



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
LABORATÓRIO DE ESTUDOS SOBRE ABELHAS
(Bacharelado)



CARLOS LUIS NEVES JUNIOR

**LEVANTAMENTO DA FAUNA APÍCOLA E SUAS INTERAÇÕES
FLORÍSTICAS EM UMA ILHA NO DELTA DAS AMÉRICAS, TUTÓIA,
MA, BRASIL**

São Luís – MA

2018

CARLOS LUIS NEVES JUNIOR

**LEVANTAMENTO DA FAUNA APÍCOLA E SUAS INTERAÇÕES
FLORÍSTICAS EM UMA ILHA NO DELTA DAS AMÉRICAS, TUTÓIA,
MA, BRASIL**

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

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Márcia Maria Corrêa
Rêgo

Coorientador: Biol. Luciano André Chaves
Ferreira

São Luís – MA

2018

**Levantamento da fauna apícola e suas interações florísticas em uma ilha no
Delta das Américas, Tutóia, MA, Brasil**

Carlos Luis Neves Junior

Em sessão realizada em ___/___/___ considera o candidato _____

Prof^a. Dr^a. Márcia Maria Corrêa Rêgo
Orientadora – DEBIO/UFMA

Biol. Luciano André Chaves Ferreira
Coorientador – PPPGBC/UFMA

Prof^a. Dr^a. Patrícia Maia Correia de Albuquerque
Titular – DEBIO/UFMA

Prof^a. Dr^a. Gisele Garcia Azevedo
Titular: DEBIO/UFMA

Prof. Dr. José Manuel Macário Rebêlo
1º Suplente – DEBIO/UFMA

Prof. Dr. Murilo Sérgio Drummond
2º Suplente – DEBIO/UFMA

São Luís – MA

2018

Às mulheres da minha vida:
Orineide, Maria Lucimar e Elizabeth.

AGRADECIMENTOS

“Gratidão é o segredo. Tanto pelas coisas boas que aconteceram, quanto pelas coisas que no final viraram lições.” (Autor desconhecido)

Acima de tudo, agradeço ao dom da vida, de poder tentar e recomeçar, e de ter infinitas possibilidades todos os dias. Agradeço a quem/o que quer que esteja me regendo durante toda essa caminhada. Agradeço aos deuses e deusas, guias, orixás, forças espirituais, cosmos, astros, energias que, porventura, estejam se agradando do meu trabalho em matéria e vida.

À minha orientadora, Prof^a. Dra. Márcia Rêgo, por ter feito eu me apaixonar e mergulhar no mundo dos insetos, pelos seus muitos ensinamentos acadêmicos e de campo, e por ter me aceitado como aluno, depositando sua confiança em mim. Obrigado por ter acreditado no meu potencial.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA, pela bolsa concedida ao projeto.

Às professoras Dra. Patrícia Albuquerque e Dra. Gisele Azevedo, por contribuírem significativamente para a minha formação enquanto biólogo e futuro entomólogo.

Ao meu coorientador, Luciano Chaves, por ter sido meu companheiro e mentor durante essa luta, e estar sempre disposto a me ouvir e acrescentar seus diversos pontos de vista. Agradeço por todas as críticas e sugestões que tornaram o meu trabalho e a mim, principalmente, muito melhores.

Ao Prof. Dr. José Eustáquio dos Santos Júnior (UFMG), pela identificação das abelhas, conversas, colaborações e por ter me apresentado o café mineiro.

Ao Prof. Dr. Eduardo Almeida Jr., pelos muitos ensinamentos e contribuições à minha formação e pelas divertidas coletas de campo. Agradeço pelo imenso carinho, disponibilidade e fraternidade.

À Prof^a. Dra. Melaine Lawall, por sua imensa receptividade e compreensão. Agradeço por ter me ouvido e ajudado em muitos momentos da minha formação.

Aos companheiros do Laboratório de Estudos sobre Abelhas, Joanna, Edilene, Maria Antônia, Denilson, Roberth, Luana e, em especial, à Maira, pelas muitas coletas de campo,

risadas e ensinamentos botânicos, ao Harryson, fator importantíssimo para a conclusão desse trabalho e grande colega de campo (apesar de ter corrido da bola-de-fogo), à Mayra, pelas longas conversas e sábados de hora extra no laboratório, e à Albeane, por ter sido uma companheira e mentora muito querida.

Agradeço muito aos meus pais pela criação que recebi e dedicação para com a minha educação. Em especial, agradeço muitíssimo à minha mãe, que nunca me deixou faltar nada e sempre foi uma das minhas maiores companheiras. Não sou capaz de expressar a imensa gratidão que tenho por esse ser iluminado que tenho em minha vida, e nada que eu fizer será suficiente pra recompensar todos os esforços realizados. Por isso, enquanto me for permitido viver, agradecerei sempre a essa mulher forte e batalhadora.

Às minhas avós. À minha avó materna, Maria Lucimar, por ser responsável pelos meus primeiros ensinamentos, por toda sua história de garra, e pelo seu doce de leite maravilhoso. À minha avó paterna, Elizabeth, por sempre me apoiar e confiar nas minhas decisões, por nunca ter me abandonado, por sempre me ouvir, pelas histórias engraçadas, por esse jeito sagitariano maravilhoso de ser e viver, e por ser meu primeiro exemplo de mulher empoderada. Às duas, agradeço pela excelente representação do matriarcado.

Ao meu avô Chicão. Às minhas tias, Adriana e Orilene, e aos meus tios, Franklin, Jorge, Erivelto e Orismar (*in memoriam*). Às minhas irmãs, Mayrlla, Karla e Maria. Aos meus padrinhos, Maria de Jesus e Cláudio. Aos meus primos, Bianca, Pablo e Pétala. Agradeço imensamente por ter nascido em uma família acolhedora, companheira e fraterna.

À minha segunda família, meus fabulosos Crazy Kids: Jeane, Cleudson, Anderson Brito, Juliana, Eudâmidas Jr., Anna Flávia, Caio, Diego, Manoel, Wesley e, em especial, Luana, por ser minha mais antiga amiga e ter passado por muitas situações ao meu lado, Gustavo, por ser uma pessoa incrível e acolhedora, e por ser minha primeira e melhor referência de biólogo e pesquisador, Anderson Araújo, por ser meu fiel confidente, companheiro, conselheiro e melhor amigo cinéfilo, e Paulo James, pelas inúmeras conversas, irmandade e por sua tamanha atenção para comigo.

Ao meu grande amigo e parceiro de caçadas Pokémon, Caíque, pelos momentos nostálgicos e divertidos, pelas conversas sensatas e de mente aberta, e pelos muitos aprendizados mútuos.

