





UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
COORDENADORIA DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
LABORATÓRIO DE ESTUDO SOBRE ABELHAS - LEA  
(Bacharelado)



**JOANA VIVIANE DOS ANJOS**

**FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA, APOIDEA) EM UMA ÁREA DE  
FLORESTA AMAZÔNICA, NO MUNICÍPIO DE CURURUPU, MARANHÃO,  
BRASIL**



São Luís

2018

**JOANA VIVIANE DOS ANJOS**

**FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA, APOIDEA) EM UMA ÁREA DE  
FLORESTA AMAZÔNICA, NO MUNICÍPIO DE CURURUPU, MARANHÃO,  
BRASIL**

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

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Patrícia Maia Correia  
de Albuquerque

Co-Orientadora: MSc. Gracy Chrisley Alencar  
Carvalho

São Luís

2018

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

dos Anjos, Joana Viviane.

FAUNA DE ABELHAS HYMENOPTERA, APOIDEA EM UMA ÁREA DE FLORESTA AMAZÔNICA, NO MUNICIPIO DE CURURUPU, MARANHÃO, BRASIL / Joana Viviane dos Anjos. - 2018.

48 f.

Coorientador(a): Gracy Chrisley Alencar Carvalho.

Orientador(a): Patrícia Maia Correia de Albuquerque.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão, São Luis - MA, 2018.

1. Diversidade de espécies. 2. Rede de interação. 3. Reentrâncias Maranhenses. I. Alencar Carvalho, Gracy Chrisley. II. Maia Correia de Albuquerque, Patrícia. III. Título.

**FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA, APOIDEA) EM UMA ÁREA DE  
FLORESTA AMAZÔNICA, NO MUNICÍPIO DE CURURUPU, MARANHÃO,  
BRASIL**

**JOANA VIVIANE DOS ANJOS**

Aprovada em        /        /

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Patrícia Maia Correia de Albuquerque  
(Orientadora)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Gisele Garcia Azevedo

---

Dr.<sup>a</sup>. Luana Fontoura Gostinski

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Márcia Maria Côrrea Rêgo  
(Suplente)

---

MSc. Ana Carolina Alves Malheiros Araújo  
(Suplente)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dá força de seguir em frente mesmo nas dificuldades.

Às minhas mães, Teresa (*in memoriam*), Cecilia e Eunice por seu apoio incondicional, compreensão, força e amor. A minha prima Gabriella e s obrinha Maria Julia por aguentarem meu mal humor e sempre me darem força.

A Prof<sup>a</sup>. Patrícia Maia C. de Albuquerque, pela confiança, paciência e apoio durante os anos de orientação.

A minha querida amiga e Co-orientadora Ms Gracy Chrisley Alencar Carvalho por seus conselhos, orientação, companheirismo, sinceridade, confiança e amizade.

Aos amigos que conquistei no Laboratório de Estudos sobre Abelhas (LEA): Edilene, Maria Antônia e Roberth por sempre estarem ao meu lado, seja nas palhaçadas como nos momentos difíceis da vida. E em especial Ana Carolina e Denílson por sempre estarem dispostos a me ajudar e ensinar.

As minhas amigas de graduação Ana Carolina Moraes, Kamilla Veras, Ana Carolina Borges e Mayara Canut pelo companheirismo, atenção e conselhos ao longo dos anos. Assim como as minhas amigas de todo sempre Solangy e Edileusa por sua compreensão ao longo da graduação, amizade e acima de tudo amor.

E um agradecimento especial a Seu Denílson, tia Nilma e tia Mariciles por sempre me acolherem em suas casas, assim como as minhas fies protetoras de Campo Bolinha, Pituquinha e Lola por sempre me acompanhar e proteger nas longas horas de coleta.

*“Até a jornada de mil milhas  
começa com um pequeno passo”*

(Provérbio japonês)

## RESUMO

As relações de protocooperação estão entre as mais importantes interações ecológicas nos ecossistemas, sendo a interação entre abelhas e plantas de grande importância na manutenção da diversidade biológica. A comunidade de abelhas em uma área de Floresta Amazônica, localizada no Município de Cururupu, Maranhão, foi estudada a cada 30 dias durante 12 meses. Foram capturados, 2568 indivíduos, distribuídos em 102 espécies, 17 tribos, 43 gêneros, compreendidos em três famílias Apidae (96,03% dos indivíduos e 80,39% das espécies), Halictidae (3,12% e 8,39%) e Megachilidae (0,86% e 10,78%). A composição da rede foi obtida a partir de 90 espécies, 45 espécies de plantas, sendo observada 273 interações abelha-planta com uma conectância de 6,7%. *Trigona pallens*, foi a espécie de abelha que concentrou o maior número de interações (19) com espécies botânicas. E *Borreria verticillata* foi a planta com maior número de interações (57 espécies de Abelhas). Os resultados apontam que a riqueza e abundância de indivíduos superou trabalhos de levantamento feitos em outras regiões de floresta. Enquanto a rede de interação apresentou dados inferiores aos esperados, uma vez que a coleta se restringia ao extrato arbustivo da floresta.

**Palavra Chave:** Diversidade de espécies, Rede de Interação, Reentrâncias Maranhenses



## ABSTRACT

The protooperation relationships are among the most important ecological interactions in ecosystems, being the interaction between bees and plants of great importance in the maintenance of biological diversity. The community of bees in an area of Amazonian Forest, located in the Cururupu, Maranhão, was studied every 30 days for 12 months. A total of 2568 individuals were distributed among 102 species, 17 tribes, 43 genera, comprised of three Apidae families (96.03% of the individuals and 80.39% of the species), Halictidae (3.12% and 8.39%), and Megachilidae (0.86% and 10.78%). The composition of the network interactions was obtained from 90 species, 45 species of plants and 273 bee-plant interactions were observed with a connectivity of 6.7%. *Trigona pallens* was the species of bee that concentrated the largest number of interactions (19) with botanical species. And *Borreria verticillata* was the plant with the highest number of interactions (57 species of Bees). The results indicate that the wealth and abundance of individuals surpassed survey work done in other forest regions. While the interaction network presented data lower than expected, once the collection was restricted to the forest shrub extract.

**Keyword:** Species Diversity, Interaction Network, Reentrances Maranhenses

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	15
<i>Gerais</i> .....	15
<i>Específicos</i> .....	15
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	16
<i>Área de estudos</i> .....	16
<i>Amostragem das amostras</i> .....	17
<i>Identificação das abelhas</i> .....	17
<i>Identificação das Plantas</i> .....	17
<i>Rede de Interação</i> .....	20
<i>Análise dos Dados</i> .....	18
<b>4. RESULTADOS</b> .....	22
<i>Abundância e Riqueza</i> .....	22
<i>Rede de interação abelha-planta</i> .....	29
<i>Frequência Mensal</i> .....	32
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	33
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	39
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	40



## 1. INTRODUÇÃO

As relações de protocooperação estão entre as mais importantes interações ecológicas, sendo responsáveis por promover equilíbrio local, manutenção e conservação nos ambientes naturais (COSTA & OLIVEIRA, 2014). A polinização é uma dessas interações responsáveis por manter a conservação da diversidade biológica, e em sua ausência, a manutenção da variabilidade genética entre os vegetais sofre uma redução, que pode levar ao déficit na produção de sementes e frutos (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004; CHACOFF & AIZEN, 2006).

As abelhas são consideradas o grupo mais eficaz de insetos polinizadores (GULLAN; CRANSTON, 2008), já que boa parte da manutenção dos ecossistemas naturais e fluxo gênico de muitas espécies vegetais vem sendo garantida pela relação de dependência entre plantas e abelhas (KRUNG; ALVES-DOS-SANTOS, 2008).

A flexibilidade comportamental apresentada pelas abelhas, a qual determina o sucesso no forrageamento e a intensidade de visitas às flores, é dependente de fatores intrínsecos e extrínsecos (ROUBIK, 1989; DA SILVA *et al.*, 2013). Os intrínsecos incluem a informação sensorial durante o forrageio, a memória, o conhecimento prévio e a necessidade fisiológica para obter recursos (WADDINGTON, 1983; DA SILVA *et al.*, 2013). Por sua vez, os fatores extrínsecos estão relacionados à fenologia e biologia floral da planta, ou seja, parâmetros bióticos como cor, formato, densidade floral, distribuição dos recursos no ambiente e competição por recursos florais e físicos como as condições ambientais da área de forrageio (ROUBIK, 1989; DA SILVA *et al.*, 2013).

Os estudos faunísticos são de extrema importância para o conhecimento das relações entre os seres vivos (ANACLETO; MAECHINI, 2005). Até as décadas de 80 e 90, as relações mutualísticas entre flores e visitantes vinham sendo tratadas apenas com objetivo de descrever os padrões de estrutura das comunidades de visitantes e a sua flora associada, fornecendo, portanto, duas listas de espécies, sem considerar as interações entre elas (CAMILLO; GARÓFALO, 1989; MARTINS, 1995; CARVALHO, 1999). Apesar da importância desses estudos, principalmente porque permitem análises comparativas dos padrões espaço-temporais das comunidades, eles não analisam profundamente as interações entre as espécies como fator importante na organização destes padrões (LEWINSOHN *et al.*, 2006). Na natureza, as populações não ocorrem de maneira isolada e a dinâmica das mesmas depende diretamente do modo como às espécies interagem (JORDANO *et al.*, 2006).

Por esse motivo, a rede de interação tem sido utilizada para analisar a relação planta-polinizador e demonstrar a presença de mutualismo especialista e generalista na comunidade

(MEMMOTT, 1999; VÁZQUEZ; SIMBERLOFF, 2002; BASILIO *et al.*, 2006). Estas redes são descrições das interações observadas que ocorrem entre plantas e visitantes florais em um determinado local e tempo (OLESEN; JORDANO 2002).

Na última década, muitos estudos foram realizados com guildas dos visitantes florais a partir da abordagem das redes (BASCOMPTE; JORDANO, 2007; PIGOZZO; VIANA, 2010; SANTOS; AGUIAR; MELO, 2010). Essas metodologias têm revelado diferentes propriedades, além da detecção de padrões de organização das comunidades (BASCOMPTE *et al.*, 2003). Em geral, as redes mutualísticas se apresentam com padrão aninhado, no qual espécies especialistas interagem preferencialmente com espécies generalistas (JORDANO, 1987; VÁZQUEZ & AIZEN, 2004; LEWINSOHN; LOYOLA; PRADO, 2006; JORDANO; BASCOMPTE; OLESEN, 2006).

Desta forma, o monitoramento das espécies permite quantificar as flutuações sazonais nas frequências de indivíduos, pois os visitantes florais são considerados essenciais para a conservação dos ecossistemas, funcionando como bioindicadores da qualidade ambiental, o que os torna imprescindíveis nos processos de manutenção das comunidades naturais (REYES-NOVELO *et al.*, 2009; KÖHLER, 2010). A identificação dessas espécies chave possibilita verificar as preferências destas por habitats e/ou recursos florais, bem como, o modo de organização das comunidades (VIANA, 1999).

Segundo Melo (2007), em um estudo de revisão da riqueza de espécies de abelhas para cada um dos estados brasileiros, com base na distribuição de cada espécie, uma porcentagem pequena das espécies é conhecida para cada estado da Amazônia Legal: Pará (apenas 48% de espécies de abelhas conhecidas), Amazonas (39%), Amapá (29%), Maranhão (24%), Rondônia (23%), Acre (19%) e Roraima e Tocantins (com apenas 7% das espécies conhecidas cada). E um dos fatores que contribuem para que no Maranhão tenha apenas 24% da fauna de abelhas conhecida é a carência de pesquisas nos municípios que compõem a Amazônia Maranhense (MARTINS; OLIVEIRA, 2011), assim como, o constante desmatamento da flora.

No Maranhão, a maioria dos estudos foram feitos a partir de levantamento de abelhas em flor (RÊGO; BRITO, 1996; PEREIRA, 1998; SILVA; REBELO, 1999; ALBUQUERQUE; MENDONÇA, 1999; RÊGO *et al.*, 2000; ALBUQUERQUE *et al.*, 2001) entre estes trabalhos somente (GOSTINSKI, 2011) considerou a relação abelha-planta analisando as guildas dos visitantes florais a partir da abordagem das redes de interação.

