. R.; CARPENTER, J. M. Checklist das espécies de Polistinae (Hymenoptera, Vespidae) do semiárido brasileiro. In: **Capítulo 14**. [s.l: s.n.]. p. 169–180.
- ANDENA, S. R.; CARPENTER, J. M.; NOLL, F. B. A PHYLOGENETIC ANALYSIS OF SYNOECA DE SAUSSURE , 1852 , A NEOTROPICAL GENUS OF SOCIAL WASPS (HYMENOPTERA : VESPIDAE : EPIPONINI). **Entomologica Americana**, v. 115, n. 1, p. 81–89, 2009.
- ARAB, A. et al. Key to the nests of Brazilian Epiponini wasps (Vespidae: Polistinae). **Sociobiology**, v. 42, p. 425–432, 2003.
- ARAUJO-JR, E. DA C. Assembleia de borboletas (Lepidoptera) em uma área de mata de terra firme na Baixada Maranhense, Amazônia Oriental, Brasil. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão**, p. 80f, 2016.
- AUAD, A. M. et al. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera) in a Silvipastoral System. **Sociobiology**, v. 55, n. 2, p. 627–636, 2010.

AUKO, T. H.; SILVESTRE, R. Composição faunística de vespas (Hymenoptera : Vespoidea) na Floresta Estacional do Parque Nacional da Serra da Bodoquena , Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 1, p. 293–299, 2013.

BICHARA FILHO, C. C. et al. Foraging Behavior of the Swarm-Founding Wasp , Polybia (Trichothorax) sericea (Hymenoptera , Vespidae): Prey Capture and Load Capacity. **Sociobiology**, v. 53, n. 1, p. 61–70, 2009.

BOHART, R. M.; STANGE, L. A. A revision of th genus Zethus Fabricius in the Western Hemisphere (Hymenoptera: Eumenidae). **University of California Publications in Entomology**, v. 40, p. 215, 1965.

BOMFIM, M. D. G. C. P.; ANTONIALLI JR, W. F. Community structure of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in riparian forest in bataypor√£, mato grosso do Sul, Brazil. **Sociobiology**, v. 59, n. 3, p. 755–765, 2012.

BRONSTEIN, J. L. The evolution of facilitation and mutualism. **Journal of Ecology**, v. 97, n. 6, p. 1160–1170, 2009.

BURNHAM, K. P.; OVERTON, W. S. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. **Biometrika**, v. 65, n. 3, p. 625–633, 1978.

BUSCHINI, M. L. T.; BUSS, C. E. Biologic aspects of different species of Pachodynerus (Hymenoptera ; Vespidae ; Eumeninae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3, p. 623–630, 2010.

CAMILLO, E. A solitary mud-daubing wasp, Brachymenes dyscherus (Hymenoptera: Vespidae) from Brazil with evidence of a life-cycle polyphenism. **Revista de Biología Tropical**, v. 47, n. 4, p. 949–958, 1999.

CAPUSSO, O. L. Levantamento de Eumeninae (Hymenoptera: Vespidae) em fragmentos florestais remanescentes de mata estacional semidecidual do noroeste paulista. **Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Entomologia. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP**, p. 61f, 2011.

CARBONARI, V. Comoposição faunística de vespas (Hymenoptera:Apocrita) do Parque Nacional da Serra da Bodoquena. **Dissertação de mestrado. Programa de Pós graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)**, p. 56f, 2009.

CARPENTER, J. M. The phylogenetic relationships and natural classification of the Vespoidea (Hymenoptera). **Systematic Entomology**, v. 7, n. 1, p. 11–38, 1982.

CARPENTER, J. M. Phylogenetic Relationships and the Origin of Social Behavior in the Vespidae. In: ROSS, K. G.; MATTHEWS, R. W. (Eds.). . **The social Biology of Wasps**. Ithaca, NY.: Cornell University Press, 1991. p. 678.

CARPENTER, J. M. RETURN TO THE SUBSPECIES CONCEPT IN THE GENUS ZETA (HYMENOPTERA : VESPIDAE ; EUMENINAE). **Boletim Museu Nacional Historia Natural do Paraguay**, v. 14, p. 19–24, 2002.

CARPENTER, J. M. Synonymy of the Genus Marimbonda Richards , 1978 , with Leipomeles Mobius (Hymenoptera : Vespidae ; Polistinae), and a New Key to the Genera of Paper Wasps of the New World. **American Museum Novitates**, v. 3465, p. 1–16, 2004.

CARPENTER, J. M. A new Species of Zethus (Hymenoptera, Vespidae, Eumeninae). **Linzer biologische Beiträge**, v. 43, n. 2, p. 1123–1126, 2011.

CARPENTER, J. M.; GARCETE-BARRETT, B. R. A key to the neotropical genera of Eumeninae (Hymenoptera: Vespidae). **Boletim Museu Nacional Historia Natural do Paraguay**, v. 14, n. 1-2, p. 52–73, 2002.

CARPENTER, J. M.; GARCETE-BARRETT, B. R.; HERMES, M. G. Catalog of the Neotropical Masarinae (Hymenoptera , Vespidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 3, p. 335–340, 2006.

CARPENTER, J. M.; KOJIMA, J.; WENZEL, J. W. Polybia , Paraphyly, and Polistine Phylogeny. **American Museum Novitates**, v. 0082, n. 3298, p. 1–24, 2000.

CARPENTER, J. M.; MARQUES, O. M. Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae). **Universidade Federal da Bahia**, v. 02, p. 147, 2001.

CARPENTER, J. M.; RASNITSYN, A. Mesozoic Vespidae. **Psyche**, v. 97, n. 1, p. 1–21, 1990.

CHAO, A. Estimating the Population Size for Capture-Recapture Data with Unequal Catchability. **Biometrics**, v. 43, n. 4, p. 783–791, 1987.

COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. Estimating Terrestrial Biodiversity through Extrapolation. **Philosophical transactions of the Royal Society**, v. 345, p. 101–118, 1994.

COSTA-NETO, J. P. et al. LIMNOLOGIA DE TRÊS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS CARACTERÍSTICOS DA BAIXADA MARANHENSE. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 14/15, p. 19–38, 2002.

COWAN, D. P. The solitary and Presocial Vespidae. In: ROSS, K. G.; MATTHEWS, R. W. (Eds.). . **The social Biology of Wasps**. Ithaca, NY.: Cornell University Press, 1991. p. 33–73.

CRUZ, J. D. Aspectos bioecológicos de Angiopolybia pallens (Lepeletier,1836). **Tese de doutorado. Instituto de Biociência da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” , Campus de Rio Claro**, p. 104f, 2006.

DEJEAN, A.; CORBARA, B.; CARPENTER, J. M. Nesting site selection by wasps in the Guianese rain forest. **Insectes Sociaux**, v. 45, p. 33–41, 1998.

ELPINO-CAMPOS, A.; DEL-CLARO, K.; PREZOTO, F. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera : Vespidae) in Cerrado fragments of Uberlândia , Minas Gerais State , Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 5, p. 685–692, 2007.

FERNÁNDEZ, F. C. Filogenia y sistemática de los himenópteros con aguijón en la Región Neotropical (Hymenoptera: Vespomorpha). **Monografía Tercer Milenio**, v. 2, p. 101–138, 2002.

FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. Bogotá D.C.: Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia. Editora Guadalupe Ltda, 2006.

FERREIRA, W. D. et al. A new contribution to the knowledge of Neotropical Eumeninae (Hymenoptera ,Vespidae). **Zootaxa**, v. 3981, n. 1, p. 117–124, 2015.

FRANCO, J. R. C. **Segredos do Rio Maracu: A hidrogeografia dos lagos e reentrâncias da Baixada Maranhense, Sítio Ramsar, Brasil**. São Luís: Edufma, 2012.

FRANCO, J. R. C. **Veias do Rio Maracu: Portifólio Geoambiental de Viana, polo turístico dos lagos e campos floridos na Baixada maranhense**. São Luís: Edufma, 2014.

GARCETE-BARRETT, B. R. A filogenia dos Odynerini (Hymenoptera: Vespidae: Eumeninae) da região Neotropical. **Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia do Departamento de Entomologia. Universidade Federal do Paraná**, p. 156f, 2014.

GESS, S. K.; GESS, F. W. **Pollen wasps and flowers in southern Africa**SANBIBiodiversity Series 18, 2010.

GIANNOTTI, E. Notes on the Biology of *Polistes (Epicnemius) subsericeus* Saussure, 1854 (Hymenoptera, Vespidae). **Bioikos**, v. 9-10, n. 1-2, p. 16–21, 1995.

GIORDANI SOIKA, A. Sul genere *Zeta* (Sauss.). **Bolletino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia**, v. 122, n. 1, p. 111– 185, 1975.

GIORDANI SOIKA, A. Revisione degli Eumenidi Neotropicali appartenenti ai generi *Eumenes* Latr., *Omicron* (Sauss.), *Pararaphidoglossa* Schulth. ed affini. **Bolletino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia**, p. 7–416, 1978.

GIORDANI SOIKA, A. revisione degli Eumenidi Neotropicali appartenenti ai generi *Pachymenes* Sauss., *Santamenes* n.gen., *Brachymenes* G.S., *Pseudacaromenes* G.S., *Stenosigma* G.S. e *Gamma* Zav. (Hymenoptera). **Bolletino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia**, v. 39, p. 71–172, 1990.

GOMES, B. Diversidade de vespas sociais (Vespidae, Polistinae) na região norte de Rondônia e relação dos ciclos ambientais abióticos sobre o forrageio. **Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Entomologia. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP**, p. 55f, 2013.

GRANDINETE, Y. C.; HERMES, M. G.; NOLL, F. B. Systematics and phylogeny of the Neotropical Pachymenes de Saussure and Santamenes Giordani Soika (Hymenoptera , Vespidae , Eumeninae). **Systematic Entomology**, p. 1–20, 2014.

GRANDINETE, Y. C.; NOLL, F. B. Checklist of social (Polistinae) and Solitary (Eumeninae) wasps from a fragment of Cerrado “campo sujo” in the state of Mato Grosso do Sul. **Sociobiology**, v. 60, n. 1, p. 101–106, 2013.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. **Evolution of the Insects**. New York, NY: Cambridge University Press, 2005.

HELTSHE, J. F.; FORRESTER, N. E. Estimating Species Richness Using the Jackknife Procedure. **Biometrics**, v. 39, n. 1, p. 1–11, 1983.

HERMES, M. G. A new eumenine wasp in the genus Pseudodynerus de Saussure(Hymenoptera,Vespidae,Eumeninae). **Zootaxa**, v. 68, p. 63–68, 2010.

HERMES, M. G. Article Two new species of eumenine wasps in the genus Zethus Fabricius (Hymenoptera , Vespidae , Eumeninae) from the New World. **Zootaxa**, v. 3401, p. 43–48, 2012.

HERMES, M. G.; GARCETE-BARRETT, B. R. Revisiting the Brazilian fauna of masarine wasps: new records, an illustrated key to species and description of the male of Trimeria rubra Hermes & Melo (Hymenoptera:Vespidae:Masarinae). **Zootaxa**, v. 36, p. 24–36, 2009.

HERMES, M. G.; KÖHLER, A. Chave ilustrada para as espécies de Vespidae(Insecta, Hymenoptera) ocorrentes no cinturão ver de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa Sér. Bio., Santa Cruz do Sul**, v. 16, n. 2, p. 65–115, 2004.

HERMES, M. G.; MELO, G. A R. Two new species of Trimeria de Saussure from Brazil, with biological notes and a key to the Brazilian taxa (Hymenoptera, Vespidae, Masarinae). **Zootaxa**, v. 68, n. 1155, p. 61–68, 2006.

HERMES, M. G.; MELO, G. A. R.; CARPENTER, J. M. The higher-level phylogenetic relationships of the Eumeninae (Insecta , Hymenoptera , Vespidae), with emphasis on Eumenes sensu lato. **Cladistics**, v. 30, p. 453–484, 2014.