Aos meus fortes amigos agricolinos, Leonardo, Wenderson, Maurício, Maycon, Kendely e Camila, por terem sido parte de alguns dos melhores anos da minha vida, e por permanecerem nela até hoje. Sou eternamente grato por tudo que já fizeram por mim.

Aos meus amigos do curso de Ciências Biológicas, principalmente os da turma 2014.1, por terem acompanhado de perto com muita paciência minha mais pesada fase de amadurecimento e descobrimento. Agradeço, em especial, a Meydson, Isla, Alana, Italo, Gustavo, Natália, Karina, Pedro, Tainá, Sarah, Deane e Karol. Travei muitas batalhas nessa jornada, e vocês foram meu suporte em muitas das vezes, mesmo que, provavelmente, não saibam disso.

Agradeço à família de Seu Francisco e Dona Conceição que, de muito bom grado e coração aberto, acolheu a mim e meus colegas de campo durante a realização desse trabalho. Jamais esquecerei a pureza, humildade e bondade que vocês emanam. Agradeço à Bruna pela parceria no campo e diversos momentos de descontração.

E, por fim, mas não menos importante, agradeço a mim mesmo, por nunca desistir dos meus sonhos. Sou grato por ter me mantido forte até então e ter mantido a esperança e positividade, mesmo com todas as intempéries da vida. E, acima de tudo, sou grato por ser paciente comigo mesmo, conhecendo e descobrindo minhas fraquezas, vantagens, e por reconhecer quando é o momento certo de realizar mudanças.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal, muito obrigado!

“O espírito sem limites é o maior tesouro do homem”

(Rowena Ravenclaw)

SUMÁRIO

RESUMO	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	11
INTRODUÇÃO	12
OBJETIVOS	15
Objetivo Geral	15
Objetivos Específicos	15
METODOLOGIA	15
Área de estudo	15
Amostragem de abelhas	16
Amostragem da flora apícola	18
Análise descritiva da comunidade	19
Rede de interações	20
RESULTADOS	21
Composição faunística	21
Amostragem ativa – Rede entomológica	21
Amostragem passiva – Pratos armadilha	22
Flutuação da comunidade	23
Análise descritiva da comunidade	25
Rede de interações	30
DISCUSSÃO	35
CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	48

RESUMO

As abelhas são consideradas o grupo mais diverso dentre os himenópteros, e estima-se que 60% das plantas superiores são polinizadas por esses animais, cuja ocorrência em território brasileiro é estimada em 1.576 espécies. Para obtenção de informações acerca desses insetos, a primeira etapa consiste no levantamento e identificação dessas espécies. No presente trabalho, realizou-se o levantamento da fauna e flora associada na Ilha Grande do Paulino, no município de Tutóia (MA). As coletas foram realizadas entre julho de 2017 e junho de 2018, das 06:00 às 18:00, por dois coletores, em uma área de 4,9 km². Utilizou-se duas metodologias: busca ativa com rede entomológica e amostragem passiva com pratos-armadilha. Nas duas metodologias aplicadas, foram coletados 1.095 indivíduos pertencentes às famílias Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae, distribuídas em 17 tribos e 49 espécies, sendo a família Apidae a mais abundante. Novos registros de abelhas foram amostrados para o Estado do Maranhão. As abelhas foram coletadas em 19 espécies vegetais, correspondentes a 14 famílias botânicas. A rede distrófica gerada a partir das interações entre abelhas e plantas mostrou-se aninhada. A diversidade de abelhas da área mostrou-se equivalente a demais trabalhos em regiões semelhantes. A espécie de abelha mais abundante foi *Xylocopa cearensis*, e a planta mais visitada foi a espécie *Chamaecrista ramosa*.

Palavras-chave: Abelhas; Abundância; Flora apícola; Rede de interações.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da área de estudo. A-B. Mapa do Brasil, com destaque para o estado do Maranhão e Município de Tutóia. C. Ilhas do Delta do Parnaíba, com destaque para a Ilha Grande do Paulino e para local de coleta. Mapa gerado a partir do software QGIS 3.2.2.	16
Figura 2: Área de coleta nos períodos seco (A) e chuvoso (B).	16
Figura 3: Ponto de coleta de pratos-armadilha, em destaque nos círculos vermelhos.	17
Figura 4: Mapa da área de coleta passiva. A. Mapa do Brasil, com destaque para o estado do Maranhão; B, Mapa do Maranhão com destaque para o Município de Tutóia; C. Ilhas do Delta do Parnaíba, com destaque para a Ilha Grande do Paulino e pontos de coleta dos pratos-armadilha. Mapa gerado a partir do software QGIS 3.2.2.	18
Figura 5: Espécies de abelhas mais abundantes na Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA.	23
Figura 6: Distribuição de abundância de abelhas da Ilha Grande do Paulino.	24
Figura 7: Dados climáticos do período de coleta (jul/17 a jun/18) na Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA, Brasil.	24
Figura 8: Quantidade de indivíduos coletados em cada intervalo de horário na Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA, Brasil.	24
Figura 9: Gráfico de rank/abundância das espécies de abelhas coletadas na Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA.	25
Figura 10: Curva de acumulação de espécies, com estimadores de riqueza.	26
Figura 11: Teia ditrófica: interações entre abelhas (esquerda) e plantas (direita) da Ilha Grande do Paulino. Os vetores representam as interações entre estas espécies. A espessura dos vetores é proporcional à abundância relativa de abelhas visitantes. As abreviaturas dos nomes das espécies foram apresentadas nas Tabelas 2 e 3.	34
Figuras 12 (acima) e 13 (abaixo): Número de interações estabelecidas e de espécies de abelhas (acima) e espécies vegetais (abaixo) envolvidas nas interações da Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Abundância por tribo de abelhas coletadas na Ilha Grande do Paulino.	22
Tabela 2: Espécies de abelhas coletadas na Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA, utilizando o método de busca ativa e pratos-armadilha. R = Rede entomológica; P = Pratos-armadilha (entre parênteses, a cor do prato de coleta: Ama = amarelo; Az = azul); n = Abundância relativa; DM = Dominância (D = Dominante; A = Acessória; OC = Ocasional); FO = Frequência de ocorrência (MF = Muito frequente; F = Frequente; PF = Pouco frequente); CL = Classificação (C = Comum; I = Intermediária; R = Rara).	27
Tabela 3: Espécies botânicas visitadas por abelhas na área de estudo da Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA. N = Néctar; P = Pólen; O = Óleo. As abreviaturas das espécies de abelhas visitantes estão apresentadas na Tabela 2.	31

INTRODUÇÃO

As abelhas (Hymenoptera: Apoidea) são consideradas o grupo mais diverso (NEFF; SIMPSON, 1993) e, juntamente com as vespas e formigas, são, talvez, os insetos de maior importância econômica para o homem. Estima-se que 60% das plantas superiores são polinizadas por abelhas, o que ressalta a grande importância deste grupo, pois muitos dos alimentos que consumimos dependem da polinização realizada por esses organismos (SILVA, 2005). Segundo MICHENER (2007), o número de espécies é avaliado em torno de 25 a 30 mil, divididas em 4 mil gêneros e estão distribuídas nas mais diferentes regiões do mundo (SCHLINDWEIN, 2000).