De maneira geral, o conhecimento sobre a fauna de abelhas da região amazônica ainda apresenta grandes lacunas (DE MELO, 2006). Poucas coletas sistematizadas foram feitas

desde os estudos pioneiros de Adolpho Ducke no início do século (DUCKE, 1906) e a taxonomia de muitos grupos ainda foi pouco trabalhada. Apesar disso, alguns grupos de abelhas presentes na fauna amazônica são suficientemente estudados para permitir sua utilização como indicadores de Biodiversidade (MELO, 2006).

Portanto, a realização de novos levantamentos e identificação das espécies encontradas e sua relação com as plantas é um importante passo para conhecer os polinizadores e traçar estratégias de exploração racional e conservação dos recursos biológicos encontrados nas comunidades vegetais e animais (KEVAN; BAKER, 1983; MATHESON *et al.*, 1996; PROCTOR *et al.*, 1996), pois tais informações são necessárias à avaliação de impactos decorrentes de atividades antrópicas e, também, à adoção de técnicas eficientes de manejo e conservação (KLINK; MACHADO, 2005), que possibilita estratégias futuras para a utilização racional da fauna apícola e vegetal.

## 2. OBJETIVOS

### *Gerais*

Conhecer a fauna de abelhas e as interações com a flora de um remanescente de Floresta Amazônica, no município de Cururupu, localizado na região ocidental do Maranhão.

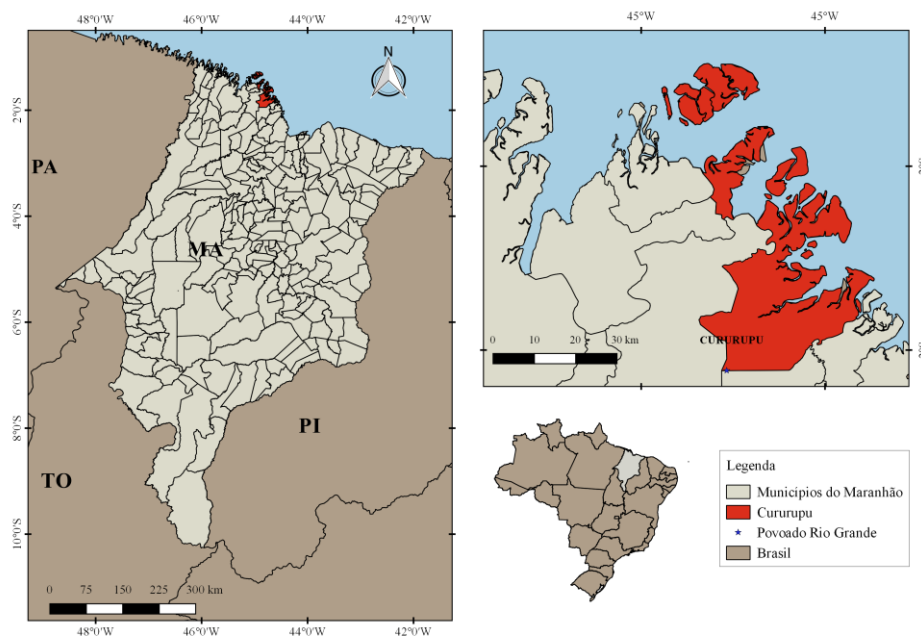
### *Específicos*

- ✓ Determinar a riqueza, abundância e diversidade das abelhas amostradas em uma área de floresta;
- ✓ Analisar a influência de fatores abióticos na atividade de forrageio das abelhas;
- ✓ Conhecer a riqueza das plantas utilizada pelas abelhas no forrageio;
- ✓ Avaliar a interação abelha-planta;
- ✓ Estabelecer o padrão para a rede de interação.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### Área de estudos

O estudo foi realizado em uma área de Floresta Amazônica, no povoado de Rio Grande, município de Cururupu, em área de 20.000m<sup>2</sup> (01°56'42"S, 44°54'52"W), num remanescente de Floresta Amazônica inserida na parte ocidental do Estado do Maranhão, a 465 Km de São Luís, capital do estado. A vegetação predominante é de mangue no litoral, e floresta perenifólia aberta sobre solo areno-quartzoso (IBGE 2002). Este município é parte da Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses que ocupa cerca de 2.600 ha na região noroeste do estado. A APA das Reentrâncias foi criada pelo decreto nº 11.901 de 11 de junho 1991 e abrange outros 16 municípios da região (SEMA 2011).



**Figura 1:** Localização geográfica no estado do Maranhão, em destaque: A) APA Reentrâncias Maranhenses, pontilhado em azul, e município de Cururupu, região noroeste do estado; B) Imagem ampliada do município de Cururupu.



**Figura 2:** Aspecto geral da área de coleta, situado no município de Cururupu – MA.



### *Amostragem das abelhas*

As coletas foram realizadas de agosto/2015 a agosto/2016, em uma área pré-selecionada utilizando-se o método de Sakagami *et al.*, (1967), com algumas modificações, que consiste na captura de abelhas encontradas sobre as flores, em voo e substrato. A amostragem do mês de março/2016 não foi feita por causa dos elevados índices pluviométricos na área impossibilitando a coleta. Os espécimes foram coletados com o auxílio de rede entomológica e sacrificadas em câmara mortífera contendo acetato de etila, e só então removidas para saquinhos de papel devidamente identificados com data, hora, planta visitada, substrato (lama, resina, folha) ou em voo.

As coletas foram realizadas mensalmente, por um único coletor em dois dias consecutivos das 6:00h as 18:00h. Durante o período de amostragem, foi percorrida uma área de 1 Km<sup>2</sup> previamente demarcada, a qual cobriu parte representativa do ambiente como: vegetação arbustiva, semi-arbustiva, rasteira e típicas de floresta com árvores de grande, médio e pequeno porte. A cada dia o coletor percorreu metade da área amostral (500 m), totalizando assim um esforço amostral de 24 horas por coleta (288h total).

### *Identificação das abelhas*

No laboratório, as abelhas foram montadas em alfinetes entomológicos e etiquetadas com os dados referentes à captura (código, data, horário e nome da planta visitada). E em um primeiro momento separadas em nível de morfoespécie e posteriormente identificadas em nível específico com o auxílio de chaves de identificação (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002) e especialistas da área (Ana Carolina Alves Malheiros Araújo - UFMA, José Eustáquio Santos Junior - UFMG, Denílson Costa Martins - UFMA, Gracy Chrisley Alencar Carvalho - UFMA, Patrícia Maia Correia de Albuquerque - UFMA). Após a finalização do projeto as abelhas foram tombadas e depositadas na coleção Entomológica do Laboratório de Estudo sobre Abelhas da UFMA (LEACOL).

### *Identificação das Plantas*

Em campo, foram coletadas e prensadas as partes aéreas como flores, botões florais e folhas das plantas visitadas pelas abelhas. No laboratório, foram colocadas em estufa de secagem a 40°C, por 48 horas, e em seguida, foram montadas em exsiccatas. As amostras foram depositadas no Herbário MAR-UFMA para serem tombadas e identificadas em nível específico de família, gênero e espécie por especialista da área.

### *Análise dos Dados*

Foram calculados os índices faunísticos referentes a Dominância, Frequência e Constância das espécies na comunidade mediante o programa ANAFAU (MORAES *et al.*, 2003).

O índice de dominância expressa a capacidade da espécie em se modificar, e o impacto recebido do ambiente, pode assim causar o aparecimento ou desaparecimento de outros organismos (Silveira Neto *et al.* 1976). Este índice é uma característica difícil de ser avaliada quantitativamente, pois depende da atividade desempenhada pela espécie na comunidade. E a espécie, só é considerada dominante quando o Limite Inferior for maior que o Limite superior em relação ao número de indivíduos de cada espécie, segundo o método de Kato *et al.*, (1952), referido por Laroca & Mielka (1975).

#### Limite Superior

$$LS = \frac{n1 \times Fo}{n2 + (n1)} \times 100$$

LS = Limite Superior;

$$n1 = 2(K + 1);$$

$$n2 = 2(N - K + 1);$$

Fo = valor de F a 5% de probabilidade;

K = número de indivíduos de cada espécie;

#### Limite Inferior

$$LI = \frac{I - (n1 \times Fo)}{n2 + (n1)} \times 100$$

LI = Limite inferior

$$n1 = 2(N - K + 1);$$

$$n2 = 2(K + 1);$$

Fo – valor de F a 5% de probabilidade;

N = número total de indivíduos coletados;

K = número de indivíduos de cada espécie;

A frequência é calculada mediante a participação percentual do número de indivíduos de cada espécie, em relação ao total de indivíduos coletados, aplicando a fórmula:  $f = (n \div N) \times 100$ , onde  $f$  = frequência,  $n$  = número de cada espécie e  $N$  = número total de indivíduos coletados durante cada mês (SILVEIRA NETO; NAKANO; VILANOVA, 1976; GIUSTOLIN *et al.*, 2009). Já em relação a constância, esta é calculada mediante a porcentagem de ocorrência das espécies no levantamento, conforme a fórmula:  $C = (p \div N) \times 100$ , onde  $C$  = a porcentagem da constância,  $p$  = número de coletas contendo a espécie e  $N$  = número total de coletas efetuadas (SILVEIRA NETO; NAKANO; VILANOVA, 1976; SANTOS; MARQUES 1996; GIUSTOLIN *et al.*, 2009).

Foram estabelecidas classes de frequência para cada espécie, por meio de Intervalos de Confiança (IC) a 5% de probabilidade: pouco frequente (PF) =  $f <$  que o limite inferior (LI) do IC5%; frequente (F) =  $f$  situado dentro do IC5%; muito frequente (MF) =  $f >$  o limite superior (LS) do IC5% (SANTOS *et al.*, 2004). A constância foi estabelecida segundo Silveira Neto *et al.*, (1976): constante (W)  $>50\%$ , acessória (Y) 25-50% e acidental (Z)  $<25\%$ , e a dominância (D) foi definida, quando o limite inferior do seu intervalo de confiança (KATO; MATSUDA; AMASHHITA, 1952) for maior que o inverso do número total de espécies multiplicado por 100, conforme Laroca & Mielka (1975).

O índice de diversidade das espécies foi calculado pelo método de Shannon-Wiener ( $H'$ ) dado pela fórmula:  $(H') = \sum p_i \cdot \log p_i$ , onde  $H'$  é o componente da “riqueza de espécies” e  $p_i$  é a proporção de indivíduos ( $f_i/N$ ) correspondentes à  $i$ -ésima espécie, sendo  $f_i$  o número de indivíduos da espécie  $i$  e  $N$  o número total de espécies na amostra. O índice de equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) foi calculado pela fórmula  $J' = H'/H'_{\max}$ , onde  $H'_{\max}$  é o logaritmo do número total de espécies na amostra (LUDWIG; REYNOLDS, 1988). Estas análises foram realizadas no programa PAST versão 3.15 (Paleontological Statistics) (HAMMER, 2017).

A suficiência amostral foi avaliada por meio dos estimadores Jack (1 e 2) que são baseados na abundância (abundância aqui quantifica raridade – ou o número de singletons/doubletons – ou o número de espécies representadas por somente 1 ou 2 indivíduos, respectivamente), assim com Chao1 e Bootstrap que são baseados respectivamente na abundância e incidência de espécies (COLWELL; CODDINGTON, 1994; COLWELL, 2004). Para tanto estes estimadores foram gerados no programa Estimates (COLWELL, 2013).

Os fatores abióticos pluviosidade e temperatura foram obtidos mediante dados da estação de monitoramento de Turiaçu-MA, que é disponibilizada pelo Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP, 2017).

### *Rede de Interação*

Para estabelecer a rede de interação levamos em consideração a conectância (C), que mede o número de interações observadas em relação ao número de interações possíveis:  $C = E/A.P$ ; E = interações observadas; A = número de espécies de abelhas; e P = número de espécies de plantas (PIGOZZO; VIANA, 2010). As interações possíveis foram dadas a partir da multiplicação do número de espécies de abelhas (A) pelo número de espécies de plantas (P). E as interações realizadas dada pela soma de todas as interações.

O grau (Interações) médio das plantas foi obtido a partir da média aritmética de todas as interações realizadas pelas espécies botânicas em relação as abelhas. O mesmo princípio foi feito para estabelecer o grau médio dos animais. Já a distribuição dos graus foi realizada a partir de gráficos de barra vertical, observando que os eixos x representassem o número de interações estabelecidas (grau), e nos eixos y o número de espécies (planta ou animal) que apresentaram determinado grau (PIGOZZO; VIANA, 2010).