HERMES, M. G.; MELO, G. R. Revision and cladistic analysis of the eumenine wasp genus Pseudodynerus de Saussure (Hymenoptera , Vespidae , Eumeninae). **Systematic Entomology**, v. 33, p. 361–394, 2008.

HERMES, M. G.; SOMAVILLA, A.; GARCETE-BARRETT, B. R. On the nesting biology of Pirhosigma Giordani Soika (Hymenoptera , Vespidae, Eumeninae), with special reference to the use of vegetable matter. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 57, n. 4, p. 433–436, 2013.

HUNT, J. H. Nourishment and the evolution of the Social Vespidae. In: ROSS, K. G.; MATTHEWS, R. W. (Eds.). . **The social Biology of Wasps**. Ithaca, NY.: Cornell University Press, 1991. p. 678.

LAWTON, J. H. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. **Annual Review of Entomology**, v. 28, p. 23–39, 1983.

LOPES, R. B.; HERMES, M. G. A new species of *Zethus* (*Zethusculus*) de Saussure (Hymenoptera, Vespidae, Eumeninae) from southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 59, n. 2, p. 138–140, 2015.

LOPES, R. B.; NOLL, F. B. Notes on the Neotropical *Zethus* Fabricius, 1804 (Hymenoptera, Vespidae, Eumeninae) with the description of two new species from Brazil. **Zootaxa**, v. 3784, n. 2, p. 179–186, 2014.

MACHADO, K. S. S. Estrutura e composição florística de uma floresta de “terra firme” na reserva de desenvolvimento sustentável Amanã, Amazônia Central. **Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais-Botânica, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA**, p. 75f, 2009.

MAGALHÃES, M. S. et al. Social Wasps (Hymenoptera : Vespidae) as Indicators of Conservation Degree of Riparian Forests in Southeast Brazil. **Sociobiology**, v. 56, n. 2, p. 387–396, 2010.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a Diversidade Biológica**. Tradução D ed. Curitiba: Ed. Da UFPR, 2011.

MATOS, M. C. B.; SILVA, S. S.; TEODORO, A. V. Seasonal population abundance of the assembly of solitary wasps and bees (Hymenoptera) according to land-use in Maranhão state, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 78, p. 1–6, 2016.

MATTHEWS, R. W.; GONZÁLEZ, J. M. Nesting biology of *Zeta argillaceum* (Hymenoptera: Vespidae: Eumeninae) in Southern Florida, U.S. **Florida Entomologist**, v. 87, n. 1, p. 37–40, 2004.

MORATO, E. F. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias na Amazônia Central. II. estratificação vertical. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 3, p. 737–747, 2000.

MORATO, E. F. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias na Amazônia Central. II. estratificação vertical. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 3, p. 737–747, 2001.

MORATO, E. F.; AMARANTE, S. T.; SILVEIRA, O. T. Avaliação ecológica rápida da fauna de vespas (Hymenoptera: Aculeata) do Parque Nacional da Serra do Divisor, Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 789–797, 2008.

MOUILLOT, D.; LEPRETRE, A. Introduction of relative abundance distribution (rad) indices, estimated from the rank-frequency diagrams (rfd), to assess changes in community diversity. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 63, p. 279–295, 2000.

MUNIZ, D. B. Abelhas e vespas que nidificam em ninhos-armadilha (Hymenoptera, Aculeata) na ilha do Maranhão, Amazônia Oriental, Brasil. **Trabalho de Conclusão de**

Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, v. 1, p. 62f, 2010.

MUNIZ, D. B. Influência da densidade da cobertura vegetal sobre a comunidade de abelhas solitárias (Hymenoptera, Aculeata) que nidificam em cavidades pré-existentes em áreas de mata da Baixada Maranhense, Amazônia Oriental. **Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação Biodiversidade e Conservação. Universidade Federal do Maranhão**, v. 1, p. 118f, 2015.

NOLL, F. B.; GOMES, B. An improved bait method for collecting Hymenoptera, especially social wasps (Vespidae: Polistinae). **Neotropical entomology**, v. 38, n. 4, p. 477–481, 2009.

OKSANEN, F. et al. **vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-0.**, 2016. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=vegan>>

PEREIRA, R. C. DE C. CARACTERIZAÇÃO DAS ALTERAÇÕES AMBIENTAIS SEGUNDO O USO DOS RECURSOS NATURAIS POR TRABALHADORES RURAIS NO ALTO CURSO DO RIO PERICUMÃ. **Dissertação de mestrado. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação Sustentabilidade de Ecossistemas**, p. 99f, 2006.

PEREIRA, R. C. DE C. As transformações históricas e a dinâmica atual da paisagem na Alta Bacia do Pericumã- Ma. **Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente**, v. 1, p. 1–215, 2012.

PICKETT, K. M.; CARPENTER, J. M. Simultaneous Analysis and the Origin of Eusociality in the Vespidae (Insecta : Hymenoptera). **Arthropod Systematics & Phylogeny**, v. 68, n. 1, p. 3–33, 2010.

PICKETT, K. M.; WENZEL, J. W. Revision and Cladistic Analysis of the Nocturnal Social Wasp Genus *Apoica* Lepeletier (Hymenoptera : Vespidae ; Polistinae , Epiponini). **American Museum Novitates**, v. 3562, p. 1–30, 2007.

PINHEIRO, C. U. B. Extrativismo, cultivo e privatização do jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Holm.; Rutaceae) no Maranhão, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 2, p. 141–150, 2002.

PINHEIRO, C. U. B.; ARAUJO, N. A.; AROUCHE, G. C. **Matas Ciliares: Recuperação e Conservação em áreas úmidas do Maranhão**. São Luís: Gráfica e Editora Aquarela, 2013.

PIRES, E. P.; POMPEU, D. C.; SOUZA-SILVA, M. Nidificação de vespas e abelhas solitárias (Hymenoptera: Aculeata) na Reserva Biológica Boqueirão, Ingaí, Minas Gerais. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 2, p. 302–311, 2012.

RICHARDS, O. W. **The Social Wasps Americas: excluding the Vespinae**. London: British Museum (Natural History), 1978.

RICHTER, M. R. SOCIAL WASP (HYMENOPTERA : VESPIDAE) FORAGING BEHAVIOR. **Annual Reviews Entomology**, v. 45, p. 121–150, 2000.

ROSS, K. G.; MATTHEWS, R. W. **The Social Biology of Wasps**. Ithaca, NY.: Cornell University Press, 1991.

SANTOS, B. F. et al. Cladistics Phylogeny and historical biogeography of the paper wasp genus *Polistes* (Hymenoptera : Vespidae): implications for the overwintering hypothesis of social evolution. **Cladistics**, v. 0, p. 1–15, 2014.

SANTOS, G. M. D.; GOBBI, N. Nesting habits and colonial productivity of *Polistes canadensis canadensis* (L.)(Hymenoptera-Vespidae) in a Caatinga area, Bahia State Brazil. **Journal of Advanced Zoology**, v. 19, n. 2, p. 63–68, 1998.

SANTOS, G. M. D. M. et al. Diversidade de Vespas Sociais (Hymenoptera : Vespidae) em Áreas de Cerrado na Bahia. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. June, p. 2007–2010, 2009.

SANTOS, G. M. D. M.; AGUIAR, C. M. L.; GOBBI, N. Characterization of the social wasp guild (Hymenoptera: Vespidae) visiting flowers in the Caatinga (Itatim, Bahia, Brazil). **Sociobiology**, v. 47, n. 2, p. 483–494, 2006.

SANTOS, G. M. D. M.; AGUIAR, C. M. L.; MELLO, M. A. R. Flower-visiting guild associated with the Caatinga flora: trophic interaction networks formed by social bees and social wasps with plants. **Apidologie**, v. 41, n. 4, p. 466–475, 2010.

SHARKEY, M. J. Phylogeny and classification of Hymenoptera. **Zootaxa**, v. 548, n. 1668, p. 521–548, 2007.

SHUHUA, H. Akaike information criterion statistics. **Mathematics and Computers in Simulation**, v. 29, n. 5, p. 452, 1987.

SILVA, N. J. D. J. et al. Inventário Rápido de Vespas Sociais em Três Ambientes com Diferentes Vegetações. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 2, p. 146–149, 2013.

SILVA, S. D. E. S. Vespas sociais da Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará. Descrição da fauna numa grade de 25 km² e comparação entre protocolos de amostragem (Hymenoptera, Vespidae). **Dissertação de mestrado. Programa de Pós graduação em Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi**, 2007.

SILVA, S. D. S.; AZEVEDO, G. G.; SILVEIRA, O. T. Social wasps of two Cerrado localities in the northeast of Maranhão state , Brazil (Hymenoptera , Vespidae, Polistinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n. 4, p. 597–602, 2011.

SILVA, S. D. S.; SILVEIRA, O. T. Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) de floresta pluvial Amazônica de terra firme em Caxiuanã, Melgaço, Pará. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 99, n. 2002, p. 317–323, 2009.

SILVA, S. S. Caracterização da estrutura de comunidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em duas áreas de Cerrado no Nordeste do Maranhão com diferentes graus de ação antrópica. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão**, p. 46, 2004.

SILVA, T. H. S. Diversidade de vespas Eumeninae (hymenoptera, Vespidae) em fragmentos de floresta amazônica e restinga no município de São José de Ribamar, Maranhão, Brasil. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão**, p. 61, 2013.

SILVEIRA, O. T. Surveying neotropical social wasps an evaluation of methods in the “Ferreira Penna” research station (ECFPn), in Caxiuanã, PA, Brazil (Hym., Vespidae, Polistinae). **Papeis Avulsos de Zoologia (São Paulo)**, v. 42, n. 12, p. 299–323, 2002.

SILVEIRA, O. T. Vespidae da Região dos Lagos do Amapá. p. 114–122, 2008a.

SILVEIRA, O. T. Phylogeny of wasps of the genus *Mischocyttarus* de Saussure (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, n. 4, p. 510–549, 2008b.

SILVEIRA, O. T. New species of pollen wasps *Paramasaris fernandae* sp. nov. (Hymenoptera, Vespidae, Masarinae) from a rain forest locality in Brazilian Amazonia. **Zootaxa**, v. 3919, n. 2, p. 296–400, 2015.

SILVEIRA, O. T.; COSTA NETO, S. V. DA; SILVEIRA, O. F. M. DA. Social wasps of two wetland ecosystems in brazilian Amazonia (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Acta Amazonica**, v. 38, n. 2, p. 333–344, 2008.

SIMÕES, M.; CUOZZO, M.; FRIEIRO-COSTA, F. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in Cerrado biome of the southern of the state of Minas Gerais, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 102, n. 3, p. 292–297, 2012.

SMITH, B.; WILSON, J. B. A Consumer ’ s Guide to Evenness Indices. **Oikos**, v. 76, n. 1, p. 70–82, 1996.

SOMAVILLA, A. Aspectos gerais da fauna de vespas (Hymenoptera:Vespidae) da Amazônia Central, com ênfase na Reserva Ducke, Manaus, Amzonas, Brasil. **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA. Pograma de Pós graduação em Entomologia-PPGEnt**, p. 198f, 2012.

SOMAVILLA, A. et al. Vespas Sociais (Vespidae: Polistinae) em uma Área de Floresta Ombrófila Densa Amazônica no Estado do Maranhão, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 7, p. 183–187, 2014.

SOMAVILLA, A.; ANDENA, S. R.; OLIVEIRA, M. L. Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) of the Jaú National Park, Amazonas, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 8, n. 1, p. 45–50, 2015.

SOMAVILLA, A.; KÖHLER, A. Preferência Floral de Vespas (Hymenoptera. Vespidae) no Rio Grande do Sil, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 1, p. 21– 28, 2012.

SOMAVILLA, A.; KÖHLER, A.; HERMES, G. M. Contribuição aos estudos dos Vespidae ocorrentes no estado do Rio Grande do Sul (Insecta, Hymenoptera). **Revistra Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 3, p. 257–263, 2010.