Para o território brasileiro, SILVEIRA; MELO; ALMEIDA (2002) listaram 1.576 espécies de abelhas de ocorrência conhecida, pertencentes a 207 gêneros, salientando, porém, que esse não corresponde ao número total de espécies existentes no Brasil, mas apenas ao número de espécies já descritas no País. No Estado do Maranhão há o registro de 153 espécies de abelhas (23%) reconhecidas em coleções biológicas (RÊGO; ALBUQUERQUE, 2012).

Dentre as diversas regiões do globo, os trópicos são caracterizados por possuir uma alta diversidade de angiospermas, as quais produzem uma grande variedade de tipos florais, resultando também numa vasta diversidade de visitantes os quais usufruem dos seus recursos florais (ENDRESS, 1994).

Abelhas e plantas coevoluíram desde o Cretáceo, entre 60 e 100 milhões de anos atrás, formando uma relação benéfica que dura até os dias atuais. Tal interação mostra que as abelhas são dependentes das flores, as quais são a principal fonte de alimento desses insetos, oferecendo pólen, néctar e óleo. Reciprocamente, muitas espécies de plantas dependem, inteiramente ou não, das abelhas enquanto agentes polinizadores (GIORGINI; GUSMAN, 1972; MARTIN, 1979). Dessa maneira, as abelhas compõem os agentes polinizadores mais adaptados à visita das Angiospermas (KEVAN; BAKER, 1983; PROCTOR; YEO; LACK, 1996). Especialmente em regiões tropicais do globo, abelhas formam o principal grupo de polinizadores e visitantes florais (BAWA, 1990).

O processo de polinização representa um dos mais fortes elos entre plantas e animais. O sucesso do fluxo gênico entre membros de uma população vegetal está diretamente relacionado com o raio de voo do polinizador, a distribuição espacial da planta e a biologia floral (BARTH, 1991). Peças bucais e corpos adaptados para embeber o néctar das flores e coletar pólen, respectivamente, são algumas das adaptações das abelhas às complexas estruturas

florais. O fator adaptativo aliado ao número de abelhas na natureza resulta na maior eficiência como polinizadores (KEVAN; BAKER, 1983; PROCTOR; YEO; LACK, 1996). Segundo WILMS (1996), as abelhas são consideradas os principais polinizadores em diferentes ecossistemas temperados e tropicais, contribuindo para a preservação e perpetuação das espécies vegetais.

A primeira etapa para obtenção de informações acerca dos polinizadores consiste no levantamento e identificação dessas espécies, agregando também a definição de estratégias de manejo e gerenciamento da conservação dos recursos biológicos encontrados nas comunidades de vegetais e de animais (KEVAN; BAKER, 1983).

Analisando-se a diversidade de espécies de um dado local, podemos avaliar o grau de desgaste ambiental, além de ser um parâmetro relacionado ao equilíbrio dinâmico do ecossistema, por relações estabelecidas entre organismos produtores e consumidores (BROWER; VAN LOON, 1984). De acordo com DANTAS *et al.* (1998), as avaliações da diversidade, tanto da fauna como da flora dos diversos ecossistemas, são de extrema importância para o conhecimento das relações entre os seres vivos, possibilitando a obtenção de informações básicas para estudos mais amplos sobre as características ecológicas de um determinado habitat ou ecossistema (PRADO, 1980), sendo assim o ponto de partida para pesquisas mais específicas.

Embora se verifique um grande número de espécies de abelhas no Brasil e sua variabilidade nos diferentes biomas, ainda existe grande carência de informações sobre o impacto causado por alterações do habitat nas populações de abelhas, bem como sobre as espécies a elas associadas (LOPES *et al.*, 2010). Diversos levantamentos de abelhas e seus recursos florais utilizados foram realizados em várias regiões do Brasil (KRUG & ALVES-DOS-SANTOS, 2008; MILET-PINHEIRO; SCHLINDWEIN, 2008; RÊGO; ALBUQUERQUE, 2012; GOSTINSKI *et al.*, 2016), mas devido ao extenso território brasileiro, assim como a grande quantidade de espécies de abelhas, muitas áreas não são totalmente contempladas com obtenção de dados faunísticos, e poucos levantamentos são realizados em ilhas (ZANELLA, 1991; SCHWARTZ-FILHO; LAROCCA, 1999; SOUSA, 2003).

Diante dessas diversas interações mutualísticas observadas entre abelhas e plantas, representações gráficas das redes de interações ajudam a fornecer informações com intuito de compreender melhor a funcionalidade e composição de tais interações nos ecossistemas. Nesse contexto, as teias ditróficas, que consideram dois níveis tróficos, um do recurso e outro do consumidor, vêm sendo utilizadas atualmente (LEWINSOHN; LOYOLA; PRADO, 2006).

Neste trabalho, realizou-se o levantamento da fauna e flora apícolas em uma ilha continental, no município de Tutóia (MA), uma vez que a mesma se localiza em um Estado de transição de ambientes e não possui informações documentadas acerca da comunidade de abelhas. Além disso, ressalta-se a importância de estudar a composição faunística de uma ilha, em virtude dos fatores biogeográficos oriundos desse tipo de local.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Conhecer a diversidade da fauna apícola e suas interações com a flora da Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA.

Objetivos Específicos

- Mensurar a abundância relativa e frequência de abelhas registradas do local;
- Avaliar a distribuição da abundância relativa das abelhas coletadas da localidade;
- Avaliar a influência dos dados abióticos do local de coleta sobre a comunidade de abelhas;
- Registrar as espécies vegetais visitadas pelas abelhas coletadas do local;
- Construir rede de interação entre as espécies botânicas e suas abelhas visitantes.
- Calcular a conectância e o grau médio para plantas e animais;
- Medir a distribuição dos graus e o índice de aninhamento.

METODOLOGIA

Área de estudo

A Ilha Grande do Paulino (-2.715922, -42.200054) possui 40,5 km² e situa-se no Delta do Parnaíba, também conhecido como Delta das Américas. Pertence ao município de Tutóia, MA (Figura 1) e localiza-se a 2 km de distância do litoral continental. A ilha caracteriza-se principalmente pela presença de mangue e restingas. Segundo a classificação de Köppen-Geiger (KOTTEK *et al.*, 2006), o clima da localidade é do tipo Aw, com o período seco compreendendo os meses de julho a dezembro, e o período chuvoso, entre janeiro e junho, com pluviosidade anual de 1473 mm (Climate-data.org).