Além da detecção de padrões, outros estudos têm como característica investigar as propriedades funcionais das redes de interações, como no caso a conectância que é dada pela razão entre o número de interações interespecíficas existentes e o número total dessas interações possíveis, medindo assim, o percentual de interações que ocorrem em uma rede e revela a coesão desta unidade. De acordo com Scarano & Dias (2004) essa propriedade, em conjunto com a diversidade de espécies e a força das interações compõem a complexidade de uma comunidade. E os resultados apresentados por Biesmeijer *et al.*, (2005) sugerem que as propriedades das redes parecem ser mais relevantes do que a própria identidade das espécies, pois o sistema se mantém funcionando independente da sua composição, uma vez que os processos são mantidos mesmo diante de mudanças na composição das comunidades.

Em geral, as redes de polinizadores são representadas como grafos bipartidos, onde os animais e as plantas são representados em grupos separados frente a frente, e nesta representação, todas as ligações ocorrem obrigatoriamente entre vértices (ou espécies) de classes diferentes (LEWINSOHN *et al.*, 2006).

Para analisar qual o grau de aninhamento da rede de interações, foi utilizado os índices N e o NODF (*Nestedness metric based on Overlap and Decerasing Fill*), sendo que N (métrica proposta por BASCOMPTE *et al.*, 2003) foi obtido através do índice  $T : N = (100-$

T)/100, que varia de 0 a 1, quando mais próximo de 1, maior o aninhamento. Enquanto que o índice NODF é uma métrica baseada na sobreposição e conectância decrescente que varia de 0 a 100, sendo que valores próximos a 100 demonstra uma estrutura altamente aninhada (ALMEIDA-NETO *et al.*, 2008), no entanto as interações podem demonstrar um NODF baixo, porém com topologia significativamente aninhada. E este aninhamento é um tipo específico de interação assimétrica formada por espécies mais conectadas formando um núcleo e por espécies com poucas interações, que comumente estão conectadas a um subconjunto dos parceiros do grupo com mais interações (BASCOMPTE *et al.*, 2003). A importância da métrica NODF foi estimada com o procedimento de Monte Carlo, por aleatorizar a amostra em 1000 no software Aninhado (GUIMARAES JR; GUIMARAES, 2006).

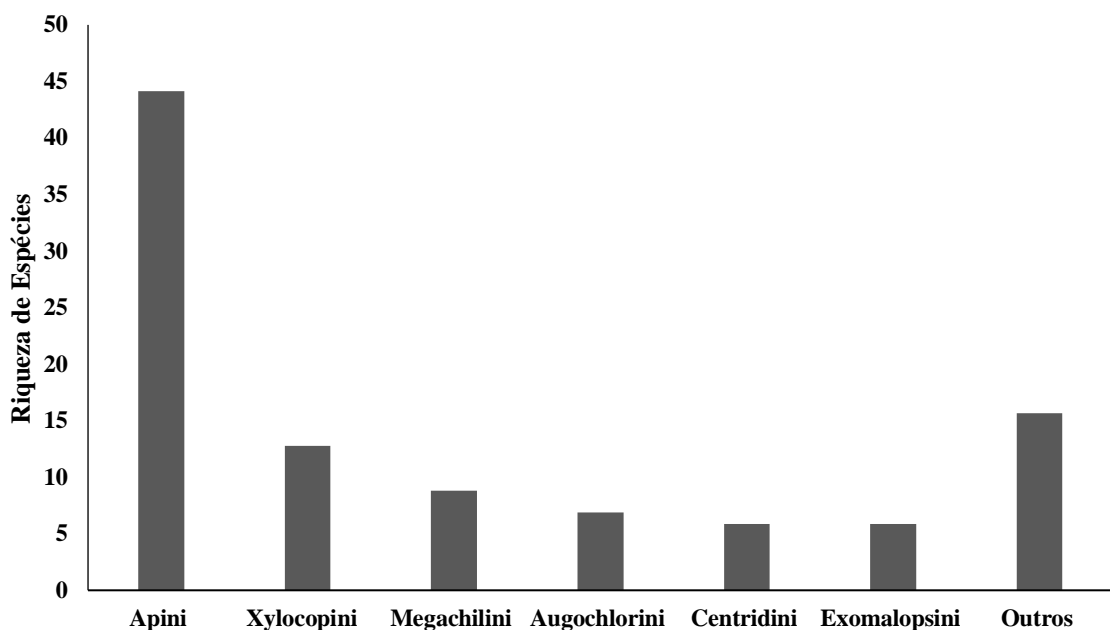
A partir da matriz ponderada, que traz dados de abundância das espécies vegetais em relação a espécies de visitantes florais, foi gerado o grafo bipartido, no programa R (“R: The R Project for Statistical Computing”, 2017) utilizando o pacote de dados bipartite.

#### 4. RESULTADOS

##### *Abundância e Riqueza*

Durante os doze meses de coletas foram capturados 2568 indivíduos, distribuídos em 102 espécies, 17 tribos e 43 gêneros, compreendidos em três famílias: Apidae, Halictidae e Megachilidae (Classificação segundo SILVEIRA et al. 2002) (Tabela 1). Um total de 88,24% dos espécimes foram capturados em flores e somente 11,76 % foi coletado no substrato (lama, resina, folha ou em voo).

A maior abundância de indivíduos e riqueza de espécies foi encontrada dentro da família Apidae (96,03% dos indivíduos e 80,39% das espécies), seguida de Halictidae (3,12% e 8,39%) e Megachilidae (0,86% e 10,78%). Observando a distribuição das espécies em relação as tribos, Apini sobressaiu-se com 44,1% das espécies seguida por Xylocopini com 17,7% (Figura 3).



**Figura 3:** Distribuição do número de espécies por tribo de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) coletadas em uma área de Floresta Amazônica, durante o período de agosto/2015 a agosto/ 2016 no município de Cururupu, MA.

**Tabela 1:** Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) coletadas de agosto/2015 a agosto de 2016 em remanescente de Floresta Amazônica, localizada no Município de Cururupu Estado do Maranhão (Classificação baseada em **Silveira et al 2002**).

Família/Subfamília Tribo	Espécies	Total (%)	Dominância	Frequência	Constância
<b>APIDAE</b>					
<b>APINAE</b>					
<b>Apini</b>					
<b>Apina</b>	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	13,40	D	MF	W
<b>Bombina</b>	<i>Bombus (Thoracobombus) brevivillus</i> Franklin, 1915	0,51	D	F	Y
<b>Euglossina</b>	<i>Eufriesea concava</i> (Friese, 1899)	0,04	ND	PF	Z
	<i>Eufriesea fallax</i> (Smith, 1854)	0,04	ND	PF	Z
	<i>Euglossa (Euglossella) decorata</i> Smith, 1874	0,04	ND	PF	Z
	<i>Euglossa (Glossura) piliventris</i> Guérin, 1844	0,12	ND	PF	Y
	<i>Euglossa (Glossuropoda) intersecta</i> Latreille, 1817	0,04	ND	PF	Z
	<i>Euglossa</i> sp1	0,35	D	PF	Y
	<i>Eulaema (Apeulaema) cingulata</i> (Fabricius, 1804)	0,66	D	F	Y
	<i>Eulema</i> sp1	0,16	ND	PF	Y
<b>Meliponina</b>	<i>Cephalotrigona femorata</i> (Smith, 1854)	2,14	D	MF	W
	<i>Friesella</i> sp	0,16	ND	PF	Y
	<i>Frieseomelitta portoi</i> (Friese, 1900)	0,16	ND	PF	Y
	<i>Frieseomelitta</i> sp2	0,12	ND	PF	Y
	<i>Frieseomelitta</i> sp3	0,08	ND	PF	Z
	<i>Geotrigona aequinoctialis</i> (Ducke, 1925)	1,79	D	MF	W
	<i>Melipona (Eomelipona) amazonica</i> Schulz, 1905	0,86	D	F	Y
	<i>Melipona (Eomelipona) puncticollis</i> Friese, 1902	1,75	D	MF	W
	<i>Melipona (Melikerria) fasciculata</i> Smith, 1854	0,70	D	F	W

<b>Família/Subfamília Tribo</b>	<b>Espécies</b>	<b>Total (%)</b>	<b>Dominância</b>	<b>Frequência</b>	<b>Constância</b>
<b>Meliponina</b>	<i>Melipona (Michmelia) rufiventris</i> Lepelletier, 1836	3,70	D	MF	W
	<i>Nannotrigona</i> sp1	2,18	D	MF	W
	<i>Nannotrigona</i> sp2	2,92	D	MF	Y
	<i>Nannotrigona</i> sp3	0,04	ND	PF	Z
	<i>Oxytrigona daemoniaca</i> Camargo, 1984	0,04	ND	PF	Z
	<i>Oxytrigona</i> sp1	0,04	ND	PF	Z
	<i>Oxytrigona</i> sp2	0,27	D	PF	Y
	<i>Paratrigona</i> sp1	0,58	D	F	Y
	<i>Paratrigona</i> sp2	0,27	D	PF	Y
	<i>Partamona</i> sp1	0,74	D	F	W
	<i>Partamona</i> sp2	2,61	D	MF	W
	<i>Partamona</i> sp3	0,04	ND	PF	Z
	<i>Plebeia</i> sp1	0,12	ND	PF	Z
	<i>Plebeia</i> sp2	0,12	ND	PF	Z
	<i>Scaptotrigona</i> sp	0,12	ND	PF	Y
	<i>Scaura</i> sp	0,70	D	F	W
	<i>Tetragona clavipes</i> (Fabricius, 1804)	11,53	D	MF	W
	<i>Tetragona dorsalis</i> (Smith, 1854)	0,08	ND	PF	Z
	<i>Trigona amazonensis</i> (Ducke, 1916)	0,04	ND	PF	Z
	<i>Trigona branneri</i> Cockerell, 1912	18,69	D	MF	W
	<i>Trigona fuscipennis</i> Friese, 1900	0,04	ND	PF	Z
	<i>Trigona guianae</i> Cockerell, 1910	6,78	D	MF	W
	<i>Trigona hypogea</i> Silvestri, 1902	0,04	ND	PF	Z
	<i>Trigona pallens</i> (Fabricius, 1798)	9,03	D	MF	W
	<i>Trigonisca bidentata</i> Albuquerque & Camargo, 2007	0,35	D	PF	Z
	<i>Trigonisca intermedia</i> moure, 1990	0,08	ND	PF	Z
<b>Centridini</b>	<i>Centris (Heterocentris)</i> sp1	0,04	ND	PF	Z
	<i>Centris (Heterocentris)</i> sp2	0,08	ND	PF	Z



<b>Família/Subfamília Tribo</b>	<b>Espécies</b>	<b>Total (%)</b>	<b>Dominância</b>	<b>Frequência</b>	<b>Constância</b>
<b>Centridini</b>	<i>Centris (Melacentris) sp1</i>	0,23	D	PF	Y
	<i>Centris (Melacentris) sp2</i>	0,04	ND	PF	Z
	<i>Centris (Ptilotopus) sp1</i>	0,04	ND	PF	Z
	<i>Centris (Ptilotopus) sp2</i>	0,04	ND	PF	Z
<b>Emphorini</b>	<i>Ancyloscelis sp1</i>	0,04	ND	PF	Z
	<i>Ancyloscelis sp2</i>	0,43	D	PF	W
	<i>Melitoma sp</i>	0,78	D	F	W
<b>Ericrocidini</b>	<i>Mesoplia sp</i>	0,08	ND	PF	Z
<b>Eucerini</b>	<i>Florilegus sp</i>	1,64	D	MF	Y
<b>Exomalopsini</b>	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) analis</i> Spinola, 1853	0,27	D	PF	Y
	<i>Exomalopsis (Phanomalopsis) sp1</i>	0,27	D	PF	Y
	<i>Exomalopsis (Phanomalopsis) sp2</i>	0,04	ND	PF	Z
	<i>Exomalopsis (Phanomalopsis) sp3</i>	0,04	ND	PF	Z
	<i>Exomalopsis (Phanomalopsis) sp4</i>	0,04	ND	PF	Z
<b>Isepeolini</b>	<i>Isepeolus sp1</i>	0,04	ND	PF	Z
	<i>Isepeolus sp2</i>	0,04	ND	PF	Z
<b>Proteopolini</b>	<i>Leiopodus lacertinus</i> Smith, 1854	0,16	ND	PF	Y
<b>Tapinotaspidini</b>	<i>Paratetrapedia sp1</i>	0,04	ND	PF	Z
	<i>Paratetrapedia sp2</i>	0,04	ND	PF	Z
<b>Tetrapediini</b>	<i>Tetrapedia sp1</i>	2,80	D	MF	W
	<i>Tetrapedia sp2</i>	0,12	ND	PF	Y