SOMAVILLA, A.; OLIVEIRA, M. L. DE. New Records of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) in Amazonas State, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 2, p. 157–159, 2013.

SOMAVILLA, A.; OLIVEIRA, M. L. DE; SILVEIRA, O. T. Guia de identificação dos ninhos de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) na Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 56, n. 4, p. 405–414, 2012.

SOMAVILLA, A.; OLIVEIRA, M. L. DE; SILVEIRA, O. T. Diversity and aspects of the ecology of social wasps (Vespidae, Polistinae) in Central Amazonian “terra firme” forest. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 58, n. 4, p. 349–355, 2014.

SOUZA, G. K. et al. Social wasps on *Eugenia uniflora* Linnaeus (Myrtaceae) plants in an Urban Area. **Sociobiology**, v. 60, n. 2, p. 204–209, 2013.

STATISTICAL, R. C. T. **R: A language and environment for statistical computing** Vienna, Austria R Foundation for Statistical Computing, , 2016. Disponível em: < URL <https://www.R-project.org/>. >

SÜHS, R. B. et al. Vespídeos (Hymenoptera, Vespidae) vetores de pólen de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Brazilian Journal of Biosciences**, v. 7, n. 2, p. 138–143, 2009.

TANAKA JUNIOR, G. M.; NOLL, F. B. Diversity of social wasps on semideciduous seasonal forest fragments with different surrounding matrix in Brazil. **Psyche**, v. 2011, p. 1–8, 2011.

TOGNI, O. C. Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) na mata atlântica do litoral norte do estado de São Paulo. **Dissertação de mestrado. Instituto de Biociências, Campus de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho**, p. 101f, 2009.

TOGNI, O. C. et al. List The Social Wasp Community (Hymenoptera, Vespidae) in an Area of Atlantic Forest, Ubatuba, Brazil. **Check List**, v. 10, n. 1, p. 10–17, 2014.

TOWNES, H. A. A light-weight Malaise trap. **Entomol. News**, v. 83, p. 239–247, 1972.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos**. Tradução de ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

WENZEL, J. H. Evolution of Nest Architecture. In: ROSS, K. G.; MATTHEWS, R. W. (Eds.). . **The social Biology of Wasps**. Ithaca, NY.: Cornell University Press, 1991. p. 480–519.

WENZEL, J. W. A Generic key to the nests of hornets, yellowjackets, and paper wasps worldwide (Vespidae: Vespinae, Polistinae). **American Museum Novitates**, n. 3224, p. 1–40, 1998.

WILLINK, A. Revision de los generos Montezumia Saussure y Monobia Saussure. **Boletin de la Academia Nacional de Ciencias, Cordoba**, v. 55, p. 3–321, 1982.

WILLINK, A.; ROIG-ALSINA, A. Revision del genero Pachodynerus Saussure (Hymenoptera: Vespidae, Eumeninae). **Contributions of the American Entomological Institute**, v. 30, n. 5, p. 1–117, 1998.

WILSON, J. B. et al. Are there Assembly Rules for Plant Species Abundance ? An Investigation in Relation to Soil Resources and Successional Trends. **Journal of Ecology**, v. 84, n. 4, p. 527–538, 1996.

ZUCCHI, R. et al. Agelaia vicina, a swarm- founding Polistinae with the largest colony size among wasps and bees (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of the New York Entomological Society**, v. 103, n. 2, p. 129–137, 1995.

APÊNDICES

Apêndice A. Unidades de paisagem do Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, MA, Brasil, 2013-2015. Matas de terra firme e campos inundáveis em estação seca e chuvosa. (Fotos: Thayrine Sardinha, Lucas Martins e David Muniz).



Apêndice B. Comparação dos inventários de vespas desenvolvidos no Bioma Amazônia e no estado do Maranhão com o estudo realizado no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, MA, Brasil, 2013-2015.

Riqueza de espécies	Táxon	Localidade	Método empregado	Esforço	Referência
38	Polistinae	Áreas do Maranhão	Busca ativa	—	Richards (1978)
36	Polistinae	Rondônia - Ilha do Maracá	Busca ativa	—	Raw (1998)
4	Eumeninae	Manaus	Ninhos-armadilha	2 anos	Morato (2000, 2001)
79	Polistinae	Melgaço – Pará	Busca ativa/ Armadilhas	4 expedições	Silveira (2002)
14	Eumeninae	Amapá - Região dos Lagos	Busca ativa/armadilhas	2 expedições	Silveira (2004)
31	Polistinae	Maranhão	Busca ativa	1 ano	Silva (2004) / Silva, Azevedo e Silveira(2011)
29	Polistinae	Maranhão - Urbano Santos	Busca ativa	2 anos	Amorim (2008)
46	Polistinae	Manaus - Mamirauá	Busca ativa/ Armadilhas malaise	3 expedições	Silveira, Costa-Neto e Silveira (2008)
42	Polistinae	Manaus -Reserva Alvarães	Busca ativa/ Armadilhas malaise	3 expedições	Silveira, Costa-Neto e Silveira (2008)
31	Polistinae	Amapá - Região dos Lagos	Busca ativa/ Armadilhas malaise	3 expedições	Silveira, Costa-Neto e Silveira (2008)
20	Polistinae	Acre- Serra do Divisor	Armadilhas malaise Busca ativa/ Armadilhas	2 expedições	Morato, Amarante e Silveira (2008)
65	Polistinae	Melgaço – Pará	malaise	44 dias	Silva e Silveira (2009)
2	Eumeninae	Maranhão - São José de Ribamar	Ninhos-armadilha	2 anos	Muniz (2010)
118	Vespidae	Manaus- Reserva Ducke	Coleta ativa/ Coleção INPA Busca ativa/ Armadilhas	1 ano	Somavilla (2012)
5	Polistinae	Reserva Ducke - Prq. Nac. Jaú	malaise	—	Somavilla e Oliveira (2013)

Continuação Apêndice B

76	Polistinae	Rondônia -	Busca ativa/ Líquido atrativo	1 ano	Gomes (2013)
17	Eumeninae	Maranhão - São José de Ribamar Maranhão - Reserva Biológica do	Busca ativa	2 anos	Silva (2013)
38	Polistinae	Gurupi Amazonas- Parque Nacional do	Diversas armadilhas Busca ativa/ Armadilhas	63 dias	Somavilla et al. (2014) Somavilla, Andena e Oliveira
49	Polistinae	Jaú	malaise	Inven. Rápido	(2015)
5	Eumeninae	Maranhão - Miranda do Norte	Ninhos-armadilha Busca ativa/ Armadilhas	1 ano	Matos, Silva e Teodoro (2016)
55	Vespidae	Maranhão - Peri Mirim	malaise	2 anos	Presente estudo

Apêndice C. Vespas do Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, MA, Brasil, 2013-2015. S= Riqueza, *= Registros novos para o estado do Maranhão.

Táxon	Abundância	Rede	Malaise
VESPIDAE (S=55)			
Eumeninae (S=38)			
<i>Alphamenes campanulatus</i> (Fabricius, 1804)*	76	X	X
<i>Alphamenes insignis</i> (Fox, 1899)*	2	X	X
<i>Ancistroceroides</i> sp. de Saussure*	2	X	
<i>Brachymenes dyscherus</i> de Saussure, 1852	2	X	
<i>Eumenes versicolor</i> (de Saussure, 1852)*	1	X	
<i>Hypalastoroides paraguayensis</i> Zavattari, 1911*	15	X	
<i>Hypancistrocerus</i> sp. de Saussure *	4	X	
<i>Monobia angulosade</i> Saussure, 1852	3	X	
<i>Montezumia azurescens</i> (Spinola, 1851)	33	X	X
<i>Montezumia ferrugineade</i> Saussure, 1852	7	X	
<i>Montezumia infernalis</i> (Spinola, 1851)	25	X	
<i>Montezumia nigriceps</i> (Spinola, 1841)	16	X	
<i>Omicron microscopicum</i> (de Saussure, 1853)*	2	X	X
<i>Omicron</i> sp.	3	X	
<i>Pachodynerus argentinus</i> de Saussure, 1870*	1	X	
<i>Pachodynerus brevithorax</i> (de Saussure, 1852)	7	X	
<i>Pachodynerus carpenteri</i> Willink e Roig-Alsina, 1998*	1	X	
<i>Pachodynerus gadulpensis</i> (de Saussure, 1853)	15	X	X
<i>Pachodynerus nasidens</i> (Latreille, 1817)	4	X	
<i>Pachodynerus serrulatus</i> Brèthes, 1920*	1	X	
<i>Pachodynerus</i> sp.	13	X	
<i>Pachymenes ghilianii</i> (Spinola,1851)*	18	X	X
<i>Pararhaphidoglossa proxima</i> Fox, 1899*	1	X	
<i>Pirhosigma deforme</i> (Fox, 1899)*	1	X	
<i>Pseudodynerus subapicalis</i> (Fox, 1902)	9	X	
<i>Zeta argillaceum</i> (Linnaeus, 1758)	56	X	
<i>Zethus brasiliensis fuscatus</i> Bohart e Stange, 1965*	13	X	
<i>Zethus diminutus</i> Fox, 1899	7	X	
<i>Zethus fuscus</i> (Perty, 1833)	3	X	
<i>Zethus hilarianus</i> de Saussure, 1856*	1	X	
<i>Zethus lobulatus</i> de Saussure, 1856*	1	X	
<i>Zethus mexicanus</i> Linnaeus, 1767	74	X	
<i>Zethus miscogaster</i> de Saussure, 1852*	2	X	
<i>Zethus prominens</i> Fox, 1899*	2	X	
<i>Zethus romandinus</i> de Saussure, 1852*	15	X	
<i>Zethus</i> sp.	1	X	

Continuação Apêndice C

<i>Zethus toltecus segmentalis</i> (Ihering, 1911)	2	X	
<i>Zethus trispinosus</i> (Zavattari, 1912)*	1	X	
Polistinae (S=17)			
<i>Agelaia pallipes</i> (Olivier, 1791)	143	X	X
<i>Apoica pallida</i> (Olivier, 1792)	25	X	
<i>Apoica strigata</i> Richards, 1978	4	X	
<i>Mischocyttarus cerberus</i> Ducke, 1918	3	X	
<i>Mischocyttarus injucundus</i> (de Saussure, 1854)	14	X	
<i>Mischocyttarus labiatus</i> (Fabricius, 1904)*	4	X	
<i>Polistes canadensis</i> Linnaeus, 1758	66	X	
<i>Polistes carnifex</i> Fabricius, 1775	22	X	
<i>Polistes occiptalis</i> Ducke, 1904*	1	X	
<i>Polistes subcericeus</i> de Saussure, 1854*	3	X	
<i>Polistes versicolor</i> (Olivier, 1791)	96	X	X
<i>Polybia chrysothorax</i> (Lichtenstein, 1796)	97	X	X
<i>Polybia jurineide</i> Saussure, 1854	4	X	
<i>Polybia occidentalis</i> (Olivier, 1791)	224	X	X
<i>Polybia rejecta</i> (Fabricius, 1798)	36	X	X
<i>Polybia sericea</i> (Olivier, 1791)	287	X	X
<i>Synoeca surinama</i> Linnaeus, 1767	107	X	X

Apêndice D. Substratos de nidificação utilizados pelas vespas da família Vespidae no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, MA, Brasil, 2013-2015. (Fotos: Thayrine Sardinha).