A área utilizada para a realização das coletas possui 4,9 km² e constitui-se de uma restinga aberta composta por um campo arenoso com plantas rasteiras e arbustos, com a presença de ambientes alagados, próxima a um fragmento de restinga fechada. A restinga fechada da área é composta por plantas rasteiras, arbustivas, arbóreas e epífitas. (Figura 2). O local de coleta se localiza a 200 metros de meliponário com criação de *Melipona subnitida*.

Os dados da temperatura e umidade do local foram obtidos nos dias de coleta com uso de termo-higrômetro (modelo HT-209, Icel Manaus). As informações pluviométricas foram obtidas mediante consulta ao banco de dados da plataforma digital do INMET.

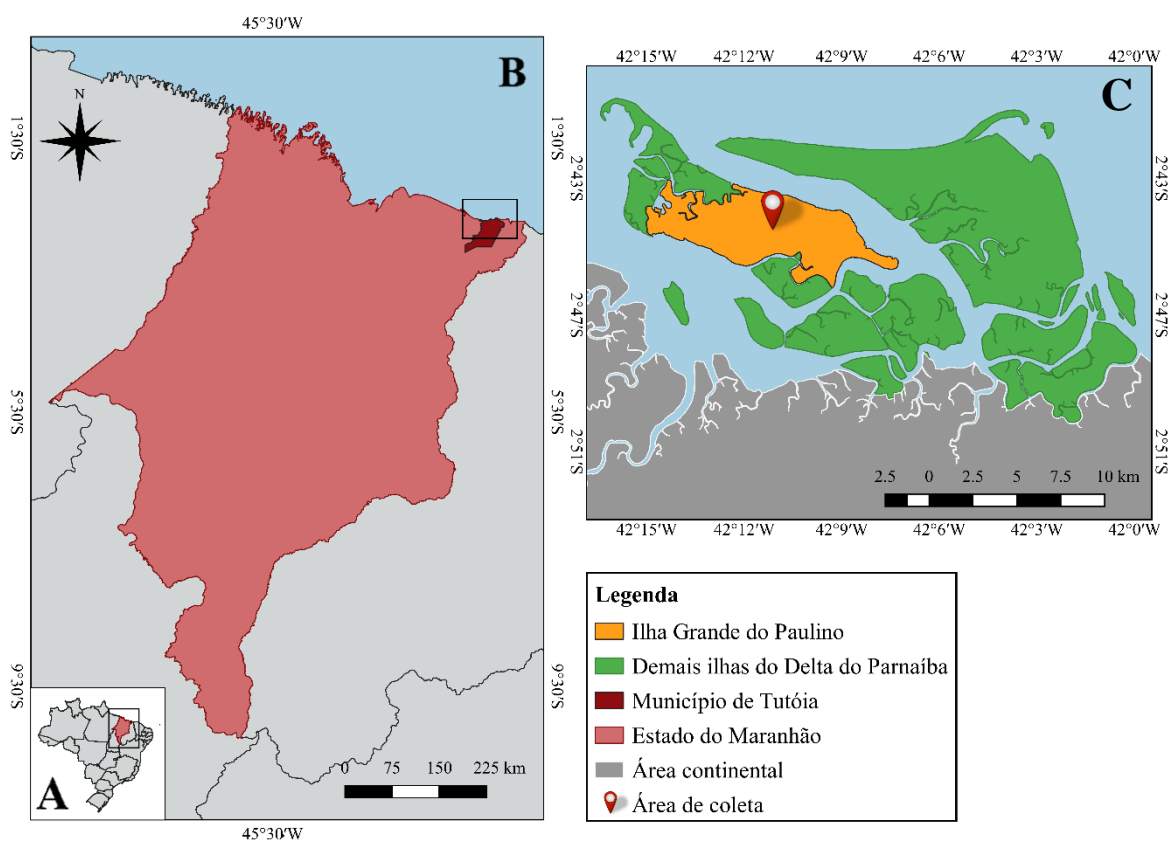


Figura 1: Mapa da área de estudo. **A.** Mapa do Brasil. **B.** Estado do Maranhão e Município de Tutóia. **C.** Ilhas do Delta do Parnaíba, com destaque para a Ilha Grande do Paulino e para local de coleta. Mapa gerado a partir do software QGIS 3.2.2.

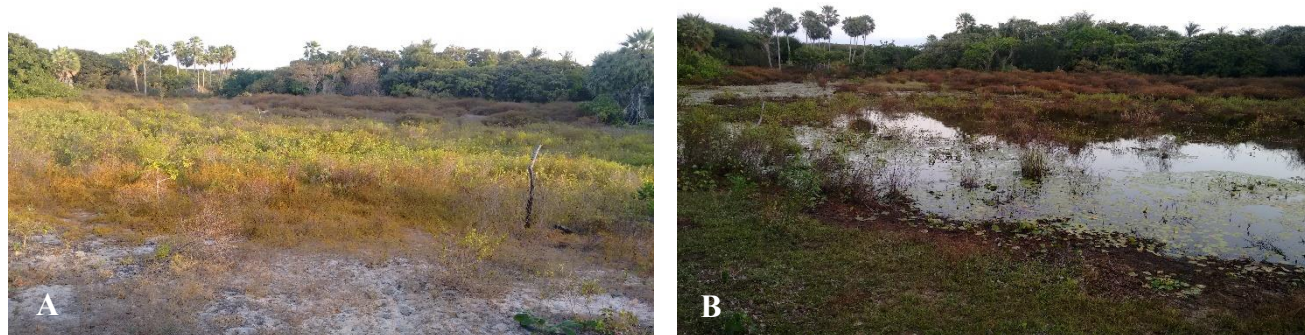


Figura 2: Área de coleta nos períodos seco (A) e chuvoso (B).
Autor: Carlos Neves Jr.

Amostragem de abelhas

As coletas foram realizadas no intervalo de um ano, entre julho de 2017 e junho de 2018, uma vez por mês, das 06:00 às 18:00, por dois coletores, perfazendo um total de 288 horas de esforço amostral. As abelhas foram coletadas por dois métodos de amostragem: rede entomológica e pratos-armadilha. A coleta ativa, com o uso de rede entomológica (puçá),

consiste em capturar as abelhas em visita às flores, quando em repouso ou em voo, segundo a metodologia de SAKAGAMI *et al.* (1967), cujos dados obtidos representam, de forma satisfatória, a estrutura faunística de algumas áreas posteriormente estudadas (SANTOS; CARVALHO; SILVA, 2004; KRUG & ALVES-DOS-SANTOS, 2008; MILET-PINHEIRO; SCHLINDWEIN, 2008; RÊGO; ALBUQUERQUE, 2012; GOSTINSKI *et al.*, 2016).