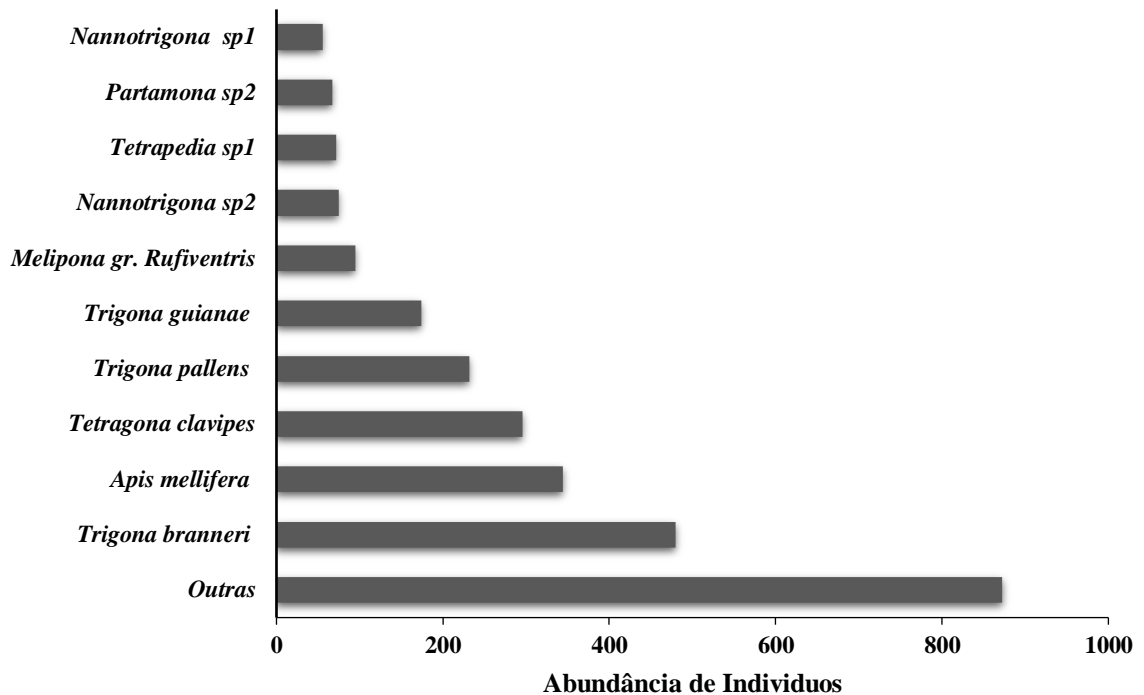
<b>Família/Subfamília Tribo</b>	<b>Espécies</b>	<b>Total (%)</b>	<b>Dominância</b>	<b>Frequência</b>	<b>Constância</b>
<b>NORMADINAE</b>					
<b>Brachynomadini</b>	<i>Brachynomada</i> sp	0,23	D	PF	Y
<b>XYLOCOPINAE</b>					
<b>Ceratinini</b>	<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp1	0,04	ND	PF	Z
	<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp2	0,12	ND	PF	Y
	<i>Ceratina (Crewella)</i> sp1	0,47	D	F	Y
	<i>Ceratina (Crewella)</i> sp2	0,93	D	F	W
	<i>Ceratina (Crewella)</i> sp3	0,04	ND	PF	Y
	<i>Ceratina (Crewella)</i> sp4	0,12	ND	PF	Z
	<i>Ceratina (Crewella)</i> sp5	0,08	ND	PF	Z
	<i>Ceratina (Crewella)</i> sp6	0,12	ND	PF	Z
	<i>Ceratina</i> sp	0,08	ND	PF	Z
<b>Xylocopini</b>	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)	1,71	D	MF	W
	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta</i> Moure & Camargo, 1988	0,08	ND	PF	Z
	<i>Xylocopa (Schonherria) muscaria</i> (Fabricius, 1775)	0,43	D	PF	Y
<b>HALICTIDAE</b>					
<b>HALICTINAE</b>					
<b>Augochlorini</b>	<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp1	0,39	D	PF	Y
	<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp2	0,19	ND	PF	Y
	<i>Augochloropsis</i> sp	1,17	D	F	W
	<i>Megalopta amoena</i> (Spinola, 1853)	0,31	D	PF	Y
	<i>Megalopta sodalis</i> (Vachal, 1904)	0,08	ND	PF	Z
	<i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius, 1804)	0,04	ND	PF	Z
	<i>Xenochlora nigrofemorata</i> (Smith, 1879)	0,08	ND	PF	Z

<b>Família/Subfamília Tribo</b>	<b>Espécies</b>	<b>Total (%)</b>	<b>Dominância</b>	<b>Frequência</b>	<b>Constância</b>
<b>Halictini</b>	<i>Dialictus</i> sp	0,47	D	F	Y
	<i>Halictini</i> sp	0,35	D	PF	Y
<b>MEGACHILIDAE</b>					
<b>MEGACHILINAE</b>					
<b>Anthidiini</b>	<i>Hypanthidium</i> sp	0,19	ND	PF	Z
<b>Lithurgini</b>	<i>Megachile (Lithurgini)</i> sp	0,04	ND	PF	Z
<b>Megachilini</b>	<i>Megachile (Acentron)</i> sp	0,04	ND	PF	Z
	<i>Megachile (Autromegachile)</i> sp	0,08	ND	PF	Z
	<i>Megachile (Pseudocentron)</i> sp1	0,19	ND	PF	Y
	<i>Megachile (Pseudocentron)</i> sp2	0,04	ND	PF	Z
	<i>Megachile (Pseudocentron)</i> sp3	0,04	ND	PF	Z
	<i>Megachile (Pseudocentron)</i> sp4	0,04	ND	PF	Z
	<i>Megachile (Pseudocentron)</i> sp5	0,04	ND	PF	Z
	<i>Megachile (Sayapis)</i> sp	0,12	ND	PF	Y
	<i>Megachile (Melanosarus)</i> sp	0,04	ND	PF	Z

PF = pouco frequente; F = frequente: f entre os limites do IC5%; MF = muito frequente: f > limite superior (LS) do IC5%; W = espécies constantes; Y = espécies acessórias;

Z = espécies acidentais; ND = espécie não dominante; D = dominante.

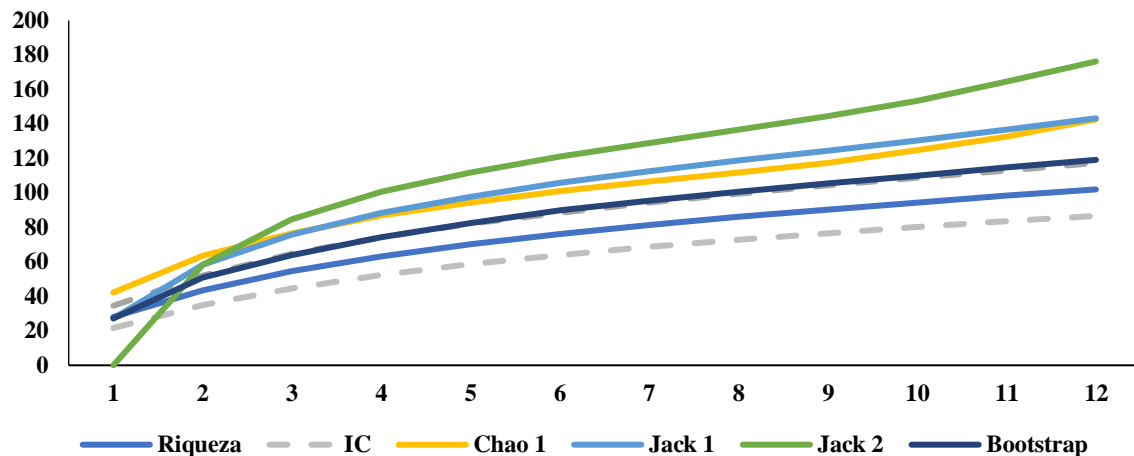
As espécies mais representativas foram *Trigona branneri* (18,69% dos indivíduos), *Apis mellifera* (13,40%) e *Tetragona clavipes* (11,53%) (Figura 4). As três espécies foram capturadas praticamente todos os meses do ano, com um percentual considerável de indivíduos no forrageamento das plantas.



**Figura 4:** Espécies mais abundantes presentes no Município de Cururupu - MA, no período de agosto/2015 a agosto/2016.

A distribuição das espécies por Dominância indicou que 60,8% foram classificadas como não dominante (ND), enquanto que apenas 39,2% foi dominante (D), sendo que nenhuma das espécies apresentou o caráter super-dominante segundo o método de Kato *et al.*, (1952) referido por Laroca & Mielka (1975). Com relação a frequência, 73,5% das espécies foram classificadas como pouco frequente (PF), seguida de 14,7% muito frequente (MF) e 11,8% frequente (F). Em referência a constância, 50% das espécies foi considerada acidental (Z), 30% acessória (Y) e 20% constante (W).

A curva de acumulação do presente trabalho não estabilizou (Figura 5). Observou-se que durante os primeiros meses houve um número significativo de espécies capturadas e depois uma oscilação na abundância devido ao período chuvoso, com um leve aumento nas últimas unidades amostrais.



**Figura 5:** Curva do Coletor para amostras de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) coletadas em uma área de Floresta Amazônica na região do Município de Cururupu - MA: agosto/2015 a agosto/2016.

Os índices de diversidade e equitabilidade obtidos resultaram nos seguintes valores: Shannon-Wiener ( $H'$ ) = 3,08 e Pielou ( $J'$ ) = 0,66, indicando uma ampla riqueza e homogeneidade de abelhas no município de Cururupu – MA.

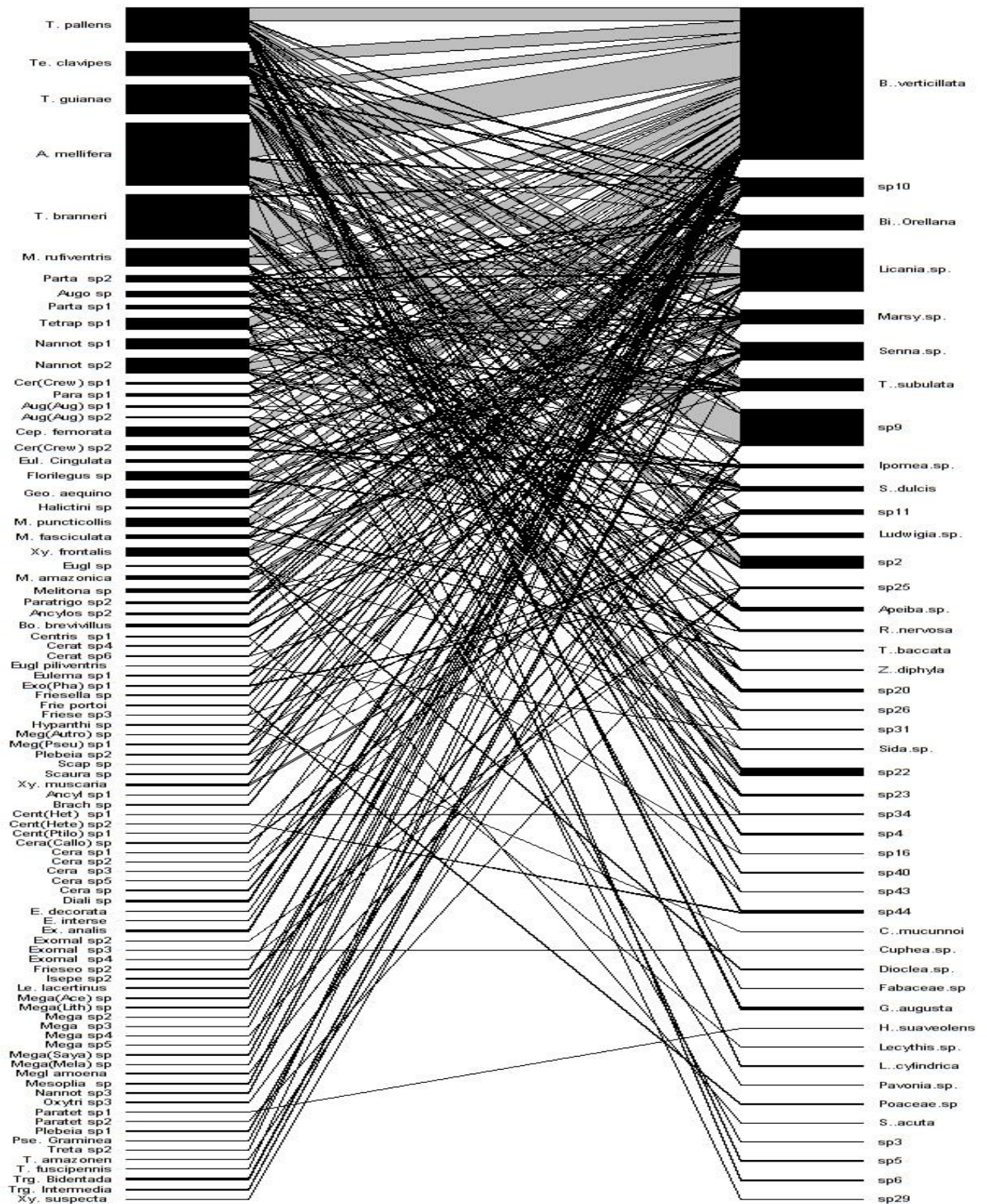
#### *Rede de interação abelha-planta*

A rede de interação do presente estudo foi composta por 1888 indivíduos, 90 espécies de abelhas (A) e 45 de plantas (P) (Figura 6), sendo teoricamente, possíveis 4.050 interações abelha-planta. No entanto, somente 273 interações (E) foram observadas, apresentando, portanto, uma conectância de 6,7% ( $C=0,067$ ). A partir dos índices N (96,74) e NODF (12,81) é demonstrado um aninhamento da rede (Figura 7).