Capítulo 2:

Diversidade e variação sazonal de vespas (Hymenoptera, Vespidae) em uma área de mata de “terra firme”, Amazônia Oriental, Brasil

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Variação dos índices de diversidade (Shannon e Berger Parker) segundo a precipitação pluviométrica (mm) durante dois anos (2013 - 2015) de coleta no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, Ma. 76
- Figura 2. Curvas de rarefação e seus intervalos de confiança ($\pm 95\%$) para a assembleia de vespas (Hymenoptera: Vespidae) do Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, MA, , comparando a riqueza rarefeita entre as estações seca (vermelho) e chuvosa (azul) durante os anos de 2013 a 2015. **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 3. Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) da assembleia de vespas (Hymenoptera: Vespidae) do Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, MA, durante os anos de 2013 a 2015. Cada ponto representa uma amostra (Coletas mensais). Pontos azuis = estação seca; vermelhos = estação chuvosa..... 78
- Figura 4. Riqueza de vespas (Hymenoptera: Vespidae), temperatura média ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação pluviométrica (mm) em dois anos de coleta (2013 a 2015) no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, Ma. 79
- Figura 5. Abundância de vespas (Hymenoptera: Vespidae), temperatura média ($^{\circ}\text{C}$) e precipitação pluviométrica (mm) em dois anos de coleta (2013 a 2015) no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, Ma. 80

RESUMO

Os representantes da família Vespidae apresentam importante papel da estruturação de comunidades biológicas e, possivelmente, fatores abióticos podem influenciar na estrutura da comunidade destes insetos. Embora não existam índices de diversidade unificados e parâmetros sazonais explícitos e aplicáveis a todas as assembleias, trabalhos visando o entendimento desses fatores são ferramentas essenciais para a obtenção de características tanto de riqueza quanto equitatividade de uma assembleia. No entanto, estudos que visam descrever a diversidade e os efeitos sazonais sobre as comunidades de são incipientes. Assim, o presente trabalho teve como objetivos analisar a variação da diversidade e os efeitos dos eventos estacionais sobre a assembleia de vespas coletadas em uma área de Amazônia oriental na Baixada Maranhense. Os indivíduos foram amostrados utilizando redes entomológicas por meio do método de busca ativa de maio de 2013 a maio de 2015. Os maiores valores dos índices de Shannon foram representados nas amostras pertencentes à estação seca, enquanto que os menores valores deste índice foram encontrados na estação chuvosa. O índice de Berger Parker apresentou valores heterogêneos ao longo dos anos. Não houve correlação significativa entre a precipitação pluviométrica, umidade relativa e temperatura com a riqueza e abundância de vespas. A estação seca e chuvosa não formaram agrupamentos distintos, indicando que a comunidade não apresentou variação considerável entre as estações durante o período de estudo. Contudo, uma maior riqueza e abundância foram registradas na estação seca. Embora o presente estudo tenha focado puramente na influência de fatores abióticos sobre a comunidade de vespas, sabe-se que fatores adicionais atuando em conjunto com os fatores climáticos podem fornecer pistas de como sua comunidade se estrutura.

Palavras- Chave: Sazonalidade; Diversidade Biológica; Hymenoptera.

ABSTRACT

The members of the Vespidae family have an important role in structuring biological communities e, possibly, abiotic factors might influence on these insect's community structure. Although there are no unified diversity indexes, and explicit seasonal patterns applicable to all assemblages, studies aiming to understand these factors are essential tools for obtaining characteristics from richness and equitability of an assemblage. However, studies with the goal of describing the diversity and the seasonal effects on communities are incipient. Hence, the present study had aimed to analyze the diversity variation and the effects of seasonal events on a wasp assemblage collected in an Oriental Amazon area at the Maranhão State's floodplains. Individuals were sampled through active search using entomological nets between May 2013 and May 2015. The highest Shannon index values were represented by the samples from the dry season, while the smallest values were found in the wet season. The Berger Paker index presented different values throughout the years. There was no significant correlation between precipitation, relative humidity, and temperature with wasp richness and abundance. Dry and wet season did not form distinct groupings, which indicates that the community did not present considerable variation between seasons during the study. However, greater richness and abundance were registered in the dry season. Even though the present study focused purely in the influence of abiotic factors over the wasp community, it is known that additional factors acting together with climatic factors can provide clues of how is the community structured.

Keywords: Seasonality; Biological Diversity; Hymenoptera

1. INTRODUÇÃO

1.1. Os insetos e a sazonalidade

Os insetos exercem diversas atividades fundamentais para a manutenção e equilíbrio da biodiversidade e o estudo da sazonalidade pode fornecer informações para a compreensão da distribuição de diversos grupos destes indivíduos (BRITO et al., 2012). A variação sazonal dos insetos que ocorrem em regiões tropicais tem fascinado muitos entomólogos há décadas (WOLDA, 1998). Nos países situados em regiões temperadas, a sazonalidade apresenta um aspecto marcante na composição das comunidades de insetos. Contudo, em regiões tropicais esse aspecto é pouco investigado (NOVOTNY; BASSET, 1998; WOLDA, 1998; TEIXEIRA, 2006).

À primeira vista acreditava-se que, em regiões tropicais, os insetos não apresentavam padrões sazonais, uma vez que por esta região abrigar uma grande diversidade de espécies esta condição estaria relacionada com a estabilidade do ecossistema (WOLDA, 1978). No entanto, em dias atuais, sabe-se que os insetos tropicais sofrem variação sazonal e sugere-se que a alternância entre estações secas e chuvosas e a disponibilidade de alimentos mediada por estações, estão entre os principais fatores que afetam a abundância e riqueza destes organismos (WOLDA, 1998; OLIVEIRA; FRIZZAS, 2008).

A distribuição temporal dos organismos, além dos fatores abióticos, está relacionada com diferentes aspectos, tais como: estratégias de forrageio, acasalamento, fuga de predadores, sucesso reprodutivo e estratégias evolutivas (RIBEIRO et al., 2010). As alterações climáticas entre chuva e seca desempenham forte influência na fisiologia e fenologia das plantas, definindo períodos de crescimento, florescimento e frutificação, o que pode resultar no aumento ou diminuição de recursos alimentares para animais herbívoros, condição sob a qual muitos insetos vivem (OLIVEIRA; FRIZZAS, 2008; ARAÚJO, 2013).

Alguns estudos, ainda que pontuais, têm fornecido evidências de que os insetos tropicais sofrem alterações estacionais em abundância e riqueza, principalmente em regiões onde as estações chuvosas e secas se alternam (WOLDA, 1978; WOLDA; FISK, 1981). As causas das flutuações na abundância e distribuição de espécies destes grupos ainda não estão completamente compreendidas. Mas pode se assegurar que a combinação entre fatores bióticos e abióticos são responsáveis por este fenômeno (PINHEIRO et al., 2002).

1.2 Sazonalidade e diversidade de vespas

Assim como a literatura relacionada a inventários faunísticos, estudos de diversidade e sazonalidade de vespas no Brasil não são muito evidentes. Estes aspectos necessitam de um melhor tratamento, visto que estes indivíduos possuem importância imensurável em ecossistemas florestais. Dentre outros papéis fundamentais para a manutenção do equilíbrio biótico, destaca-se a regulação na população de outros insetos (SANTOS et al., 2007; TOGNI, 2009). De acordo com Santos, Bispo e Aguiar (2009), os estudos de diversidade e sazonalidade de vespas são frequentemente estudados sob duas perspectivas: abundância de vespas como visitantes florais ou abundância de ninhos.

No Brasil, alguns pesquisadores descreveram a diversidade de vespídeos em áreas sob ação antrópica (ALVARENGA et al., 2010; AUAD et al., 2010; SOUZA et al., 2013), evidenciando que, ainda que perturbados, estes ambientes ainda conseguem abrigar uma rica fauna de vespas. Iniciativas também foram desenvolvidas no intuito de desvendar a diversidade de vespas solitárias e sociais ocorrentes nos biomas: Cerrado (AGUIAR; MARTINS, 2002; SILVA-PEREIRA; SANTOS, 2006; ELPINO-CAMPOS; DEL-CLARO; PREZOTO, 2007; SILVA; AZEVEDO; SILVEIRA, 2011; SIMÕES; CUOZZO; FRIEIRO-COSTA, 2012), algumas poucas iniciativas realizadas no Bioma Amazônia (SILVEIRA; COSTA NETO; SILVEIRA, 2008; SILVEIRA et al., 2012; GOMES, 2013) e esforços empregados na Mata Atlântica (SANTOS et al., 2007; GOMES; NOLL, 2009; TOGNI et al., 2014).

A maioria dos estudos sobre diversidade de vespas, frequentemente encontram-se associados à lista de espécies ou caracterizações ecológicas sobre a estrutura da comunidade realizada em diversas áreas do país, visto que esses estudos constituem o primeiro passo para o entendimento da biodiversidade local (TOGNI et al., 2014). Contudo, trabalhos sobre sazonalidade ainda apresentam pouca representação. No entanto, alguns estudos sobre sazonalidade em vespas vêm lançando luz sobre como os eventos estacionais podem influenciar as comunidades destes insetos.

Trabalhos mais evidentes sobre sazonalidade e vespas são reportados para o bioma Cerrado (DINIZ; KITAYAMA, 1998; OLIVEIRA; FRIZZAS, 2008; SANTOS; BISPO; AGUIAR, 2009). No Bioma Amazônia, o trabalho de Muniz (2010) forneceu informações sobre aspectos sazonais de vespas e abelhas solitárias que nidificam em ninhos armadilha. Contudo, é notório que estes estudos são incipientes quando comparados à grande riqueza de

espécies e ecossistemas encontrados no país, necessitando de trabalhos que busquem o entendimento dos padrões que regem a estrutura da comunidade destes insetos.

1.3. Sazonalidade na Baixada maranhense

A região da Baixada Maranhense é caracterizada por ser uma área úmida que apresenta terrenos relativamente rebaixados e expostos à ação direta das inundações periódicas de uma diversificada rede fluvial influenciada por ciclos anuais (FRANCO, 2012).

As estações seca e chuvosa são muito marcantes na região da Baixada e seus efeitos são facilmente evidenciados pelos campos inundáveis (MITAMURA et al., 2012). No período chuvoso (janeiro a junho) os campos inundados originam os lagos temporários e no período de estiagem (julho a dezembro) apresentam-se totalmente secos (PEREIRA et al., 2007). Os índices pluviométricos são variáveis. Franco (2014) comenta que o maior volume de chuvas possui influência marinha, acompanhado de maiores índices de umidade. Enquanto que a precipitação mais fraca, com menor volume de chuvas, possui uma influência continental, que incide em massas com menor índice de umidade.

Ainda segundo este autor, os condicionantes climáticos que antes eram presentes na Baixada se modificaram bastante. As precipitações atuais não duram o dia todo como antes, as noites frias não mais acontecem, as inundações dos campos estão mais restritas e o período das chuvas também tem apresentado ciclos com muitas irregularidades. Nos últimos anos esta região vem sendo afetada por eventos atípicos. Em 2009, esta microrregião presenciou a maior cheia deste início de século. Em 2012, ao contrário, os pescadores afirmaram nunca terem testemunhado um ciclo parecido, considerada a pior seca dos últimos 30 anos (FRANCO, 2014).

Nota-se que apesar da riqueza natural, são muitos os problemas sociais e ambientais enfrentados por esta região. Pinheiro, Araújo e Arouche (2013) comentam que a Baixada maranhense constitui um desencontro entre conservação e desenvolvimento. Visto que apesar de constituir uma Área de Proteção ambiental - APA, a exploração sustentável de recursos, a preservação da natureza e a melhoria da qualidade de vida das populações tradicionais, são objetivos até hoje não alcançados na região da Baixada Maranhense.

O conhecimento da biodiversidade desta região é muito fragmentário, poucas iniciativas reconhecem os componentes biológicos desta região (REBÊLO; SILVA, 1999; PEREIRA et al., 2007; MUNIZ, 2015; ARAUJO-JR, 2016). Tendo em vista esta grande

modificação desta região reconhecidamente sazonal e da incipiência de estudos que contextualize a diversidade de espécies e a relação com os fatores abióticos, este estudo busca lançar luz sobre o conhecimento de alguns processos e contribuir com informações sobre a diversidade de vespas na Baixada Maranhense.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral:

– Analisar a relevância de fatores abióticos sobre a estrutura da comunidade de vespas (Hymenoptera, Vespidae) coletadas em uma área de Mata de “terra firme” na Baixada Maranhense.