A coleta passiva, com uso de pratos-armadilha, ou armadilha de Möericke, consiste na utilização de recipientes plásticos coloridos, como atrativo visual, contendo uma solução de água e detergente. Este método torna-se eficiente para a captura de espécimes pequenos que são dificilmente amostrados com rede entomológica (MÖERICK, 1951).

Os pratos-armadilha utilizados possuem dimensões de 4,5 cm de altura e cerca de 10 cm de diâmetro, nas cores amarelo, azul, branco, verde e vermelho. Os mesmos foram distribuídos em 5 grupos de 5 pratos (Figuras 3 e 4), perfazendo um total de 25 pratos-armadilha utilizados por coleta. Cada prato foi preenchido com aproximadamente 150 ml de água e 4-5 gotas de detergente (MÖERICK, 1951).



Figura 3: Ponto de coleta de pratos-armadilha, em destaque nos círculos vermelhos.
Foto: Carlos Neves Jr.

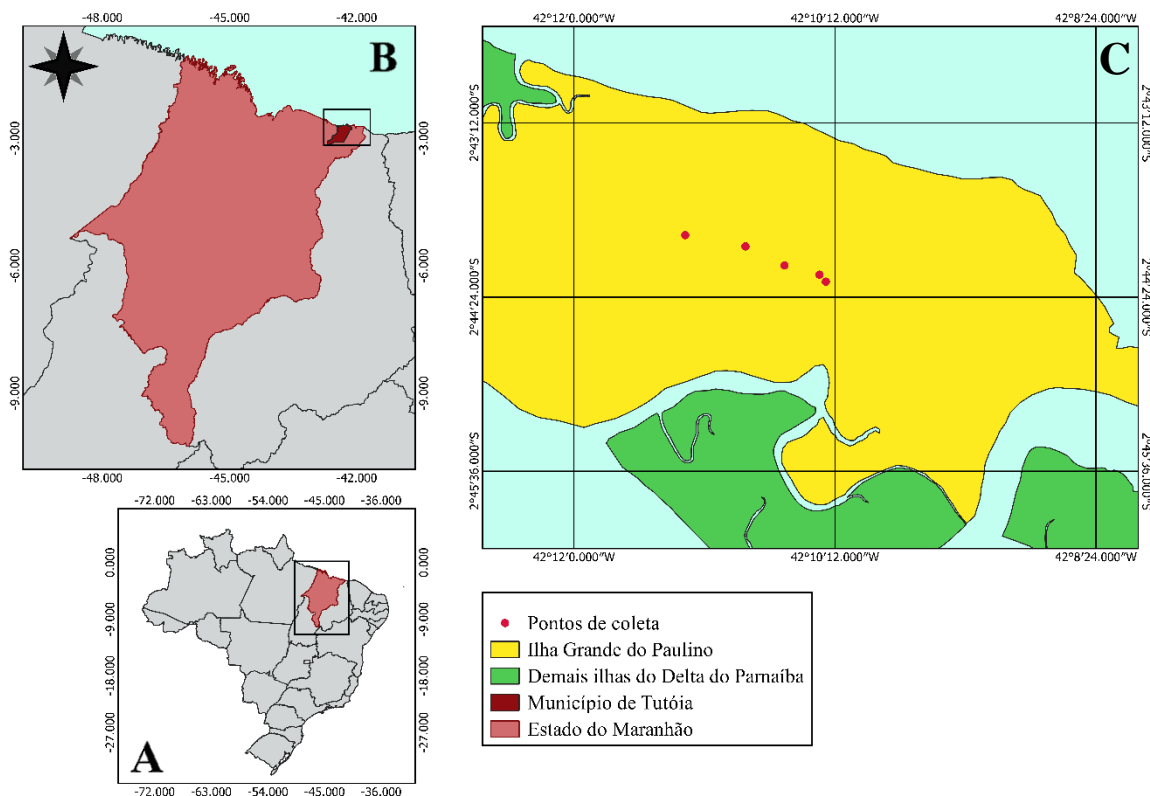


Figura 4: Mapa da área de coleta passiva. **A**, Mapa do Brasil, com destaque para o estado do Maranhão; **B**, Mapa do Maranhão com destaque para o Município de Tutóia; **C**, Ilhas do Delta do Parnaíba, com destaque para a Ilha Grande do Paulino e pontos de coleta dos pratos-armadilha. Mapa gerado a partir do software QGIS 3.2.2.

Os insetos coletados por busca ativa foram mortos em câmara mortífera com acetato de etila e colocados em sacos de papel com identificação do horário de coleta e planta em que foi coletado, enquanto os encontrados nos pratos-armadilha foram armazenados em potes coletores, sendo anotados data, período da coleta para ambas as metodologias, e o número correspondente ao grupo de pratos para a coleta passiva.

Todo material coletado foi levado ao LEA (Laboratório de Estudos sobre Abelhas - UFMA) e triado para posterior identificação, que foi realizada com o uso de chaves taxonômicas e/ou por comparação com material depositado na coleção-chave (LEACOL), pelos autores e outros especialistas. Os dados referentes a cada espécime de abelha coletado (família, gênero, espécie, data, horário e planta) foram registrados em um banco de dados.

Amostragem de flora apícola

As plantas que receberam as visitas das abelhas inventariadas foram também coletadas; ramos com folhas e/ou flores foram cortados com auxílio de uma tesoura de poda e feitas as

exsicatas correspondentes. Cada amostra coletada recebeu um número de coleta, e as características da planta foram anotadas em caderneta de campo, tais como: altura, localização, nome vulgar, hábito do indivíduo (herbáceo, arbustivo, arbóreo, trepadeira ou epífitas), hábitat (pasto sujo, borda de mata, área úmida e etc.), coloração das flores e frutos, e outras características que estão presentes ou não no material.

As exsicatas foram colocadas em estufas para posterior identificação através de reconhecimento, determinação com chaves analíticas, comparação com o material tipo, literatura especializada disponível e comparação com exsicatas do Herbário do Maranhão (MAR), do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão, no qual está processado e depositado todo o material coletado. O inventário da flora foi realizado por um terceiro coletor, alheio às coletas de abelhas, cujas amostragens serviram como objeto de comparação com os dados observados durante as coletas destes insetos.

Análise descritiva da comunidade

Utilizou-se o índice de Shannon-Wiener (H') (MAGURRAN, 2011) para calcular a diversidade, através do *software* Past versão 3.13 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2016). A distribuição das abundâncias para cada espécie foi analisada através do diagrama de Whittaker (*rank*/abundância), o qual nos indica o grau de dominância ou uniformidade presente na comunidade (MAGURRAN, 2011).