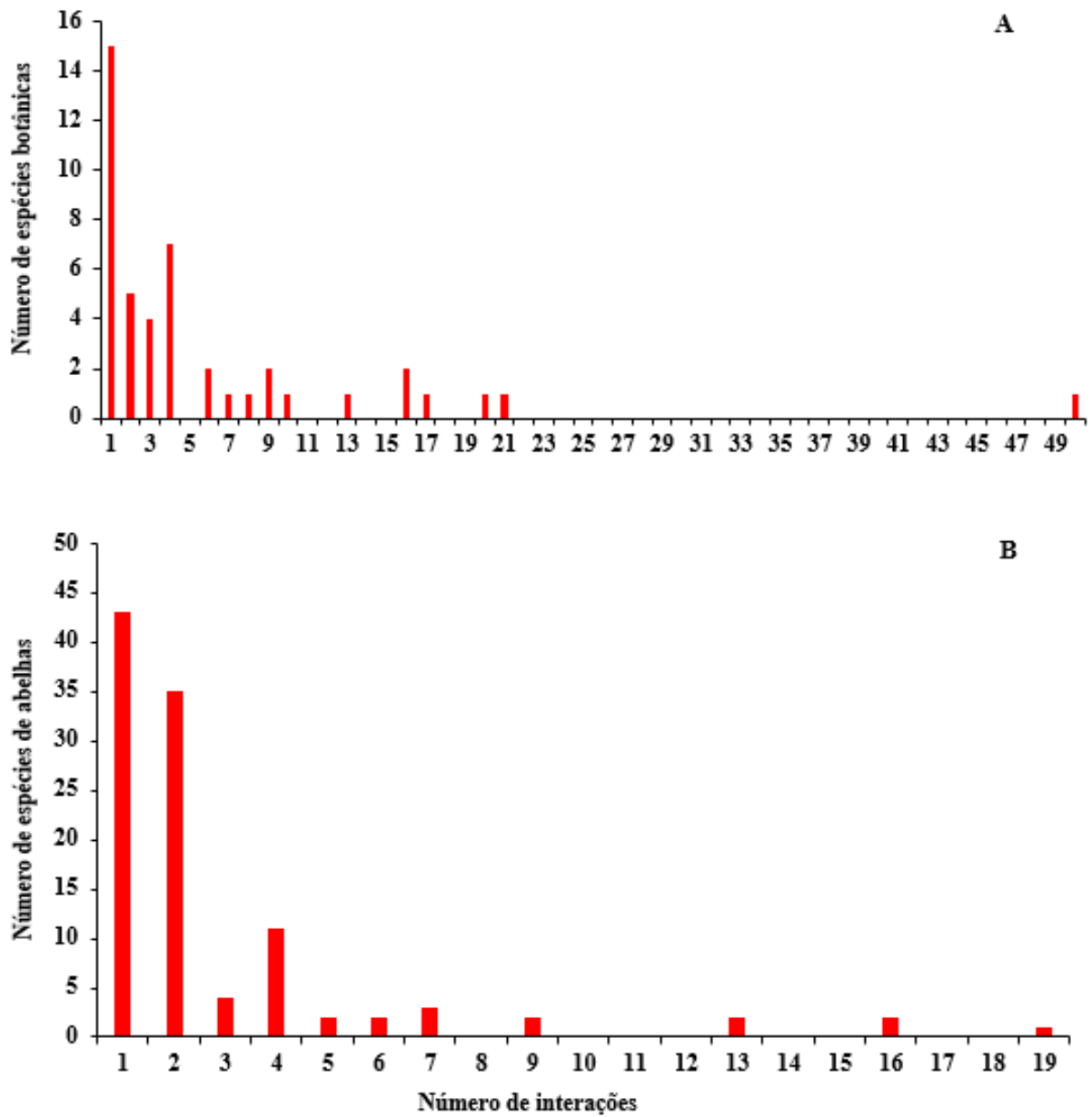
O número de interações botânicas variou de 1 a 50 (Figura 7A). Das 45 espécies vegetais, 15 receberam a visita de uma única espécie de abelha. Enquanto que apenas uma espécie botânica recebeu a visita de 50 das 90 espécies de abelhas encontradas na comunidade. Por outro lado, o número de interações das abelhas variou de 1 a 19 (Figura 7B). Quase metade (43spp.) das espécies de abelhas visitaram somente uma espécie vegetal, e 35 dessas espécies visitaram duas das 45 espécies vegetais coletadas. Destacando-se que em apenas três espécies concentraram-se o maior número de interações botânicas, *Trigona pallens*, *Tetragona clavipes* e *Trigona guianae* (19, 16 e 16 respectivamente).

O maior número de interações abelha-planta foi concentrado em apenas cinco espécies *Trigona pallens* (E=19), *Tetragona clavipes* (E=16), *Trigona guianae* (E=16), *Apis mellifera* (E=13) e *Trigona branneri* (E=13). Enquanto as demais espécies apresentaram interação inferior a 10. Do ponto de vista da comunidade vegetal, sete espécies concentraram o maior

número de interações : *Borreria verticillata* (E=50), sp10 (E=21), *Bixa orellana* (E=20), *Licania* sp. (E=17), *Marsypianthes* sp. (E=16) e *Senna* sp. (E=16).



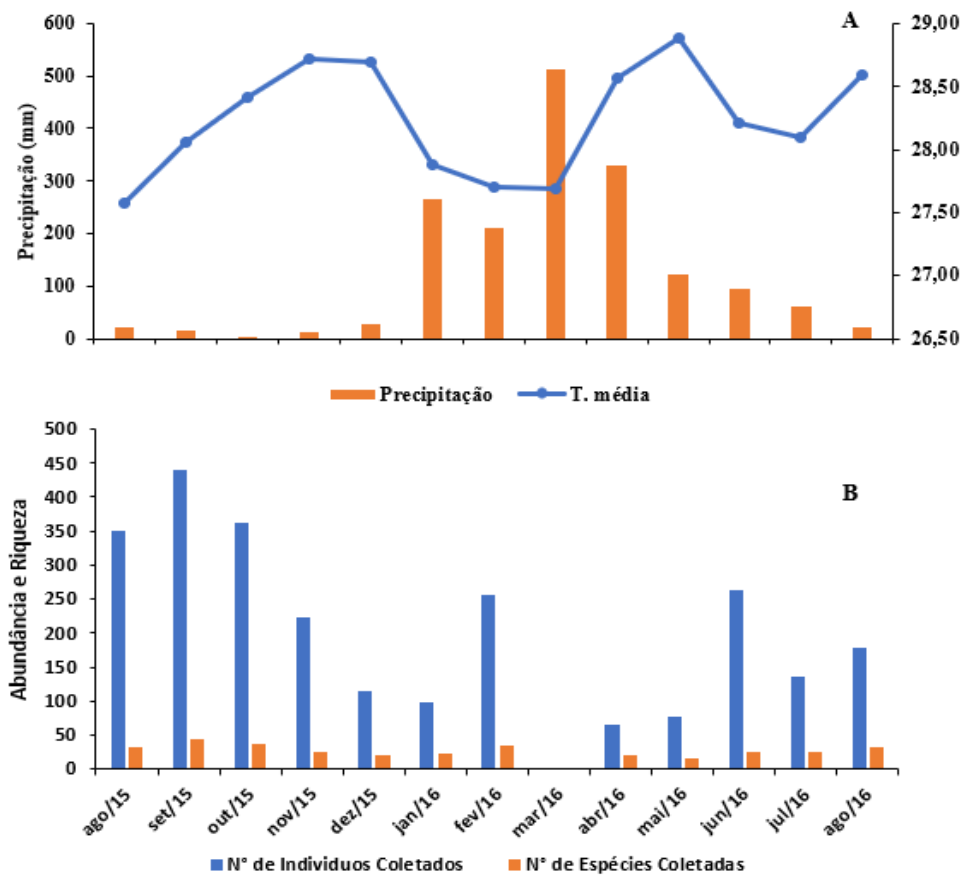
**Figura 6.** Rede de interação abelha-planta relacionada ao município de Cururupu-MA. Os retângulos representam as espécies, as abelhas estão representadas à esquerda e as plantas à direita. A largura do triângulo é proporcional ao número de visitas observada, e a largura das linhas proporcional ao número de visitas.



**Figura 7.** Número de interações estabelecidas entre as espécies de abelhas (A) e espécies vegetais (B) relacionada no município de Cururupu-MA, no período de agosto/2015 a agosto/2016.

### Frequência Mensal

Os visitantes florais mantiveram-se ativos durante todo ano (Figura 8B), observando-se que houve uma relação nítida entre os parâmetros climáticos e as atividades anuais das abelhas, com uma maior concentração de abundância e riqueza em períodos com menor nível de precipitação (Figura 8A), principalmente os meses de setembro e outubro.



**Figura 8:** (A) Dados abióticos de Precipitação e Temperatura, do Município de Cururupu –MA no período de agosto/2015 a agosto/2016. Dados do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). (B) Riqueza e abundância de espécies durante o período de agosto/2015 a agosto/2016, Município de Cururupu - MA.



## 5. DISCUSSÃO

A comunidade de abelhas do município de Cururupu mostrou uma elevada riqueza em relação a trabalhos realizados tanto no Estado do Maranhão como em outras regiões do Brasil. O presente estudo ainda demonstrou que a APA das Reentrâncias Maranhenses é uma área relativamente preservada com um grande número de abelhas sociais e solitárias, assim como alguns novos registros para enriquecer a diversidade do estado. Os índices de diversidade e equitabilidade demonstram uma grande diversidade na área, porém necessitando de mais coletas como apontado pelos estimadores Jack 1, Jack 2, Chao 1 e Bootstrap. Em relação a sazonalidade, a abundância e riqueza de espécies está diretamente ligada aos períodos de estiagem tendo uma diminuição na estação chuvosa, onde a disponibilidade de alimento diminui, modificando o ritmo das atividades de forrageamento (ATTENCIA; CHIARI, 2001).

A riqueza de espécies coletadas no município de Cururupu mostrou-se superior aos trabalhos realizados por Albuquerque *et al.*, (2001) (839 abelhas e 36 espécies) e Oliveira *et al.*, (2010) (3305 abelhas e 31 espécies) no estado do Maranhão. Comparando nossos resultados com o de Santos *et al.*, 2004, realizado na região do Bico-do-Papagaio - Tocantins (5534 abelhas e 83 espécies) e Truylio & Harter-Marques (2007), no Parque Estadual do Itapuã, Viamão-RGS (3.306 abelhas e 95 espécies), a abundância de espécies de Cururupu é menor, porém a riqueza é superior. Porém, comparando com o estudo de Krug & Alves-dos-Santos (2008) (1339 abelhas e 130 espécies) realizado em Floresta Ombrófila Mista e Andena *et al.*, (2005) (923 abelhas e 103 espécies) no cerrado, houve uma relação oposta, pois, estes estudos obtiveram menor número de visitantes, porém maior riqueza de espécies.