2.2. Objetivos específicos:

- Analisar a variação da diversidade de vespas pertencentes à família Vespidae amostradas em rede entomológica;
- Analisar o efeito da variação sazonal sobre a riqueza e abundância das espécies de vespas coletadas no Parque Agroecológico Buritirana.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido nas dependências do Parque Agroecológico Buritirana. A descrição da área de estudo encontra-se no Capítulo 1: “Estrutura da comunidade de vespas (Hymenoptera, Vespidae) em uma área de mata de “terra firme”, Amazônia Oriental, Brasil”, nas páginas 8-10.

3.2. Método de amostragem

Em virtude da não padronização acidental da metodologia de coleta passiva (armadilhas Malaise), apenas as espécies coletadas por meio de rede entomológica foram utilizadas nas análises do presente capítulo. O método de busca ativa também é descrito no Capítulo 1, páginas 11-12.

3.3. Análises dos dados

3.3.1. Quanto à diversidade

Embora não exista um índice de diversidade perfeitamente unificado e aplicável a todas as assembleias, os índices são ferramentas essenciais para a obtenção de características tanto de riqueza quanto equitatividade de uma assembleia (HURLBERT, 1971). No presente

estudo serão utilizadas medidas “não paramétricas” de diversidade, que constituem medidas não explicitamente relacionadas aos modelos de abundância de espécies (MAGURRAN, 2011). Os índices utilizados foram os de Shannon e Berger Parker.

O índice de Shannon é, sem dúvidas, um dos índices mais tradicionalmente utilizados no estudo de diversidades de assembleias, muito embora tenha sofrido diversas críticas nos últimos anos (HURLBERT, 1971). Este índice considera que os indivíduos são randomicamente amostrados a partir de uma comunidade infinitamente grande, assumindo que todas as espécies são representadas na amostragem (MAGURRAN, 2011). No presente estudo o índice de Shannon foi calculado com o logarítmo de base dois.

O índice de Berger Parker é considerado uma medida de dominância simples e fácil de calcular. Este índice é baseado na importância proporcional das espécies mais abundantes (BERGER; PARKER, 1970). Semelhante ao índice de Simpson, este índice prediz que o aumento no valor do índice acompanhará um aumento na diversidade e uma redução na dominância (MAGURRAN, 2011).

3.3.2. Quanto à sazonalidade

Para verificar se existe correlação entre as variáveis climáticas e os dados de riqueza e abundância, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman. Este parâmetro verifica a relação entre variáveis ordinais e apresenta variação entre -1 e 1, uma vez que quanto mais próximo o valor obtido for dos extremos maior será a relação entre as variáveis analisadas. Valores negativos evidenciam que são inversamente proporcionais, ao passo que valores positivos indicam que as variáveis são diretamente proporcionais. Os dados de temperatura, umidade e precipitação pluviométrica foram fornecidos pelo banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE. Embora o município no qual o presente estudo foi desenvolvido não disponha de estação meteorológica, os dados obtidos são referentes à estação mais próxima.

A normalidade dos dados de abundância ao longo dos dois anos foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk e para comparação da abundância entre as estações, foi utilizado o teste U de Mann-Whitney.

Afim de analisar se a riqueza de espécies diferiu entre as estações, foram plotadas curvas de rarefação baseadas em indivíduos. O objetivo desta medida é deduzir qual teria sido

a riqueza de uma assembleia se o esforço amostral tivesse sido reduzido a uma quantidade específica. Desta maneira, a rarefação permite comparar de forma direta a riqueza de amostras que apresentam diferentes abundâncias de forma padronizada (HECK-JR.; BELLE; SIMBERLOFF, 1975; MAGURRAN, 2011). Para a comparação estacional das espécies foi feito um Escalonamento Multidimensional Não-métrico (NMDS) com medida de semelhança de Morisita. Para testar a significância da distância entre os agrupamentos foi calculado o teste não-paramétrico ANOSIM.

Para as análises deste capítulo foram utilizados os programas PAST versão 2.02 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001) e o Programa R versão 3.3.1 (R Development Core Team, 2016) utilizando as funções dos pacotes Vegan (OKSANEN et al., 2016) e BiodiversityR (KINDT; COE, 2005).

4. RESULTADOS

O maior valor do índice de Shannon é encontrado na estação seca ($H' = 1,364$), enquanto que o menor valor ($H' = 0,7550$) deste índice foi na estação chuvosa. O índice de Berger Parker apresentou menor valor na estação seca ($d = 0,1666$) e maior valor na estação chuvosa ($d = 0,5454$) (Figura 1).

A abundância e a riqueza de vespídeos coletados em rede entomológica variaram ao longo dos dois anos de amostragem. O número de espécies em amostras variou de 7 a 27 espécies, enquanto que a abundância variou 16 a 96 indivíduos.

No primeiro ano de amostragem foram coletadas 35 espécies, das quais cinco são exclusivas: *Monobia angulosa* de Saussure, 1852, *Pirhosigma deforme* Fox, 1899, *Polistes occipitalis* Ducke, 1904, *Polistes subcericeus* de Saussure, 1854 e *Polybia jurinei* de Saussure, 1854. No segundo ano, foram registradas 50 espécies, sendo 19 exclusivas. A riqueza de espécies também apresentou variação entre as estações seca ($S=46$) e chuvosa ($S=40$), este padrão é evidenciado pelas curvas de rarefação que demonstraram a estação seca como a mais rica (Figura 2).

No primeiro ano foram capturados 497 indivíduos em redes entomológicas (43%) e no segundo ano 652 (57%). O teste de normalidade Shapiro-Wilk demonstrou que os dados de abundância seguem distribuição não normal ($p = 0,03$). Ao comparar a abundância entre as

estações foi observado que 52% dos indivíduos foram amostrados na estação seca. De acordo com o teste MannWhitney, não ocorreu diferença significativa na abundância de vespas entre anos e estações ($p= 0,3547$) (Figura 5).

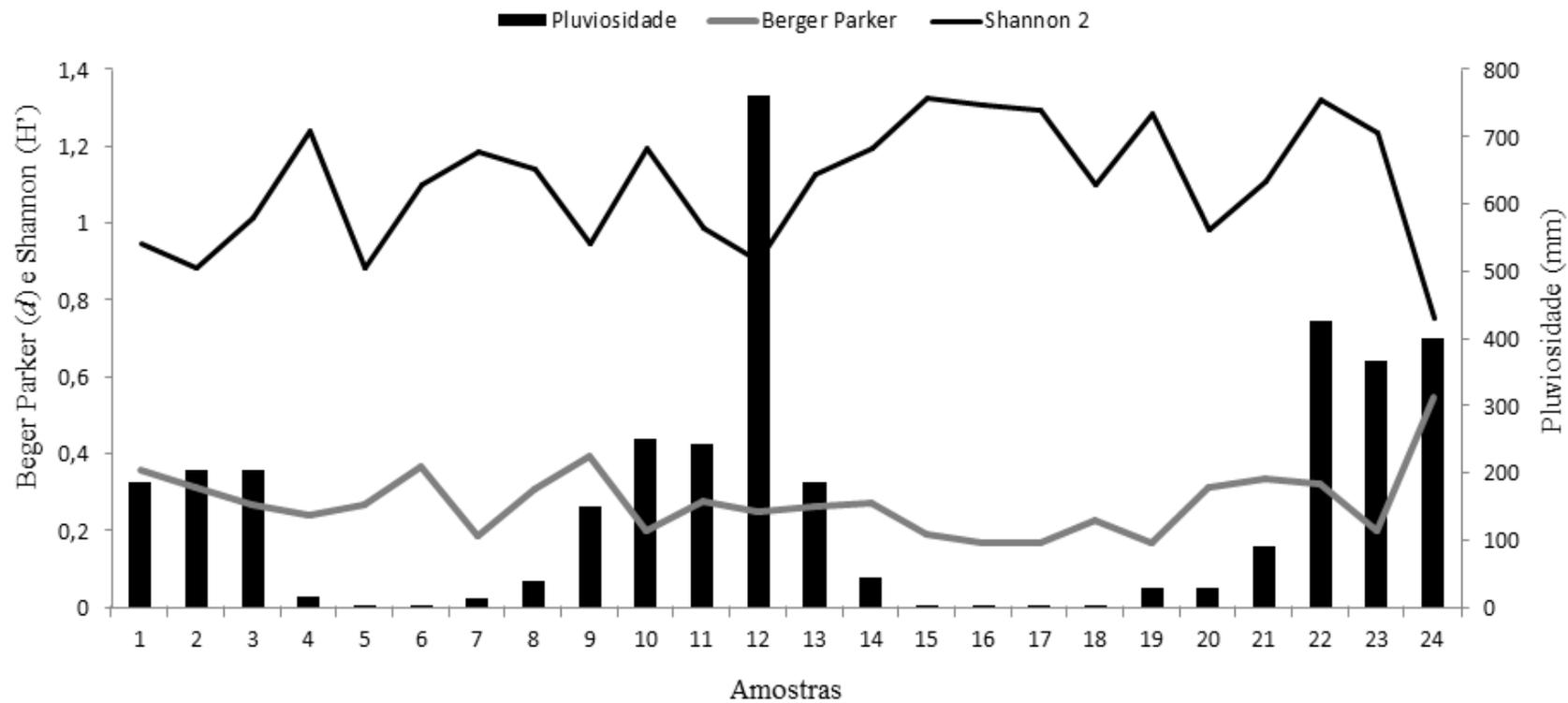


Figura 1. Variação dos índices de diversidade (Shannon e Berger Parker) e variação da precipitação pluviométrica (mm) em dois anos de coleta no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, Ma 2013-2015.

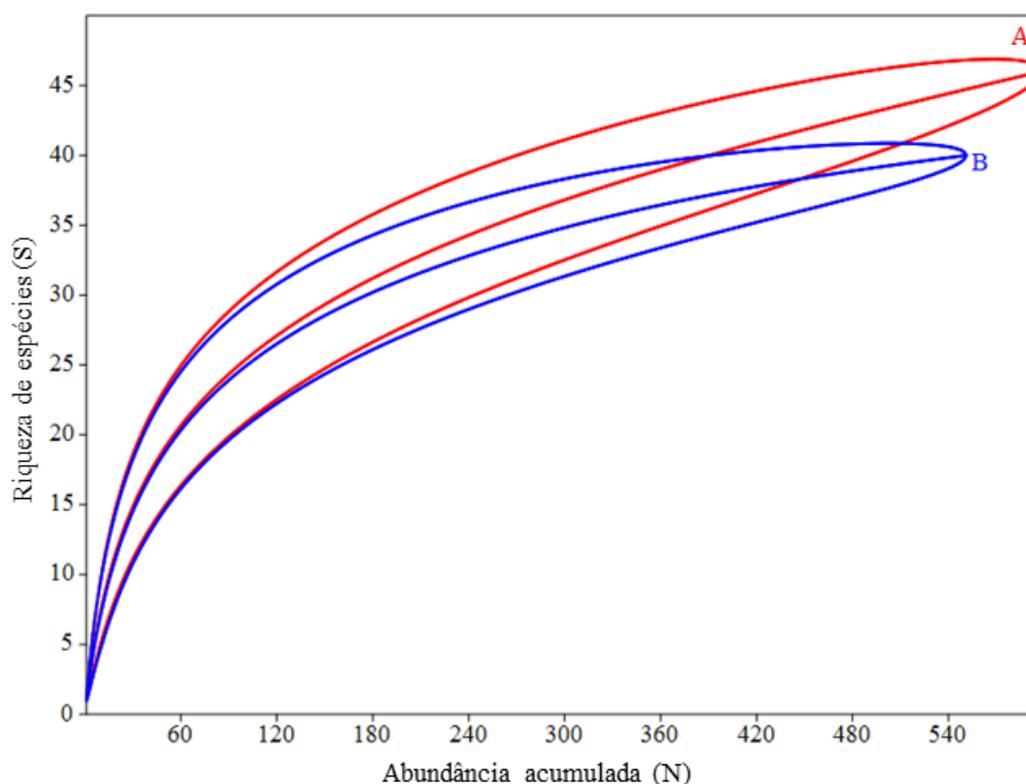


Figura 2. Curvas de rarefação e seus respectivos intervalos de confiança ($\pm 95\%$) para a assembleia de vespas (Hymenoptera: Vespidae) do Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, MA, 2013- 2015, comparando a riqueza rarefeita entre as diferentes estações, Estação seca (em vermelho) e Estação chuvosa (em azul).