A determinação da suficiência amostral foi avaliada a partir da criação da curva de acumulação de espécies, na qual o ângulo de inclinação da reta em função dos meses de coleta indica o surgimento de espécies inéditas. Adicionalmente, através do *software* EstimateS versão 9.10 (COLWELL, 2013), utilizou-se três estimadores não-paramétricos (Chao 1, Jackknife 1 e Bootstrap) a fim de se inferir a riqueza real da comunidade. Justifica-se a utilização destes estimadores pela sua complementariedade, em que relacionam os parâmetros: raridade, abundância e riqueza total, respectivamente (MAGURRAN, 2011).

Calculou-se a frequência de ocorrência (FO) e dominância (DM) segundo PALMA (1975), onde $FO = \text{número de amostras com a espécie } i / \text{número de amostras} \times 100$; se $FO \geq 50\%$, a espécie é considerada muito frequente (MF); se $FO < 50\%$ e $> 25\%$, é considerada frequente (F); se $FO \leq 25\%$, a espécie é considerada pouco frequente (PF). A dominância (DM) foi calculada como $DM = \text{abundância da espécie } i / \text{abundância total} \times 100$, onde quando $DM > 5\%$ = espécie dominante (D); se $DM \leq 5\%$ e $> 2,5\%$ = espécie acessória (A) e quando $DM \leq 2,5\%$ = espécie ocasional (OC). De acordo com BUSCHINI (2006) e AGUIAR & GAGLIANONE (2012), a combinação da frequência de ocorrência e dominância classifica as

espécies em três categorias: espécie comum (muito frequente ou frequente + dominante), espécies raras (pouco frequente + ocasional) e espécies intermediárias (demais combinações).

Rede de interações

Com os dados de presença e ausência das espécies vegetais e as espécies de abelhas visitantes, confeccionou-se a rede de interações em formato de grafo bipartido utilizando o software R (*The R Project for Statistical Computing*), versão 3.5.1, com o pacote *bipartite*. Dentre as métricas disponíveis para a descrição de uma rede de interações qualitativa, foram utilizadas as métricas para calcular a conectância, o grau médio para plantas e animais, sendo também medida a distribuição dos graus e o índice de aninhamento.

A conectância (C), que mede a proporção das conexões que de fato são observadas, é a razão entre o número de interações observadas (E) e o número de interações possíveis, que por sua vez é dado pelo produto do número plantas (P) e animais (A) da rede: $C = E/A.P$ (PIGOZZO; VIANA, 2010). Para valores percentuais, o valor de C foi multiplicado por 100. O grau médio das plantas foi obtido a partir da média aritmética dos graus de todas as espécies vegetais, sendo o grau, o número de interações em que cada espécie esteve envolvida. O mesmo foi feito para os animais (PIGOZZO; VIANA, 2010).

O grau médio das plantas, correspondente ao número de interações, 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. A distribuição do grau foi feita graficamente, em uma representação de barras verticais, na qual o número de interações estabelecidas (grau) é representado no eixo x, enquanto que o eixo y, o número de espécies que apresentaram determinado grau, seja de plantas ou abelhas (PIGOZZO; VIANA, 2010).

Para avaliar o grau de aninhamento da rede de interações foram selecionados dois índices de aninhamento, dentre os existentes: o T e o NODF (*Nestedness metric based on Overlap and Decerasing Fill*). O índice T foi selecionado por ser amplamente utilizado em estudos anteriores, sendo útil quando se deseja comparar os dados obtidos no estudo com dados já publicados. Como o índice T é inversamente proporcional ao grau de aninhamento, tem sido utilizado o índice N (BASCOMPTE *et al.*, 2003) através do índice T: $N = (100-T)/100$. O valor de T varia de 0 a 1, onde quanto mais próximo de 1, maior o aninhamento da rede.

O índice NODF foi selecionado por ser um índice com propriedades estatísticas mais consistentes (PIGOZZO; VIANA, 2010). As análises para obtenção dos índices de aninhamento foram realizadas no software ANINHADO (GUIMARÃES & GUIMARÃES JR., 2006). O índice baseia-se na sobreposição e conectância decrescente que varia de 0 a 100, sendo que valores próximos a 100 demonstram uma estrutura altamente aninhada (ALMEIDA-NETO *et al.*, 2008).

RESULTADOS

Composição faunística

Nas duas metodologias aplicadas, foram coletados 1.095 indivíduos pertencentes às famílias Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae, distribuídas em 17 tribos, 30 gêneros e 49 espécies.

A família Apidae apresentou a maior abundância, com 88,58% dos espécimes coletados (970 indivíduos), sendo a espécie *Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis* (Ducke, 1910) a mais abundante, com 407 indivíduos coletados, representando 37,17% da abundância relativa (Figura 5). Em seguida, a família mais abundante foi Megachilidae (7,4%, 81 indivíduos), seguida de Colletidae (2,28%, 25 indivíduos), Halictidae (1,64%, 18 indivíduos) e Andrenidae (0,09%, 1 indivíduo). A maior abundância de Apidae deve-se, principalmente, às abelhas dos gêneros *Xylocopa* (414 indivíduos) e *Centris* (301 indivíduos), ambos representando, respectivamente, 37,81% e 27,49% dos espécimes amostrados. Xylocopini e Centridini foram as tribos mais abundantes, com 42,92% (470 indivíduos) e 28,68% (314 indivíduos) (Tabela 1). Apidae também foi a família com maior riqueza, englobando 31 espécies amostradas (63,27%), seguida por Halictidae (8 espécies, 16,33%), Megachilidae, (7 espécies, 14,29%), Colletidae (2 espécies, 4,08%) e Andrenidae (1 espécie, 2,04%).

Amostragem ativa – Rede entomológica

Foram coletados com rede entomológica 1.089 indivíduos (927 fêmeas e 162 machos) pertencentes às famílias Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae, correspondentes a 17 tribos e 46 espécies (Tabela 2).