Apidae foi a família que apresentou a maior riqueza e abundância assim como em outros trabalhos realizados no Brasil (ALBUQUERQUE *et al.*, 2001; SANTOS; CARVALHO; SILVA, 2004; ANACLETO; MARCHINI, 2005; ANDENA; BEGO; MECHI, 2005; AGUIAR; ZANELLA, 2005; BATALHA FILHO *et al.*, 2007; TRUYLIO; HARTER-MARQUES, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2010; MOUGA; KRUG, 2010). Segundo alguns autores, essa grande riqueza pode está diretamente relacionada com as espécies eussociais que a família apresenta, principalmente por conta da perenidade das colônias, e os hábitos generalistas de forrageamento das abelhas (ROUBIK, 1989; ANACLETO; MARCHINI, 2005; NATES PARRA, 2005; RAMALHO; SILVA; CARVALHO, 2007). Além disso, outro fator a contribuir é o grande número de espécies solitárias, que tem como característica voar grandes distâncias na mata em busca de espécies vegetais (ROUBIK, 1993; VIANA; SILVA;

KLEINERT, 2001), como no caso, da tribo Euglossina, que caracteriza-se por ser restrita as regiões neotropicais (MICHENER, 2000; SILVEIRA; ALMEIDA; MELO, 2002).

Dentro do presente estudo duas espécies de abelhas eussocial destacaram-se, *Trigona branneri* e *Apis mellifera*, que juntas tiveram uma representatividade de 32,09% dos indivíduos. E de acordo Lindauer *et al.*, (1960), a grande abundância destas espécies eussociais também pode estar relacionada à capacidade de comunicação e localização o que possibilita sugerir que o aparecimento nas flores de um número elevado de abelhas seja proveniente de uma única colônia (SAKAGAMI *et al.*, 1967).

A família Halictidae, assim como outros trabalhos realizados no Brasil (PEREIRA, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 2010; MOUGA; KRUG, 2010), apresenta certa frequência em relação a suas espécies. Os gêneros dessa família são amplamente distribuídos por toda a América do Sul, apesar que parte delas encontrar-se limitada às regiões de clima mais temperado do continente (MICHENER, 2000). Isso fica bem claro em relação a tribo Augochlorini e aos gêneros *Augochlora* e *Augochloropsis* que têm a maior riqueza na parte norte do Brasil (MARTINS,1994; REBÊLO; RÊGO; ALBUQUERQUE, 2003), enquanto que a tribo Halictini, possui uma ampla riqueza ao Sul do país (GONÇALVES; MELO,2005).

Megachilidae é uma das famílias que possui ocorrência no mundo todo, já sua distribuição no Brasil só ocorre por espécies da subfamília Megachilinae (SILVEIRA; ALMEIDA; MELO, 2002). E normalmente trabalhos de inventários possuem uma baixa frequência dessas espécies, que segundo Roubik (1989) sua baixa abundância pode estar relacionada com a distribuição espacial e temporal restrita desse grupo, aliados ao hábito relativamente especializado das visitas florais dessas abelhas.

Analisando-se a distribuição em relação as tribos, Apini foi considerada a mais diversa em número de espécies. Quando comparamos com os trabalhos de Pereira (1998) e Pinto (1998) realizados em área de Floresta Amazônica (Buriticupu-MA) e de Rêgo *et al.*, 2000 e Albuquerque *et al.*, (2001) (Vitória do Mearim) realizados na baixada maranhense, fica claro que Apini é a tribo mais bem representada, tanto em número de espécie, quanto de indivíduos no estado do Maranhão.

Em relação as subtribos de Apini, Meliponina, popularmente conhecida como abelha sem ferrão, destacou-se com 35 espécies. Fazendo uma comparação com trabalhos de levantamento realizados no Brasil (ANACLETO; MARCHINI, 2005; ANDENA; BEGO; MECHI, 2005; GONÇALVES; MELO, 2005; SANTOS; CARVALHO; SILVA, 2004; SILVA; RAMALHO; AGUIAR, 2015), o presente estudo obteve um elevado número de espécies. Desse modo, podemos inferir que a grande variedade dos Meliponídeos em

Cururupu, pode estar associada a distribuição geográfica (KLEINERT *et al.*, 2009), ao grau de preservação do local, que disponibiliza um grande número de árvores ocadas, ninhos de cupins abandonados e formigueiros para construção dos ninhos (NOGUEIRA-NETO *et al.*, 1997), assim como uma grande variedade de espécies vegetais para o forrageamento.

Dentro dessa subtribo, incluem-se as espécies de *Trigona amazonensis*, *Trigona guianae* e *Melipona (Eomelipona) amazonica*, que até o presente momento não havia sido relatada para o Estado Maranhão. O gênero *Trigona* no Brasil é amplamente distribuído, e abrange quase todo o território Nacional, tendo como característica a utilização de uma infinidade de substratos (cavidade em árvores, no solo ou aéreas) para construção de seus ninhos (RASMUSSEN; CAMARGO 2008). Já em relação ao gênero *Melipona*, essas abelhas são consideradas diferentes das meliponídeos, e da maioria dos Apidae, pela capacidade de extração de pólen por vibração da musculatura de voo, comportamento muito eficiente na coleta de pólen pulverulento e abundante, principalmente de anteras poricidas, mas também comum em muitas flores com anteras não poricidas (RAMALHO; SILVA; CARVALHO, 2007).

*Trigona branneri* foi a espécie mais abundante. De acordo com a revisão realizada por Rêbello *et al.*, (2003) sobre as abelhas do estado do Maranhão esta espécie é pouco comum nos levantamentos realizados no estado, sendo registrada pela última vez São Luís (BRENHA 1986; RODRIGUES 1996). Provavelmente a grande abundância dessa espécie no presente estudo, pode ser explicada pelo forrageamento ser feito sempre em grupo e de forma agressiva, e as abelhas deslocarem da fonte de alimento indivíduos de outras espécies (BOFF *et al.*, 2008).

Em relação a distribuição das espécies por dominância, o presente estudo obteve 39,2% das suas espécies dominantes, enquanto que o trabalho realizado em uma área de transição Cerrado-Amazônia obteve somente 8,43% (SANTOS; CARVALHO; SILVA, 2004), porém em relação as espécies não dominantes, o estudo realizado por Santos *et al.*, (2004), foi superior por obter muitas espécies com um único indivíduo. De acordo com Anacleto & Marchini (2005), a dominância consiste na capacidade ou não da espécie em modificar, em seu benefício, o impacto recebido do ambiente, podendo, assim, causar o aparecimento ou o desaparecimento de outros organismos.

Quanto as classes de frequência, 73,5% das espécies foram classificadas como pouco frequente (PF), esse elevado número pode ser explicado pela grande quantidade de espécies com poucos indivíduos. Enquanto, 14,7% das abelhas foram consideradas muito frequente (MF), como *Trigona branneri*, *Apis mellifera* e *Tetragona clavipes* que normalmente, tem

muitos indivíduos fazendo o forrageamento em vários recursos florais ao mesmo tempo (ROUBIK, 1989; KERR *et al.*, 2001; BOFF; ARAUJO; POTT, 2013). Já 11,8% foram classificados como pouco frequente (PF), onde em sua grande maioria são as espécies com habito solitário.

Comparando nossos dados com o trabalho de Santos *et al.*, (2004), que obtiveram resultados diferentes, onde a maior parte das espécies capturadas foram classificadas como pouco frequentes (PF) (84,34%), seguido de espécies frequentes (F) (12,05%) e muito frequentes (MF) (3,6%), a distinção entre os trabalhos pode estar relacionada ao n-amostral maior, que no caso do estudo realizado na região do Bico-do-Papagaio – TO foi de 5533 indivíduos, onde muitas espécies foram representadas por poucos indivíduos, enquanto que o realizado no município de Cururupu o n-amostral foi quase a metade (2568 indivíduos).

A curva do coletor não estabilizou, indicando que o número de coletas foi insuficiente para demonstrar a riqueza de espécies presentes na área, fazendo-se necessário um número amostral maior, que possibilite a coleta na copa das árvores. O mesmo foi demonstrado no trabalho realizado por Krug & Alves-dos-santos (2008) em áreas de floresta, onde a curva de rarefação não estabilizou.

Os índices de diversidade e equitabilidade (Shannon-Wiener ( $H'$ ) = 3,08, Pielou ( $J'$ ) = 0,66) demonstram que a área foi bem representada e comparados a outros estudos realizados no Brasil (TRUYLIO; MARQUES, 2007; PIRES *et al.*, 2013; FARIA; SILVEIRA, 2011) e de diferentes biomas, mostraram-se superiores, até mesmo quando em comparação a um estudo realizado na região do Bico-do-Papagaio, Tocantins, em uma área de transição Cerrado-Amazônia que obteve  $H' = 1,55$  e  $J' = 0,35$  (SANTOS; CARVALHO; SILVA, 2004). Já comparado com o trabalho realizado por Jamhouch & Laroca (2004) o mesmo mostra valores superiores aos índices de diversidade e equitabilidade ( $H: 5,4226$  e  $J: 0,749$ ) encontrados em Cururupu- MA.

Em relação a frequência mensal, os visitantes florais mantiveram-se em plena atividade durante todo ano, com uma queda considerável em sua abundância e riqueza durante os meses chuvosos que normalmente na parte da manhã sempre apresentava, neblina com redução da temperatura que chegava a marca de 23 a 24 graus, e de acordo com Macedo & Martins (1998) as condições climáticas como baixas temperaturas restringem a atividade de forrageamento das abelhas. Porém, a luminosidade e horário do dia influenciam certas espécies, como no caso das solitárias, enquanto que as espécies sócias de Apidae não são tão influenciadas pela variação de temperatura (KEVAN; BAKER 1983; ANTONINI *et al.*,

2005), ficando claro que no período de maior pluviosidade quase que todas as espécies capturadas foram de abelhas da família Apidae.

A rede encontrada para Cururupu foi caracterizada com 277 interações e uma conectância de 6,7%, enquanto que o trabalho realizado no município de Canudos-BA por Pigozzo & Blandina (2010), obteve uma superioridade tanto em relação as interações observadas como a conectância (E= 290 e C= 10,9%). Comparado o presente estudo com o realizado por Gostinski et al (2013) no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, este mostrou-se inferior em relação as interações (E = 154), porém superior a Conectância (10,6%).

Todos os trabalhos foram caracterizados como heterogêneos, pois esse padrão é esperado para redes ditróficas de interações mutualísticas, resultando em uma rede truncada que demonstra somente parte das interações (JORDANO; BASCOMPTE; OLESEN, 2006, BASCOMPTE; JORDANO, 2007). Este padrão segundo Biesmeijer *et al.*, (2005), está relacionado as espécies sociais por possuir hábitos generalistas com nichos mais amplos que as espécies solitárias, possibilitando a visitação de uma maior riqueza de plantas.

As espécies mais representativas dentro da comunidade foram todas de hábito eussocial (*Trigona pallens*, *Tetragona clavipes*, *Trigona guianae*, *Apis mellifera* e *Trigona branneri*), que de acordo com Lewinsohn *et al.*, (2006), estaria relacionado a abundância das espécies, onde as mais abundantes seriam mais generalistas e as menos abundantes teriam seu espectro reduzido. E isso se caracteriza principalmente por essas espécies possuírem uma população numerosa e eficiente na coleta de recursos oferecidos por diferentes espécies vegetais (PIGOZZO; BLANDINA, 2010).

A grande quantidade de abelhas com poucas interações, não significa que elas sejam especialistas naquela espécie vegetal, e sim que estas espécies podem ser raras nesse ambiente, com apenas um indivíduo de sua população capturado durante as coletas (BIESMEIJER et al., 2005). E esses padrões de interação são considerados assimétricos, segundo VÁZQUEZ e AIZEN (2004), por possuírem pequenos grupos de polinizadores com um grande número de interações, assim como demonstrado em outros trabalhos realizados no Brasil (SILVA; MARTINS, 1999; VIANA; KLEINERT, 2006; AGUIAR, 2003; RODARTE; SILVA; VIANA, 2008).