A análise NMDS evidencia que a composição de espécies da assembleia de vespas não formou agrupamentos distintos entre as estações seca e chuvosa, sendo este resultado confirmado pelo teste ANOSIM ($R= 0,2259$; $p= 0,002$). Nessa perspectiva, pode-se afirmar que a composição da assembleia não foi significativamente diferente entre as estações (Figura 3). Não foram obtidas correlações significativas ($\alpha = 0,05$) entre a precipitação pluviométrica, temperatura e umidade com a riqueza ($r_s = -0,2856$, $p = 0,1864$; $r_s = 0,1671$, $p = 0,4459$; $r_s = -0,2643$, $p = 0,2229$) e abundância de vespas ($r_s = -0,2228$, $p = 0,2952$; $r_s = 0,1262$, $p = 0,5567$; $r_s = -0,1902$, $p = 0,3733$) (Figuras 4 e 5).

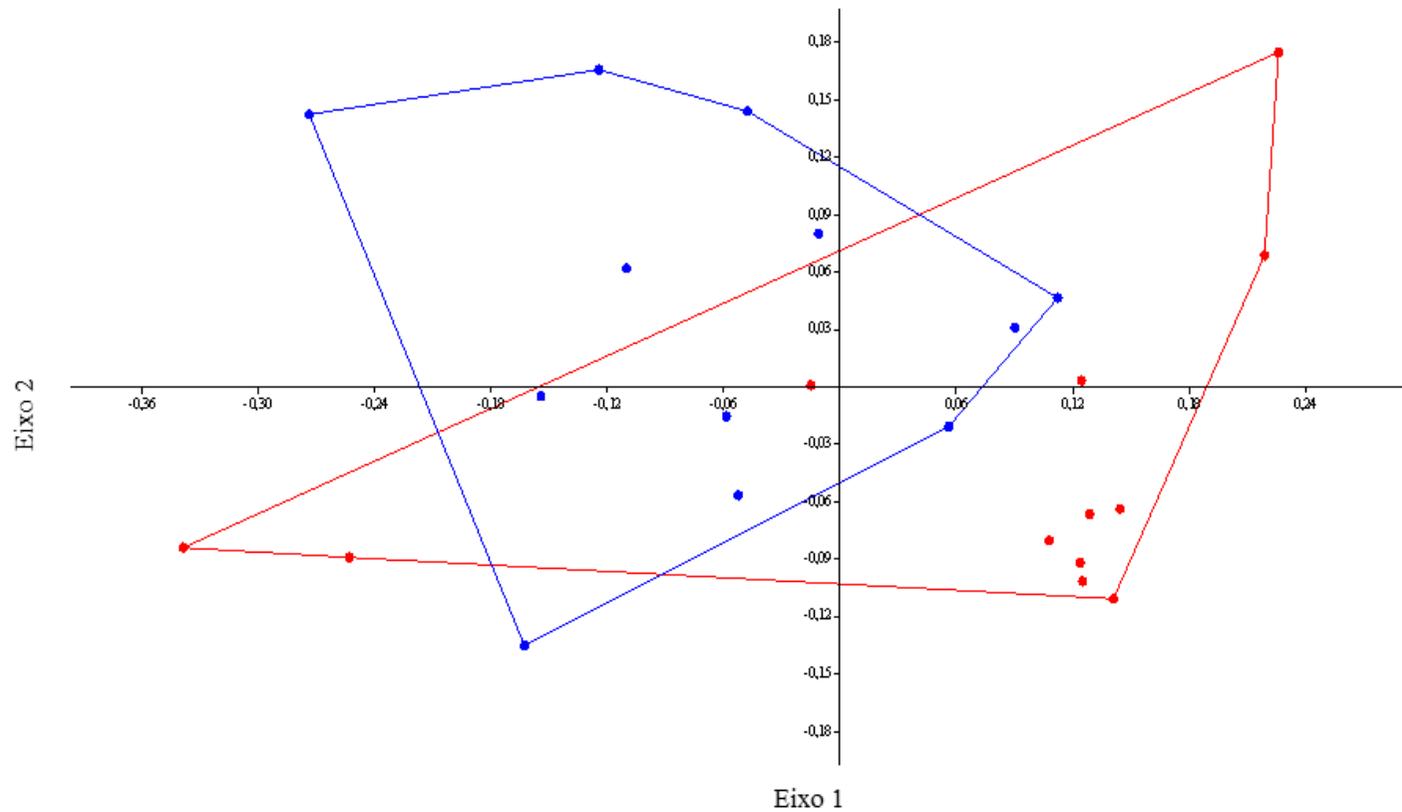


Figura 3. Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) da assembleia de vespas (Hymenoptera: Vespidae) do Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, MA, 2013-2015. Cada ponto representa uma amostra (coletas mensais). Pontos azuis= estação seca; vermelhos= estação chuvosa.

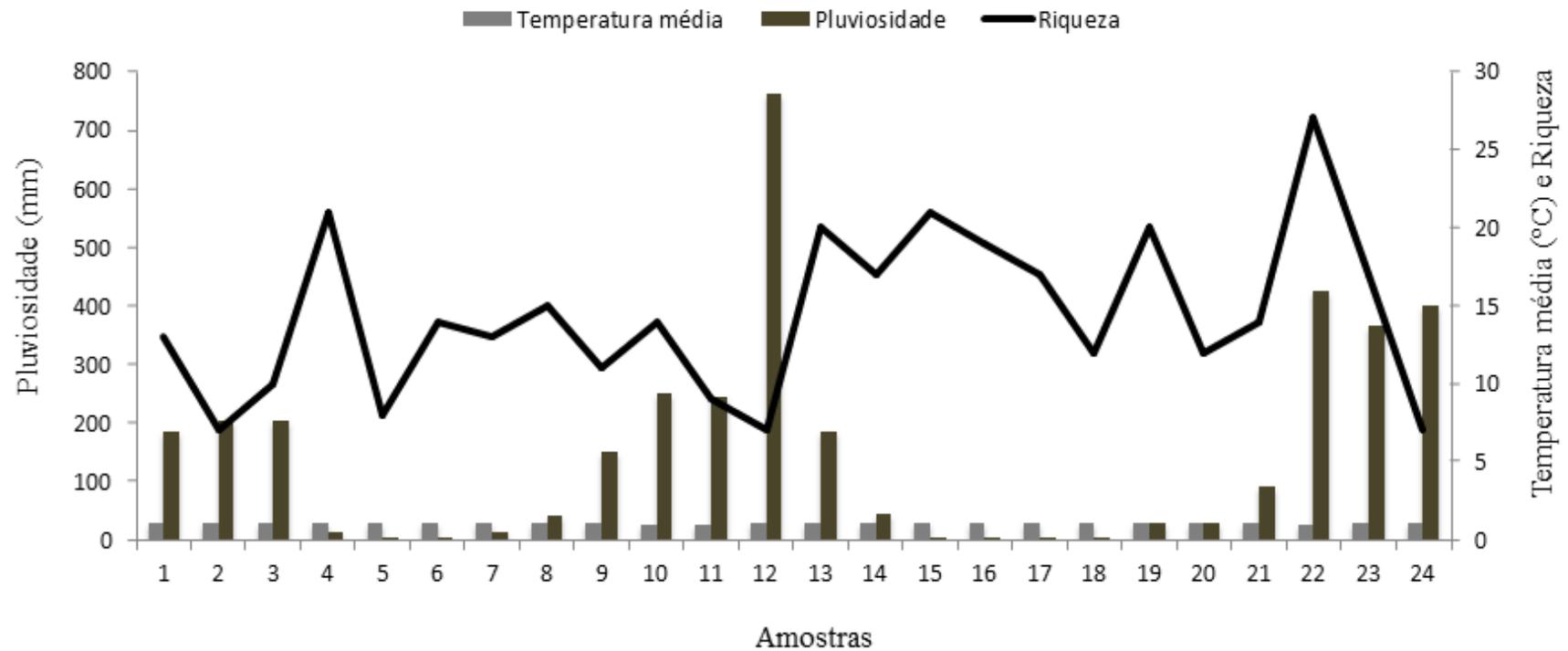


Figura 4. Riqueza de vespas (Hymenoptera: Vespidae), temperatura média (°C) e precipitação pluviométrica (mm) em dois anos de coleta no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, Ma 2013-2015.

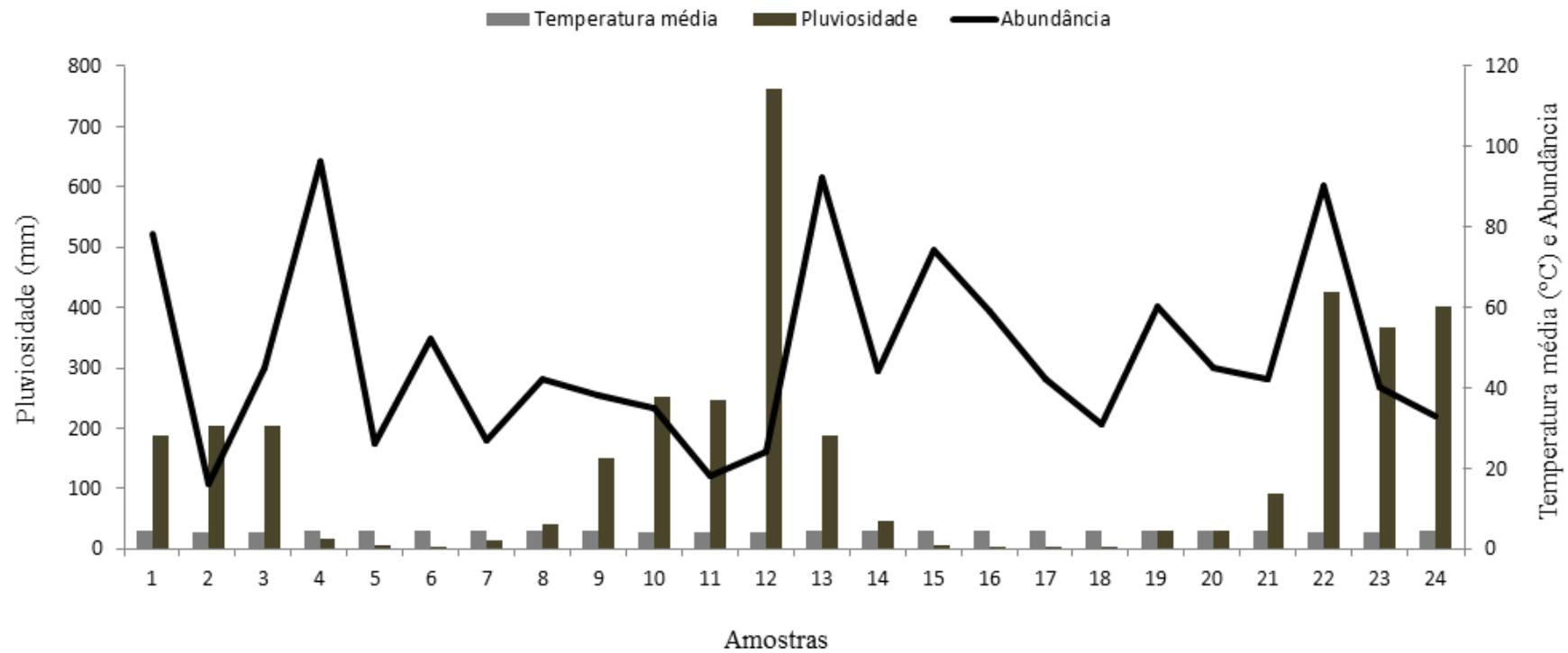


Figura 5. Abundância de vespas (Hymenoptera: Vespidae), temperatura média (°C) e precipitação pluviométrica (mm) em dois anos de coleta no Parque Agroecológico Buritirana, Peri Mirim, Ma 2013-2015.