Tabela 1: Abundância por tribo de abelhas coletadas na Ilha Grande do Paulino

Família	Tribo	Indivíduos	n (%)
Andrenidae	Protomeliturgini	1	0,09
Apidae	Apini	47	4,29
	Centridini	314	26,68
	Emphorini	11	1
	Ericrocidini	31	2,83
	Eucerini	13	1,19
	Euglossini	1	0,09
	Meliponini	75	6,85
	Nomadini	6	0,55
	Tapinotaspidini	2	0,18
	Xylocopini	470	42,92
Colletidae	Hylaeini	1	0,09
	Diphaglossini	24	2,19
Halictidae	Augochlorini	15	1,37
	Halictini	3	0,27
Megachilidae	Anthidiini	66	6,03
	Megachilini	15	1,37

Amostragem passiva – Pratos-armadilha

Durante todos os meses de coleta, seis espécimes de abelhas foram coletados nos pratos-armadilha. As abelhas coletadas correspondem às famílias Halictidae (um indivíduo da espécie *Augochlorella tredecim* (Vachal, 1911) e dois não identificados a nível de espécie), Apidae (dois indivíduos: um da espécie *Ceratina (Crewella) maculifrons* (Smith, 1854) e outro da espécie *Ceratina (Crewella) pubescens* (Smith, 1879)) e Megachilidae (1 indivíduo de *Dicranthidium arenarium* (Ducke 1907)) (Tabela 2). Foram coletadas 5 abelhas nos pratos azuis e uma nos pratos amarelos (*D. arenarium*). Os demais pratos nas cores branca, verde e vermelha não tiveram presença de abelhas.

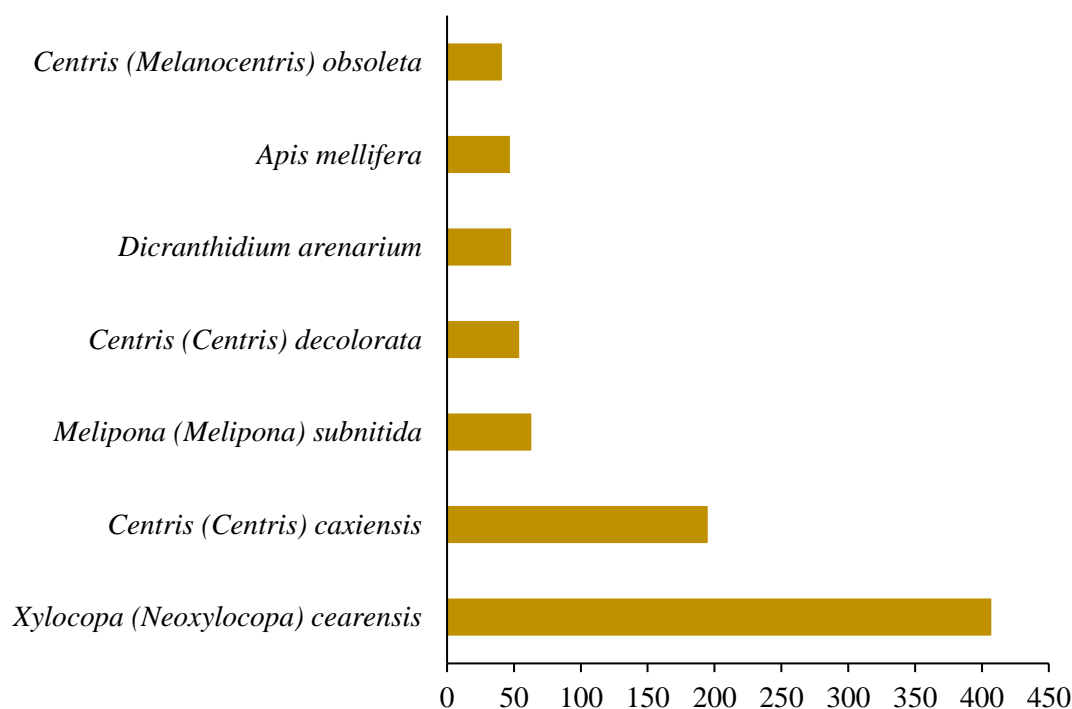


Figura 5: Espécies de abelhas mais abundantes na Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA.

Flutuação da comunidade

Foram capturadas abelhas durante todos os meses de coleta (Figura 6), sendo 551 espécimes coletados no período seco e 544 coletados no período chuvoso. O mês de fevereiro apresentou um pico de ocorrência de indivíduos, com 214 abelhas coletadas.

O período da manhã mostrou maior atividade de indivíduos, principalmente no intervalo entre 6:00 e 10:00. A ocorrência de abelhas decresceu gradualmente no decorrer do dia, aumentando novamente no intervalo entre as 16:00 e 18:00, horário em que a temperatura estava mais amena e a umidade relativa aumentou (Figura 7).

Em relação à frequência de ocorrência, seis espécies (12,24%) foram consideradas muito frequentes (MF), 11 espécies (22,45%) foram consideradas frequentes (F) e 32 espécies (65,31%) consideradas pouco frequentes (PF). Quando à dominância, apenas *Centris (Centris) caxienseis* (Ducke, 1907), *C. (Centris) decolorata* (Lepeletier, 1841), *Melipona (Melipona) subnitida* (Ducke, 1910) e *Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis* (Ducke, 1910) foram consideradas espécies dominantes (8,16%); quatro espécies (8,16%) foram consideradas acessórias (A) e 41 (83,67%) foram consideradas ocasionais (OC). Quatro espécies foram consideradas comuns (8,16%), 13 intermediárias (26,53%) e 32 espécies consideradas raras (65,31%) na área de coleta (Tabela 2).

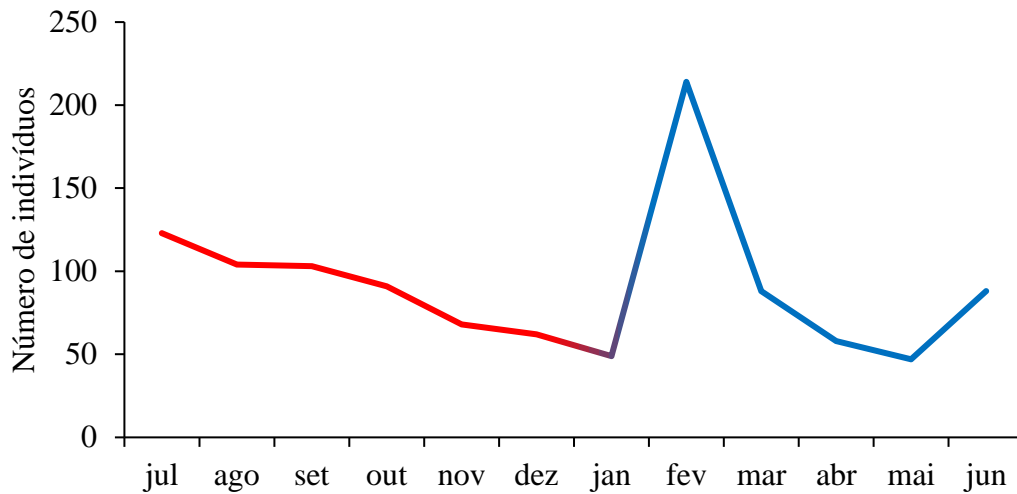


Figura 6: Distribuição de abundância de abelhas da Ilha Grande do Paulino (vermelho = período seco; azul = período chuvoso).