A espécie vegetal de maior destaque foi *Borreria verticillata*, por concentrar o maior número de interações, assim como no trabalho realizado no parque estadual de Vila Velha, estado do Paraná (GONÇALVES; MELO, 2005). Segundo Santos *et al.*, (2006) essa espécie tende a ser uma excelente fornecedora de néctar, seja nos períodos secos ou chuvosos. Essa

disponibilidade ao forrageamento, por um grande número de visitantes florais, pode ser comparada as modificações morfológicas sofridas pelas abelhas para melhor acessar os recursos florais de algumas espécies botânicas (LAROCA, 1970; RENNER, 1983; AGOSTINI; SAZIMA 2003), que nesse caso, é demonstrado através do display floral do tipo prato, que por conter uma morfologia mais aberta, facilita o forrageamento (FAEGRI; VAN DER PIJL 1979; PIGOZZO; BLANDINA, 2010. Olesen *et al.*, (2007) demonstraram que flores com “morfologias mais abertas” são mais generalistas, recebendo maior riqueza e abundância de visitantes, de maneira que a morfologia floral pode ser uma das explicações para o estabelecimento de interações assimétricas nessas redes por parte da comunidade vegetal.

Em relação ao número de interações das plantas e das abelhas, o presente trabalho obteve uma variação de 1 a 57 para as plantas e 1 a 19 para as abelhas, enquanto que o trabalho realizado por Pigozzo & Viana (2010) foi de 1 a 34 para as plantas e de 1 a 27 para as abelhas. Semelhante aos resultados de Gostinski *et al.*, (2013) (1 a 26 para as plantas e de 1 a 19 para as abelhas). Esses dados podem ser explicados pelo (n) amostral encontrado em cada trabalho, sendo o de Cururupu superior em espécies de abelhas e plantas, porém precisando de um maior número de coletas, enquanto que o realizado no município de Canudos, Bahia obteve quase que o total de plantas e abelhas esperado na área.

Em Cururupu a rede foi considerada aninhada, pois as espécies com poucas interações formaram núcleos coesos com as espécies com muitas interações, fato evidenciado como uma das características básicas de uma rede aninhada por Lewinsohn *et al.*, (2006), Guimarães *et al.*, (2007) e Gostinski *et al.* (2013). Portanto, comparando o aninhamento da rede com o trabalho realizado na estação Biológica de Canudos, que obteve  $N = 0,945$  e  $NODF = 17,81$  demonstra que o grau de  $N$  é parecido com o demonstrado no presente estudo, pois ambos os índices chegam próximo a 1, já em relação ao NODF nenhum dos dois chega aos parâmetros propostos do índice, porém as interações realizadas demonstram significância da relação abelha-planta para as áreas.

## 6. CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos durante os meses de coleta, podemos concluir que o município de Cururupu-MA possui uma grande riqueza e diversidade de abelhas, e que as espécies de maior riqueza se concentram dentro da família Apidae, com destaque para a espécie eussocial *Trigona branneri* que se sobressaiu em relação a espécie exótica *Apis mellifera*, demonstrando que a área conserva um alto grau de preservação.

Com relação a frequência das espécies na comunidade 73,5% foi considerada pouco frequente, já que a maioria das espécies capturadas tiveram poucos indivíduos e somente poucas espécies tiveram muitos indivíduos. Além disso, ficou claro durante o período de amostragem que os fatores abióticos estão diretamente relacionados a riqueza e abundância das espécies na comunidade, por ser observado que durante os meses chuvosos há uma diminuição e nos meses de estiagem um aumento considerável dos visitantes florais.

O n amostral demonstrado mediante a curva do coletor foi insuficiente, pois as coletas realizadas não demonstraram a real riqueza da comunidade e isso pode ser por conta que a maioria dos visitantes florais foram capturadas em borda, semi-borda e dentro da floresta, deixando de demonstrar as espécies presentes na copa das árvores.

Em relação a rede de interação, podemos inferir que o número observado de interações foi pequeno em relação ao esperado. Que dentro da comunidade, *Trigona pallens* foi a espécie mais generalista e que em relação a espécie botânica, 58,8% das espécies capturadas forragearam *Borreria verticillata*. E mediante os índices N e NODF ficou claro o aninhamento da comunidade e que a mesma se comportou como o esperado para as redes mutualísticas já conhecidas, com uma predominância de relações generalista restrita em um pequeno grupo.

## 7. REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, K.; SAZIMA, M. Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no Campus da Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. *Bragantia*, 62 (3): 335-343, 2003.
- AGUIAR, C. M. L. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 3, p. 457–467, set. 2003.
- AGUIAR, C. M. L.; ZANELLA, F. C. V. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea: Apiformis) de uma área na margem do domínio da caatinga (Itatim, BA). **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 1, p. 15–24, fev. 2005.
- ALBUQUERQUE, P.; MENDONÇA J. A. Anthophoridae (Hymenoptera; Apidae) e flora 411 associada em uma formação de cerrado no município de Barreirinhas, MA, Brasil. **Acta amazônica** v. 26, p. 45-54, 1999.
- ALBUQUERQUE, P.M.C.; FERREIRA, R.G.; RÊGO, M.M.C.; SANTOS, C.S.; BRITO, C.M. Levantamento da fauna de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) na Região da “Baixada Maranhense”: Vitória do Mearim, MA, Brasil. **Acta Amazônia**. **31**: 419-430.2001.
- ALMEIDA-NETO, M.; GUIMARAES, P.; GUIMARÃES, P. R.; LOYOLA, R. D.; ULRICH, W. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. **Oikos**, *117*(8), 1227-1239, 2008.
- ANACLETO, D. D. A.; MARCHINI, L. C. Análise faunística de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) coletadas no cerrado do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 27, n. 3, 26 mar. 2005.
- ANDENA, S. R.; BEGO, L. R.; MECCHI, M. R. A Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí, SP) e suas visitas às flores. v. 7, p. 37, 2005.



ANTONINI, Y.; SOUZA, H. G.; JACOBI, C. M.; MURY, F. B. Diversidade e comportamento dos insetos visitantes florais de *Stachytarpheta glabra* Cham.(Verbenaceae), em uma área de campo ferruginoso, Ouro Preto, MG. *Neotropical Entomology*, 34(4), 555-564, 2005.

ATTENCIA, V. M.; CHIARI, F. L. B. T. CORRELAÇÃO DO PESO DE COLÔNIAS DE ABELHAS JATAÍ (*Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 Hym., Meliponinae) COM VARIÁVEIS AMBIENTAIS. 2001.

BASCOMPTE, J.; JORDANO, P. Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 38, p. 567-593, 2007.

BASCOMPTE, J.; JORDANO, P.; MELIÁN, C.J. & OLESEN, J.M. The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 100, n.16, p. 9383-9387, 2003.

BASILIO, A.; M, M. D.; TORRETTA J. P.; BARTOLONI N. J. **A year-long plant-pollinator network**. *Austral Ecology* 31(8): 975-983,2006.

BATALHA FILHO, H.; NUNES, L. A.; PEREIRA, D. G.; WALDSCHMIDT, A. M. Inventário da fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de caatinga da região de Jequié, BA. *Bioscience Journal*, v. 23, 2007.

BDMEP: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. [Disponível em: http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa](http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa). Acesso: 8 agosto de 2017

BIESMEIJER, C.; SLAA, E.J.; CASTRO, M.S.; VIANA, B.F.; KLEINERT, A. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Connectance of Brazilian Social bee-food plant networks is influenced by habitat, but not by latitude, altitude or network size. *Biota Neotropica*, 5: 1-10, 2005.

BOFF, S.; ARAUJO, A. C.; POTT, A. Bees (Hymenoptera: Apoidea) and flowers in natural forest patches of southern Pantanal. *Biota Neotropica*, v. 13, n. 4, p. 46-56, 2013.

BOFF, S.; GRACIOLLI, G.; BOARETTO, A. G.; MARQUES, M. R. CAMILLO, E.; GARÓFALO, C.A. Análisis of the niche of two sympatric species of *Bombus* (Hymenoptera, Apidae) in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 5, p. 81-92, 1989.

BRENHA, S. L. A. 1986. **Abelhas sociais (Apidae: Apoidea) e seus hospedeiros alimentares em São Luís – MA, Brasil**. Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, 15 p, 1986

CARVALHO, C. A. L. Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas visitadas no município de Castro Alves-BA. 104p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1999.

CHACOFF, N. P.; AIZEN, M. A. Edge effects on flower-visiting insects in grapefruit plantations bordering premontane subtropical forest. **Journal of Applied Ecology**, v. 43, n. 1, p. 18-27, 2006.

COLWELL, R.K. ESTIMATES: Statistical estimation of species richness and shared species from samples, version 9. 2013 [online] <http://purl.oclc.org/estimates>

COLWELL, R.K. *User's guide to EstimateS5 statistical. Estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.0.0. Copyright 1994-2004*. Disponível em <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>. Acesso em: abril. 2018.

COLWELL, R.K.; CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Phil. Trans. R. Soc. Lond. B**, v. 345, n. 1311, p. 101-118, 1994.

COSTA, C. C. A.; OLIVEIRA, F. L. Polinização: serviços ecossistêmicos e o seu uso na agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 1-10, 2014.

DA SILVA, K. N., DUTRA, J. C. S., NUCCI, M., & POLATTO, L. P. Influência dos fatores ambientais e da quantidade de néctar na atividade de forrageio de abelhas em flores de *Adenocalymma bracteatum* (Cham.) DC.(Bignoniaceae). **Entomo Brasilis**, 6(3), 193-201, 2013.

DE MELO, Gabriel Augusto Rodrigues. Apidae (Subtribos Meliponina e Euglossina) da região dos lagos do Amapá. 2006.

DUCKE, A. Neue Beobachtungen über die Bienen der Amazonasländer. **Allgemeine Zeitschrift für Entomologie**, v. 2, p. 51-60, 1906.

FAEGRI, K & VAN DER PIJL, L. *The principles of pollination ecology*, Third Edition. Pergamon Press, London. 244p,1979.

FARIA, L. R. R.; SILVEIRA, F. A. The orchid bee fauna (Hymenoptera, Apidae) of a core area of the Cerrado, Brazil: the role of riparian forests as corridors for forest-associated bees. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 4, p. 87-94, 2011.

GIUSTOLIN, T. A.; LOPES, J. R.; QUERINO, R. B.; CAVICHIOLI, R. R.; ZANOL, K.; AZEVEDO FILHO, W. S.; & MENDES, M. A. Diversidade de Hemiptera Auchenorrhyncha em citros, café e fragmento de floresta nativa do Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, 38(6), 834-841, 2009.

GONÇALVES, R.B.; MELO, G.A.R. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae sl) em uma área restrita de campo natural no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná: diversidade, fenologia e fontes florais de alimento. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 4, p. 557-571, 2005.

GOSTINSKI, L.F. **Comunidade de Abelhas (Hymenoptera: Apidae) e Flora Melitófila em área de Restinga do Parque Nacional dos Lenções Maranhenses, Barreirinhas-MA.** São Luís. (Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação) Universidade Federal do Maranhão. 66p.2011.

GUIMARAESJR, P.; GUIMARAES, P. Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. **Environmental Modelling & Software**, v. 21, n. 10, p. 1512–1513, out. 2006.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo entomológico.** Tradução de Sonia Hoenen. São Paulo: Roca, 2008.

HAMMER, Øyvind. **PAST Paleontological Statistics Version 3.15: Reference Manual**. University of Oslo, 2017.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização. São Paulo: USP, 2004.

Insetos visitantes de gomas exsudadas por *Terminalia argentea* Mart & Zucc (Combretaceae). 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Resolução nº 05, de 10 de outubro de 2002. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil federativa do Brasil, Federativa do Brasil oder Executivo, Brasília, DF, 11 out. 2002. Seção 1, p. 48-65. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/resolucao.shtm>. Acesso em: 12 abril. 2007.

JAMHOUR, J.; LAROCA, S. Uma comunidade de abelhas silvestres (Hym., Apoidea) de Pato Branco (PR-Brasil): diversidade, fenologia, recursos florais e aspectos biogeográficos. **Acta Biológica Paranaense**, v. 33, 2004.

JORDANO, P. Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal-connectance, dependence asymmetries, and coevolution. **The American Naturalist**, v. 129, p. 657-677, 1987.

JORDANO, P.; BASCOMPTE, J.; OLESEN, J.M. The ecological consequences of complex topology and nested structure in pollination webs. p.173-199. In: N.M. Waser ; J. Ollerton (eds.). **Specialization and generalization in plant-pollinator interactions**. University of Chicago Press, Chicago. 441p. 2006.