5. DISCUSSÃO

No que tange a variação temporal da diversidade, tem-se os maiores valores de Shannon associados à estação seca. Diniz e Kitayama (1998) em análise da diversidade e sazonalidade de vespas sociais, também encontraram os maiores valores dos índices de Shannon durante a estação seca em uma área de “cerrado *sensu stricto*”. Os maiores valores do índice de Berger Parker, baseado na importância proporcional da espécie mais abundante (MAGURRAN, 2011), mostram que no Parque Agroecológico Buritirana a abundância de *Polybia sericea* Olivier ($S=235$) é constante em todas as amostras.

A riqueza de espécies e abundância de vespas capturadas no Parque Agroecológico Buritirana não apresentou correlação significativa com a precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa. Este cenário é reportado em alguns trabalhos com vespas sociais e solitárias pertencentes à família Vespidae, como o trabalho de Woiski (2009), que verificou a estrutura da comunidade de vespas e abelhas solitárias em um fragmento de floresta ombrófila mista no Paraná e Locher (2012) ao analisar a diversidade de vespas sociais em fragmentos de mata ciliar e em áreas de cultivo de cana de açúcar. Gomes (2008) sugere que a ausência de correção positiva entre as variáveis dependentes e variáveis climáticas em sua área de estudo, pode estar relacionada com a pouca variação nos níveis de temperatura e umidade ao longo das estações. No presente estudo, a temperatura na área de coleta foi relativamente constante ao longo das estações (Figura 5).

Contudo, outros trabalhos como os de Auad et al. (2010), que encontraram relação significativa entre abundância de vespas sociais e a umidade relativa, e de Souza, Prezoto e Silva (2007), que encontraram uma correlação positiva entre a riqueza de espécies e a pluviosidade e temperatura, sugerindo que os fatores abióticos positivamente correlacionados podem determinar o tamanho da população em análise.

Deve-se ressaltar que a análise realizada no presente estudo possivelmente não reflete o padrão sazonal de todas as espécies registradas na área de estudo. É possível que para algumas espécies haja flutuação na abundância, dependendo da pluviosidade ou da temperatura local, e somente estudos bionômicos específicos para cada uma destas espécies podem elucidar estes padrões.

Os distintos resultados em estudos direcionados para o entendimento da estrutura da comunidade de vespas solitárias e sociais mostram que as variáveis ambientais podem afetar este grupo de insetos de diferentes maneiras em vários ambientes. Além destas variáveis, outros fatores podem influenciar a assembleia de vespas em ambientes tropicais, tais como presas para provisionamento de ninhos (SILVA, 2008), disponibilidade de substratos de nidificação e de recursos florísticos para alimentação (SANTOS et al., 2007) e inimigos naturais (ASSIS; CAMILLO, 1997).

No presente estudo não houve diferenças significativas entre as estações chuvosa e seca. No entanto, nos meses de transição entre as duas estações, foram observados picos de abundância de vespas nas quais as amostras apresentaram no mínimo 90 indivíduos, número bastante superior à abundância registrada em outras amostras, visto que os valores mensais variaram 16 a 96 indivíduos. Alguns trabalhos realizados em ambientes com marcante variação sazonal encontraram o padrão de aumento na abundância de vespas no início da estação seca, como em *Monobia angulosa* por Mahlmann et al.(2015). No presente estudo, os picos de abundância foram acompanhados de picos de riqueza de espécies.

O padrão de aumento de abundância no início da estação seca pode estar possivelmente relacionado com a disponibilidade de recursos produzidos durante a estação chuvosa. Elpino-Campos, Del-Claro e Prezoto (2007) comentam que em estações secas a disponibilidade de água pode ser um fator limitante para a sobrevivência de comunidades de vespas. Dessa forma, a presença de recursos como água e aumento da biomassa vegetal (SOUZA; PREZOTO; SILVA, 2007) no fim da estação chuvosa pode contribuir para o aumento da abundância destes indivíduos. Este padrão também foi evidenciado no trabalho de Araujo-Jr. (2016, dados não publicados) em um inventário de borboletas frugívoras realizado concomitantemente ao presente estudo. Neste trabalho, a abundância das borboletas também apresentou um aumento no início da estação seca. Esse cenário reforça que, além dos fatores abióticos, a disponibilidade de presas influencia diretamente na abundância das vespas, visto que indivíduos da ordem Lepidoptera estão entre uma das principais presas de vespas pertencentes à família Vespidae (Ross; Mathews, 1991; CARPENTER; MARQUES, 2001).

Por meio da análise de rarefação foi observado que as abundâncias nas duas estações mantiveram-se dentro do intervalo de confiança até o número aproximado de 550 indivíduos, ponto no qual a riqueza da estação seca começou a exceder o valor registrado para a estação chuvosa. A maior riqueza e abundância de espécies de vespas na estação seca é um padrão

que já foi encontrado em outros trabalhos realizados no país (MUNIZ, 2010; MAHLMANN et al., 2015). Elpino-Campos, Del-Claro e Prezoto (2007) sugerem que o aumento de indivíduos na estação seca pode estar relacionado aos benefícios da nidificação neste período, visto que as fortes chuvas na estação chuvosa podem causar perda de folhas e queda de árvores, podendo reduzir os substratos de nidificação. No presente estudo, durante a estação seca, mais precisamente na transição para estação seca, os lagos temporários da Baixada Maranhense diminuem o volume d'água deixando exposto o solo argiloso, recurso disponível em grande quantidade para construção de ninhos pelas vespas solitárias da subfamília Eumeninae. Durante a transição, o barro encontra-se bastante maleável e de fácil transporte pelas vespas. A grande disponibilidade de recurso para nidificação pode explicar o aumento da riqueza das vespas, em especial de Eumeninae na área de estudo, além da disponibilidade alimentar (larvas de Lepidoptera) conforme mencionada anteriormente.

A ausência de agrupamentos distintos na análise NMDS envolvendo dados de composição de espécies nas duas estações, indica que a fauna de vespas amostradas no Parque Agroecológico Buritirana é heterogênea em cada estação. Além disso, observa-se que esta assembleia não apresentou variação considerável entre as estações seca e chuvosa durante o período de estudo. Este cenário sugere que os fatores que controlam a dinâmica populacional das espécies registradas não variaram drasticamente durante o período de estudo, assim como o observado por Araujo-Jr. (2016). Novotny e Basset (1998) mencionaram que a disponibilidade contínua de alimento ao longo do ano pode minimizar os efeitos das flutuações sazonais em alguns grupos de insetos.

Sabe-se que os fatores climáticos e disponibilidade de presas, como abordado aqui, são apenas algumas das variáveis que podem influenciar a distribuição populacional e os picos de abundância em insetos. Oliveira e Frizzas (2008) sugerem que outros parâmetros como, competição interespecífica, predação, parasitismo, distribuição de um recurso alimentar específico em determinada época do ano, também devem ser levados em consideração nessas análises, visto que esses fatores parecem agir de forma conjunta às variáveis climáticas ao moldar os padrões de distribuição e abundância de insetos.

DeVries e Walla (2001) ao analisarem a diversidade de borboletas frugívoras em uma região amazônica, reportam que estudos com amostragens com curtos ou intermediários períodos de tempo podem omitir flutuações sazonais. Assim, somente trabalhos com uma ampla escala temporal poderiam confirmar os padrões estacionais aqui encontrados. Vale

ressaltar que cada ambiente possui um conjunto de características físicas, espaciais e históricas próprias que suprem de maneira diferenciada as necessidades de cada espécie. Essas características certamente podem explicar no número e na diversidade destes organismos.

5.1. Conservação da Baixada Maranhense

As características fitofisionômicas encontradas nas dimensões do Parque Agroecológico Buritirana, evidenciam que a área sofreu impactos ambientais. Os babaçuais conspícuos na região são indicativos de que houve substituição de vegetação nativa anteriormente existente. Pereira et al.(2012) comentam que a região da Baixada tem sofrido pressões resultantes do crescimento demográfico que tem favorecido a perda de indivíduos e conservação desigual destes ambientes. Pereira (2012) comenta que a condição de inundabilidade dos campos e várzeas e a relativa dificuldade de acesso a estes locais garantem-lhes um melhor estado de conservação quando comparadas às matas de terra firme, que encontram-se mais suscetíveis ao corte e queimada para realização de roças.

A fauna de vespas encontrada nas dependências do PAB é, em maioria, representada por indivíduos característicos de ambientes abertos e matas secundárias. Contudo, este estudo revelou a ocorrência de espécies que não são amplamente coletadas em inventários desenvolvidos no Bioma Amazônia ou em outras regiões do país. Desta forma, a conservação da área de estudo, assim como em outras regiões na Baixada Maranhense, poderá resultar na manutenção da riqueza e diversidade de vespas que ocorrem na Amazônia maranhense.

Os representantes da família Vespidae apresentam importante papel da estruturação de comunidades biológicas, visto que estes indivíduos apresentam reconhecida importância no controle biológico (CARPENTER; MARQUES, 2001), manutenção de cadeias tróficas em ambientes naturais ou em agrossistemas (SOUZA, 2010), reconhecidos visitantes florais e, eventuais, polinizadores (AGUIAR; SANTOS, 2007; SOMAVILLA; KÖHLER, 2012). Além de apresentarem potenciais características de bioindicadores de conservação ambiental (DEJEAN; CORBARA; CARPENTER, 1998) e de mudanças climáticas (MAHLMANN et al., 2015). Entretanto, a ação antrópica pode levar a destruição ou fragmentação de habitats não só para as vespas, mas para muitos outros grupos de insetos, ocasionando a perda de biodiversidade (SOUZA, 2010). Diante deste cenário, reforça-se a necessidade de conservação das áreas que comportam estas comunidades de insetos, no intuito de manter a integridade destes ecossistemas.

Como observado no Capítulo 1, grande parte das espécies registradas no Parque Agroecológico Buritirana representa novos registros para o estado e para o Bioma Amazônia. A quase inexistência de conhecimentos sobre a fauna de insetos da Amazônia maranhense reforça que novas iniciativas de inventários devem ser desenvolvidas nesta região, a fim de contribuir para o entendimento da ecologia, biologia e distribuição destes organismos e o melhor entendimento das relações da comunidade com fatores bióticos e abióticos.

6. CONCLUSÕES

- Os maiores valores do índice de Shannon foram encontrados na estação seca, enquanto que o índice de Berger Parker apresentou valores heterogêneos durante o período de amostragem;
- Não foi observada correlação significativa entre as variáveis dependentes, abundância e riqueza, com as variáveis abióticas: precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa;
- A estação seca e chuvosa não formaram agrupamentos distintos, indicando que a comunidade não apresentou variação considerável entre as estações durante o período de estudo. Contudo, uma maior riqueza e abundância foram registradas na estação seca.

7. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. J. C.; MARTINS, C. F. Abelhas e vespas solitárias em ninhos-armadilha na Reserva Biológica Guaribas (Mamanguape, Paraíba, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 1, p. 101–116, 2002.
- AGUIAR, C. M. L.; SANTOS, G. M. D. M. Compartilhamento de Recursos Florais por Vespas Sociais (Hymenoptera : Vespidae) e Abelhas (Hymenoptera : Apoidea) em uma Área de Caatinga. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 6, p. 836–842, 2007.
- ALVARENGA, R. et al. Nesting of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in Urban gardens in Southeastern Brazil. **Sociobiology**, v. 55, n. 2, p. 445–452, 2010.
- ARAÚJO, W. S. A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas Neotropicais. **Revista da Biologia**, v. 10, n. 1, p. 1–7, 2013.
- ARAUJO-JR, E. DA C. Assembleia de borboletas (Lepidoptera) em uma área de mata de terra firme na Baixada Maranhense, Amazônia Oriental, Brasil. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão**, p. 80f, 2016.
- ASSIS, J. M. F.; CAMILLO, E. Diversidade , Sazonalidade e Aspectos Biológicos de Vespas Solitárias (Hymenoptera : Sphecidae : Vespidae) em Ninhos Armadilhas na Região de Ituiutaba , MG. **Annual Society Entomologica do Brasil**, v. 26, n. 2, p. 335–347, 1997.
- AUAD, A. M. et al. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera) in a Silvopastoral System. **Sociobiology**, v. 55, n. 2, p. 627–636, 2010.
- BERGER, W. H.; PARKER, F. L. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. **Science**, v. 168, p. 1345–1347, 1970.
- BRITO, C. H. et al. Abundância e sazonalidade de insetos na Caatinga , Nordeste do Brasil. 2012.
- CARPENTER, J. M.; MARQUES, O. M. Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae). **Universidade Federal da Bahia**, v. 02, p. 147, 2001.
- DEJEAN, A.; CORBARA, B.; CARPENTER, J. M. Nesting site selection by wasps in the Guianese rain forest. **Insectes Sociaux**, v. 45, p. 33–41, 1998.
- DEVRIES, P. J.; WALLA, T. R. Species diversity and community structure in neotropical fruit-feeding butterflies. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 74, p. 1–15, 2001.
- DINIZ, I. R.; KITAYAMA, K. Seasonality of vespid species (Hymenoptera : Vespidae) in a central Brazilian cerrado. **Revista de Biologia Tropical**, v. 46, n. 1, p. 109–114, 1998.

ELPINO-CAMPOS, A.; DEL-CLARO, K.; PREZOTO, F. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera : Vespidae) in Cerrado fragments of Uberlândia , Minas Gerais State , Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 5, p. 685–692, 2007.

FRANCO, J. R. C. **Segredos do Rio Maracu: A hidrogeografia dos lagos e reentrâncias da Baixada Maranhense, Sítio Ramsar, Brasil**. São Luís: Edufma, 2012.

FRANCO, J. R. C. **Veias do Rio Maracu: Portifólio Geoambiental de Viana, polo turístico dos lagos e campos floridos na Baixada maranhense**. São Luís: Edufma, 2014.

GOMES, B. Diversidade de Vespas Sociais (Hymenoptera : Vespidae ; Polistinae) em Fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Noroeste Paulista. **Dissertação de mestrado. Pós graduação em Biologia animal. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto**, p. 69f, 2008.

GOMES, B. Diversidade de vespas sociais (Vespidae, Polistinae) na região norte de Rondônia e relação dos ciclos ambientais abióticos sobre o forrageio. **Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Entomologia. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP**, p. 55f, 2013.

GOMES, B.; NOLL, F. B. Diversity of social wasps (Hymenoptera , Vespidae , Polistinae) in three fragments of semideciduous seasonal forest in the northwest of São Paulo State , Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 3, p. 428–431, 2009.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, p. 1–9, 2001.

HECK- JR., K. L.; BELLE, G. V; SIMBERLOFF, D. Explicit calculation of the rarefaction diversity measurement and the determination of sufficient sample size. **Ecology**, v. 56, n. 6, p. 1459–1461, 1975.

HURLBERT, S. H. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. **Ecology**, v. 52, n. 4, p. 577–586, 1971.

KINDT, R.; COE, R. **Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies**. Nairobi (Kenya): World Agroforestry Centre (ICRAF), 2005.

LOCHER, G. A. Estudo comparativo da diversidade de vespas sociais (hymenoptera, vespidae) em mata ciliar e cultura de cana-de- açúcar na região de Ipeúna, SP. **Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia). Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista**, p. 75f, 2012.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a Diversidade Biológica**. Tradução D ed. Curitiba: Ed. Da UFPR, 2011.

MAHLMANN, T. et al. Padrão de nidificação de *Monobia angulosa* Saussure (Vespidae) durante estação seca prolongada na região da Chapada Diamantina, Bahia, com notas sobre

nidificação em ninho abandonado de *Xylocopa cearensis* Ducke (Apidae). **En**, v. 8, n. 1, p. 12–16, 2015.

MITAMURA, O. et al. Biogeochemical cycling of urea in the aquatic systems of Pindaré and Turiaçu River basins , a pre-Amazonian floodplain , Baixada Maranhense, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n. 2, p. 167–180, 2012.

MUNIZ, D. B. Abelhas e vespas que nidificam em ninhos-armadilha (Hymenoptera, Aculeata) na ilha do Maranhão, Amazônia Oriental, Brasil. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão**, v. 1, p. 62f, 2010.

MUNIZ, D. B. Influência da densidade da cobertura vegetal sobre a comunidade de abelhas solitárias (Hymenoptera, Aculeata) que nidificam em cavidades pré-existent em áreas de mata da Baixada Maranhense, Amazônia Oriental. **Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação Biodiversidade e Conservação. Universidade Federal do Maranhão**, v. 1, p. 118f, 2015.

NOVOTNY, V.; BASSET, Y. Seasonality of sap-sucking insects (Auchenorrhyncha , Hemiptera) feeding on *Ficus* (Moraceae) in a lowland rain forest in New Guinea. **Oecologia**, v. 115, p. 514–522, 1998.

OKSANEN, F. et al. **vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-0.**, 2016. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=vegan>>

OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R. Insetos de Cerrado: distribuição estacional e abundância. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Cerrados**, v. 216, n. 1, p. 7–26, 2008.

PEREIRA, C. et al. UMA ANÁLISE GEOSISTÊMICA DA ALTA BACIA DO RIO PERICUMÃ / MA . **Revista Geonorte**, v. 1, n. 4, p. 284–296, 2012.

PEREIRA, L. A. et al. Características ecológicas do habitat de *Kinosternon scorpioides* scorpioides Linnaeus, 1766 (Reptila, Chelonia, Kinosternidae) no município de São Bento-Baixada Maranhense (Maranhão, Brasil). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 20, p. 9–14, 2007.

PEREIRA, R. C. DE C. As transformações históricas e a dinâmica atual da paisagem na Alta Bacia do Pericumã- Ma. **Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente**, v. 1, p. 1–215, 2012.

PINHEIRO, C. U. B.; ARAUJO, N. A.; AROUCHE, G. C. **Matas Ciliares: Recuperação e Conservação em áreas úmidas do Maranhão**. São Luís: Gráfica e Editora Aquarela, 2013.

PINHEIRO, F. et al. Seasonal patter of insect abundance in the Brazilian cerrado. **Austral Ecology**, v. 27, p. 132–136, 2002.

- REBÊLO, J. M. M.; SILVA, F. S. Distribuição das Abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) no Estado do Maranhão, Brasil. **Annual Society Entomologica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 389–401, 1999.
- RIBEIRO, D. B. et al. Temporal Diversity Patterns and Phenology in Fruit-feeding Butterflies in the Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 42, n. 6, p. 710–716, 2010.
- SANTOS, A. G. M. D. M.; BISPO, P. C.; AGUIAR, C. M. L. Fluctuations in Richness and Abundance of Social Wasps During the Dry and Wet Seasons in Three Phyto-Physiognomies at the Tropical Dry Forest of Brazil. **Entomological Society of America**, v. 38, n. 6, p. 1613–1617, 2009a.
- SANTOS, G. M. D. M.; BISPO, P. C.; AGUIAR, C. M. L. Fluctuations in richness and abundance of social wasps during the dry and wet seasons in three phyto-physiognomies at the tropical dry forest of Brazil. **Environmental entomology**, v. 38, n. 6, p. 1613–1617, 2009b.
- SANTOS, G. M. M. et al. Diversity and community structures of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in three ecosystems in Itaparica Island, Bahia State, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 2, p. 180–185, 2007.
- SILVA, J. F. Vespas solitárias (Hymenoptera : Aculeata) nidificando em ninhos-armadilha na Estação Ecológica de Ribeirão Preto , Mata Santa Teresa, Ribeirão Preto, SP. **Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Entomologia. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.**, p. 62, 2008.
- SILVA, S. D. S.; AZEVEDO, G. G.; SILVEIRA, O. T. Social wasps of two Cerrado localities in the northeast of Maranhão state , Brazil (Hymenoptera , Vespidae, Polistinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n. 4, p. 597–602, 2011.
- SILVEIRA, O. T. et al. Local-scale spatial variation in diversity of social wasps in an Amazonian rain forest in Caxiuanã , Pará , Brazil (Hymenoptera , Vespidae , Polistinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 56, n. 3, p. 329–346, 2012.
- SILVEIRA, O. T.; COSTA NETO, S. V. DA; SILVEIRA, O. F. M. DA. Social wasps of two wetland ecosystems in brazilian Amazonia (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Acta Amazonica**, v. 38, n. 2, p. 333–344, 2008.
- SIMÕES, M.; CUOZZO, M.; FRIEIRO-COSTA, F. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in Cerrado biome of the southern of the state of Minas Gerais, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 102, n. 3, p. 292–297, 2012.
- SOMAVILLA, A.; KÖHLER, A. Preferência floral de vespas (Hymenoptera, Vespidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 1, p. 21–28, 2012.
- SOUZA, G. K. et al. Social wasps on *Eugenia uniflora* linnaeus (myrtaceae) plants in an Urban Area. **Sociobiology**, v. 60, n. 2, p. 204–209, 2013.

SOUZA, M. M. Vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) indicadoras do grau de conservação de florestas ripárias. **Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Entomologia, área de concentração em entomologia agrícola. Universidade Federal de Lavras**, p. 79f, 2010.

SOUZA, M. M.; PREZOTO, F.; SILVA, M. A. Distribuição e sazonalidade de vespas sociais (hymenoptera, vespidae) da mata do Baú, Barroso, MG. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, p. 1–2, 2007.

STATISTICAL, R. C. T. **R: A language and environment for statistical computing** Vienna, Austria R Foundation for Statistical Computing, , 2016. Disponível em: < URL <https://www.R-project.org/>. >

TEIXEIRA, F. M. A composição de Scarabaeidae (Coleoptera) coprófagos na região de Alter do Chão, Pará: A influência dos biomas Amazônia e Cerrado e da sazonalidade e os efeitos de tamanho de área, isolamento e proximidade de estradas. **Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Zoologia. Museu Paraense Emílio Goeldi. Universidade Federal do Pará**, p. 99f, 2006.

TOGNI, O. C. Diversidade de vespas sociais (hymenoptera, vespidae) na mata atlântica do litoral norte do estado de São Paulo. **Dissertação de mestrado. Instituto de Biociências, Campus de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho**, p. 101f, 2009.

TOGNI, O. C. et al. List The Social Wasp Community (Hymenoptera, Vespidae) in an Area of Atlantic Forest, Ubatuba, Brazil. **Check List**, v. 10, n. 1, p. 10–17, 2014.

WOISKI, T. D. Estrutura da comunidade de vespas e abelhas solitárias em um fragmento urbano de floresta ombrófila mista. **Dissertação de mestrado. Curso de Pós Graduação em Ciências Biológicas, Área de concentração em Entomologia. Universidade Federal do Paraná**, p. 41f, 2009.

WOLDA, H. Seasonal Fluctuations in Rainfall, Food and Abundance of Tropical Insects. **Journal of animal ecology**, v. 47, n. 2, p. 369–381, 1978.

WOLDA, H. Insect Seasonality: Why? **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 19, p. 1–18, 1998.

WOLDA, H.; FISK, F. W. Seasonality of tropical insects. II. Blattaria in Panama. **Journal of animal ecology**, v. 50, n. 3, p. 827–838, 1981.