KATO, M.; MATSUDA, T.; YAMASHHITA, Z. Associative ecology of insects found in paddy field cultivated by various planting forms. *Sci. Rep. Tohoku Univ.* 19: 291-301, 1952.

KERR, E.W., CARVALHO, G.A., SILVA, A.C. & ASSIS, M.G.P. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade Amazônica. *Parcerias Estrat.* 6(12):21-41, 2001.

KEVAN, P. G.; BAKER, H. G. Insects as flower visitors and pollinators. **Annual review of entomology**, v. 28, n. 1, p. 407-453, 1983.

KEVAN, P. G.; BAKER, H. G. Insects as flower visitors and pollinators. **Annual review of entomology**, v. 28, n. 1, p. 407-453, 1983.

KLEINERT, A. M., RAMALHO, M., CORTOPASSI-LAURINO, M., RIBEIRO, M. F., & Imperatriz-Fonseca, V. L. Abelhas sociais (Bombini, Apini, Meliponini). **Bioecologia e nutrição de insetos-Base para o manejo integrado de pragas**, p. 373-426, 2009.

KLINK, C.A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KÖHLER, A. Floral preferences of the polistine wasp *Polistes versicolor versicolor* Olivier, 1792 (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae, Polistini) in Santa Cruz do Sul, Southern Brazil. **Biociências (On-line)**, v. 16, n. 2, 2010.

KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. The use of different methods to sample the bee fauna (Hymenoptera: Apoidea), a study in the mixed temperate rainforest in Santa Catarina State. **Neotropical entomology**, v. 37, n. 3, p. 265-278, 2008.

LAROCA, S. Contribuição para o conhecimento das relações entre abelhas e flores: coleta de pólen das anteras tubulares de certas Melastomataceae. *Revista Floresta*, 2: 69-74, 1970.

LAROCA, S.; MIELKE, O.H.H. Ensaio sobre ecologia de comunidade em Sphingidae na Serra do Mar, Paraná-BR, (Lepidoptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.35, n.1, p.1-19, 1975.

LEWINSOHN, T.M.; LOYOLA, R.D.; PRADO, P.I. Matrizes, redes e ordenações: a detecção de estrutura em comunidades interativas. **Oecologia brasiliensis**, v. 10, n. 1, p. 6, 2006.

LEWINSOHN, T.M.; LOYOLA, R.D.; PRADO, P.I. Matrizes, redes e ordenações: a detecção de estrutura em comunidades interativas. **Oecologia brasiliensis**, v. 10, n. 1, p. 6, 2006.

LEWINSOHN, T.W.; LOYOLA, R.D.; PRADO, P.I. Matrizes, redes e ordenações: a detecção de estruturas em comunidades interativas. **Oecologia Brasiliensis** 10: 90-104, 2006.

LINDAUER, M.; KERR, W. E. Communication between workers of stingless bees. *Bee World* 41(2):29-41,1960.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology**: a primer of methods and computing. Wiley Press, New York, New York. p. 337, 1988.

MACEDO, J. F.; MARTINS, R. P. Potencial da erva daninha *Waltheria americana* (Sterculiaceae) no manejo itegrado de pragas e polinizadores: visitas de abelhas e vespas. **An. Soc. Entomol Bras**, v. 27, p. 29-39, 1998.

MARTINS, C.F. Comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestre do Estado da Bahia, Brasil. **Rev. Nordest. Biol.**, 9(2): 225-257, 1994.

MARTINS, C.F. Flora apícola e nichos tróficos de abelhas (Hym, Apoidea) na Chapada Diamantina (Lençóis-BA, Brasil). **Revista Nordestina de Biologia**, v. 10, n. 2, p.119-140, 1995.

MARTINS, M.B; OLIVEIRA, T. G. (Ed.). **Amazônia maranhense: diversidade e conservação**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2011.

MATHESON, A.; BUCHMANN, S.L.; O'TOOLE, C.; WESTRICH, P.; WILLIAMS, I.H. **The conservation of bees**. London, Academic Press. p. 254, 1996.

MELO, G. A. R. (2006). Apidae (Subtribos Meliponina e Euglossina) da região dos lagos do Amapá.

MELO, G. A. R. (Orgs). Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. 2007 - online version. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed [Jan/25/2017](#)

- MEMMOTT, J. The structure of plant-pollinator food web. *Ecology Letters*, 2: 276-280,1999.
- MICHENER, C.D. The bees of the world. Baltimore, The Jonhs Hopkins University Press, 913p,2000.
- MORAES, R. C. B.; HADDAD, M.L.; SILVEIRA NETO, S.; REYES, A. E. L. Software para análise faunística. In: 8º Simpósio de controle biológico. S. Pedro, SP. Anais do 8º Siconbiol, v.1, n.1, p. 195, 2003.
- MOUGA, D. M. D. S.; KRUG, C. Comunidade de abelhas nativas (Apidae) em Floresta Ombrófila Densa Montana em Santa Catarina. **Zoologia (Curitiba)**, v. 27, n. 1, p. 70–80, fev. 2010.
- NATES PARRA, G. Abejas silvestres y polinización. 2005.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. Nogueirapis, 1997.
- Olesen, J. M., Bascompte, J., Dupont, Y. L., & Jordano, P. The modularity of pollination networks. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 104(50), 19891-19896, 2007.
- OLESEN, J.M.; JORDANO, P. Geographic patterns in plant–pollinator mutualistic networks. *The American Naturalist*, 159(6): 2416-2424, 2002.
- OLIVEIRA, F.S.; MENDONÇA, M. W. A.; VIDIGAL, M. C. S.; RÊGO, M. M. C. & ALBUQUERQUE, P.M.C. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em ecossistema de dunas na Praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. **54**: 82-90, 2010.
- PEREIRA, C. Q. B. **Inventário da apifauna em uma área de reserva florestal pré-amazônica, Buriticupu, Maranhão, Brasil**. São Luís. (Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas) Universidade Federal do Maranhão. 31p.1998.

PIGOZZO, C. M.; VIANA, B. F. Estrutura da Rede de Interações entre Flores e Abelhas em Ambiente de Caatinga. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 01, p. 100–114, mar. 2010.

PINTO, R. J. **Comunidade de Abelhas (Hymenoptera, Apidae) em ecossistema de floresta, Buriticupu, Maranhão, Brasil**. Monografia de Graduação. Universidade Federal do Maranhão. São Luís, Maranhão. 30p, 1998.

PIRES E. P.; MORGADO; L. N., SOUZA B.; CARVALHO, C. F.; NEMÉSIO A. Community of orchid bees (Hymenoptera: Apidae) in transitional vegetation between Cerrado and Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 73(3), 507-513, 2013.

PROCTOR, M.; YEO, P., LACK, A. **The Natural History of Pollination**. London, Harper Collins Publishers, 479p, 1996.

**R: The R Project for Statistical Computing**. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

RAMALHO, M.; SILVA, M. D.; CARVALHO, C. A. Harvesting dynamics of pollen sources by *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): a comparative analysis with *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in the Atlantic Forest Domain. **Neotropical entomology**, 36(1), 38-45, 2007.

RASMUSSEN, C.; CAMARGO, J.MF. A molecular phylogeny and the evolution of nest architecture and behavior in *Trigona* ss (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Apidologie**, v. 39, n. 1, p. 102-118, 2008.

REBÊLO, J. M. M.; RÊGO, M. M.; ALBUQUERQUE, P. M. C.; Melo, G. A. R. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da região setentrional do Estado do Maranhão, Brasil. **Apoidea Neotropica: homenagem aos**, 90, 265-278, 2003.

RÊGO, M. M. C.; BRITO, C. Abelhas sociais (Apidae: Meliponini) em um Ecossistema de cerrado s.l. (Chapadinha –MA, BR): distribuição dos ninhos. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2º, Ribeirão Preto, **Anais...**, Ribeirão Preto, FFCLRPUSP. v.3, p.238-247, 1996.



RÊGO, M.M.C.; SANTOS, C.; ALBUQUERQUE, P.; FERREIRA, R. Aspectos ecológicos das abelhas anthophoridae (Hymenoptera, Apoidea) de Vitória do Mearim, Baixada Ocidental do Estado do Maranhão, Brasil. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**. serie Zoológica. **16**: 99-133,2000.

RENNER, S. The widespread occurrence of anther destruction by *Trigona* bees in Melastomataceae. *Biotropica*, 15: 251-256, 1983.

REYES-NOVELO, E.; RAMÍREZ, V.M.; GONZÁLEZ, H.D.; AYALA, R. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) como bioindicadores en el neotrópico. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.10, n.1, p.1-13, 2009.

RODARTE, A. T. A.; SILVA, F. O. DA; VIANA, B. F. A flora melitófila de uma área de dunas com vegetação de caatinga, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 2, p. 301–312, jun. 2008.

RODRIGUES, J. O. 1996. **Levantamento das abelhas de capoeira, São Luís, MA, Brasil**. Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, 54 p.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge, Cambridge University. 514p,1989.

ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge, Cambridge University. 514p,1989.

ROUBIK, D.W. Tropical pollinators in the canopy and understory: field data and theory for stratum preferences. *J. Ins. Behav.* 6: 659-73, 1993.

SAKAGAMI, S. F.; LAROCA, S.; MOURE, J. S. Wild bees biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil – preliminary report. **Journal of the Faculty of Science Hokkaido University** 16(2):253-291, 1967.

SANTOS, F. M.; CARVALHO, C. A. L.; SILVA, R. F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de transição Cerrado-Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 2, p. 319-328, 2004.

SANTOS, G. M. M.; MARQUES, O. M. Análise faunística de comunidade de formigas epigéias (Hymenoptera – Formicidae) em dois agroecossistemas em Cruz das Almas – Bahia. *Insecta* 5: 1-23, 1996.

SANTOS, R. F.; PIEDADE KIILL, L. H.; PINHEIRO ARAÚJO, J. L. Levantamento da flora melífera de interesse apícola no município de Petrolina-PE. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 3, 2006.

SCARANO, F.R.; DIA, A.T.C. A importância de espécies no funcionamento de comunidades e ecossistemas. Pp. 43-60. *In*: A.S. Coelho, R.D. Loyola & M.B.G Souza (eds.). *Ecologia teórica: desafios para o aperfeiçoamento da Ecologia no Brasil*. O Lutador, Belo Horizonte. 122p,2004.

SILVA, F. S.; REBÊLO, J. M. M. Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) of Buriticupu, Amazonia of Maranhão, Brazil. **Acta Amazônica** 29: 587-599,1999.

SILVA, M.; RAMALHO, M.; AGUIAR, C. M. L. Apifauna (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de restinga arbórea-mata atlântica na costa atlântica do Nordeste do Brasil. v. 27, p. 12, 2015.

SILVA, M.C.M.; MARTINS, C.F. Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de restinga (Praia de Intermares, Cabedelo – PB, Brasil). *Principia, Coyacau*, v. 7, n. 3, p. 40-51, 1999.

SILVEIRA, F. A.; ALMEIDA, E. A. B.; MELO, G. A. R. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Silveira, 2002.

SILVEIRA, NETO, S.; NAKANO, O.; VILA NOVA, N.A. **Manual de ecologia de insetos**. Piracicaba-SP: Ceres, 419p, 1976.

TRUYLIO, B.; HARTE-MARQUES, B. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em áreas florestais do Parque Estadual de Itapuã (Viamão, RS): diversidade, abundância relativa e atividade sazonal. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 97, n. 4, p. 392–399, dez. 2007.

VÁSQUEZ, D.P.; AIZEN, M.A. Asymmetric specialization: a pervasive feature of plant-pollinator interactions. **Ecology**, v. 8, n. 5, p. 1251-1257, 2004.

VÁSQUEZ, D. P.; SIMBERLOFF D. Ecological specialization and susceptibility to disturbance: conjectures and refutations. *American Naturalist* 159: 606–623, 2002.

VIANA, B. F. A comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 1999.

VIANA, B. F.; KLEINERT, A.M.P. Structure of bee-flower system in the coastal sand dune of Abaeté, northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 1, p. 53-63, 2006.

VIANA, B.F.; SILVA, F.O.; KLEINERT, A.M.P. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas no nordeste do Brasil. 2001.

WADDINGTON, K. D. Foraging behavior of pollinators. In: REAL, L. (Ed.). **Pollination biology**. Orlando, Academic Press. 338p, 1983.