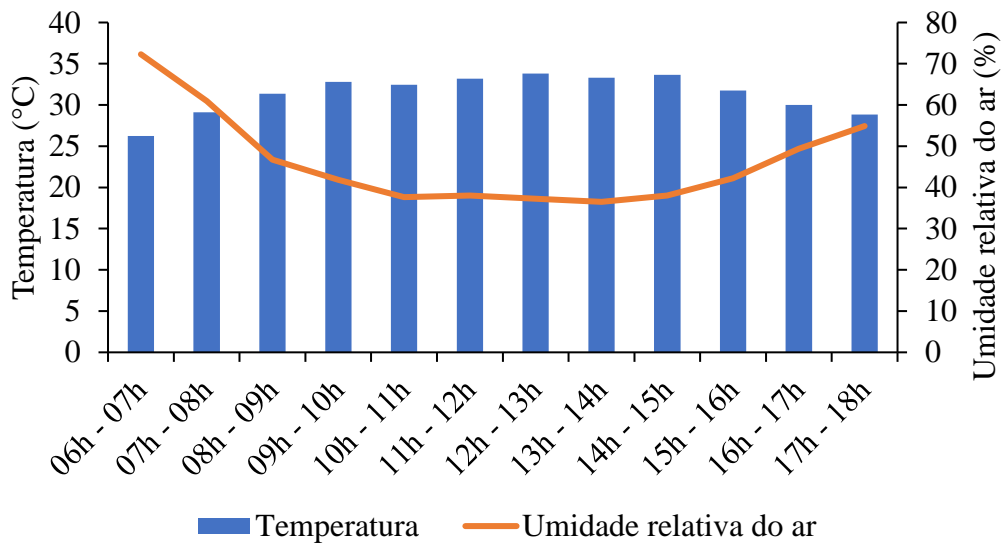


Figura 7: Dados climáticos do período de coleta (jul/17 a jun/18) na Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA, Brasil.

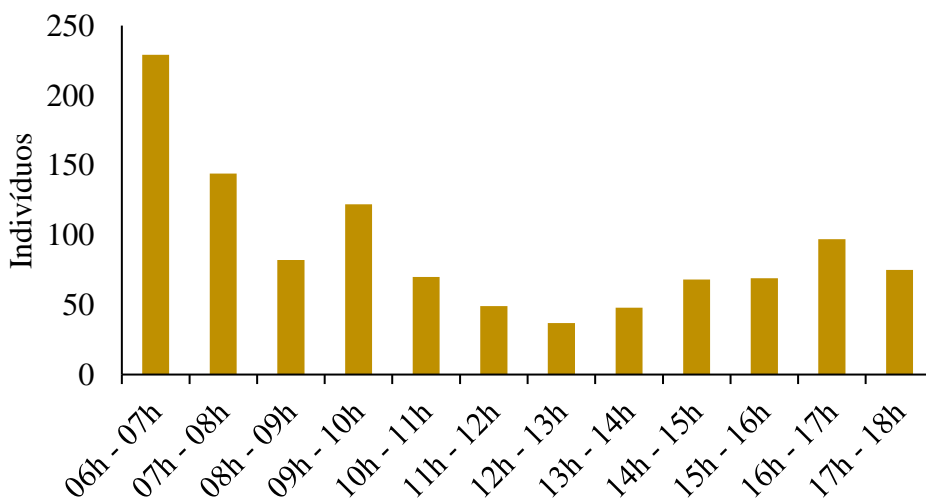


Figura 8: Quantidade de indivíduos coletados em cada intervalo de horário na Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA, Brasil.

Análise descritiva da comunidade

A pequena quantidade de espécies abundantes na área e uma grande quantidade de espécies com baixo número de indivíduos é representada no gráfico de rank/abundância (Figura 9), mostrando uma desuniformidade da comunidade de abelhas coletadas na Ilha Grande do Paulino.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') apresentou valor 2,4. Na figura 10 é representada a curva de acumulação de espécies juntamente com os estimadores de riqueza Chao1, Jackknife1 e Bootstrap, mostrando que houve uma insuficiência amostral. Para Chao1, as amostras correspondem a 75,71% da riqueza total do local. Para Jackknife e Bootstrap, os valores são, respectivamente, 72,78 % e 85,38%.

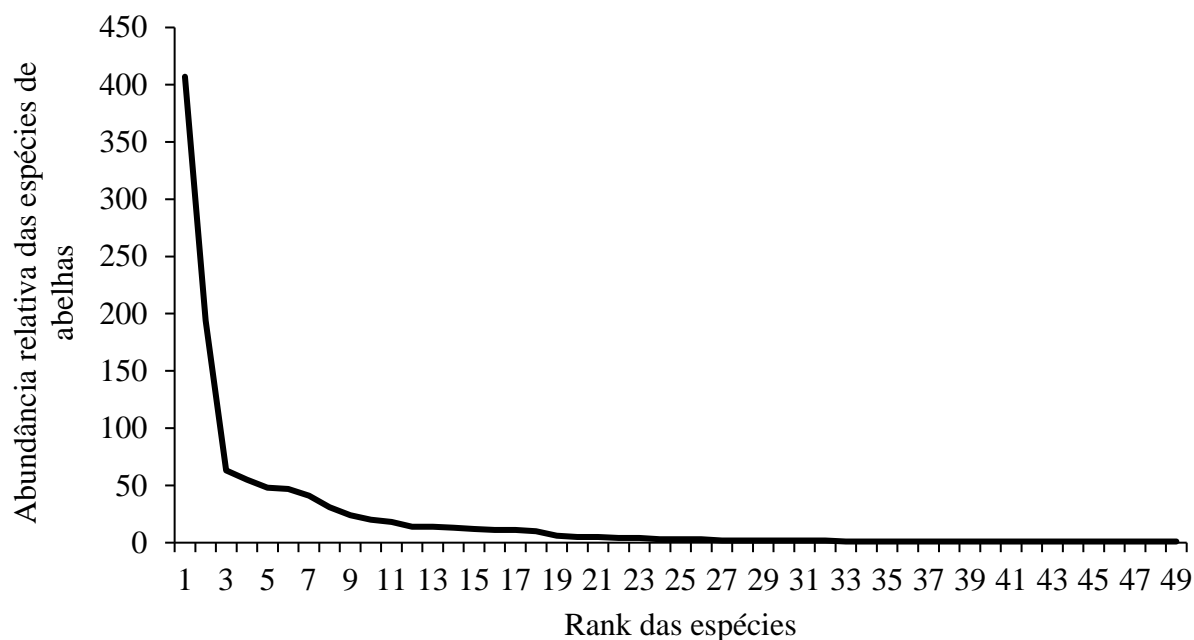


Figura 9: Gráfico de rank/abundância das espécies de abelhas coletadas na Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA.

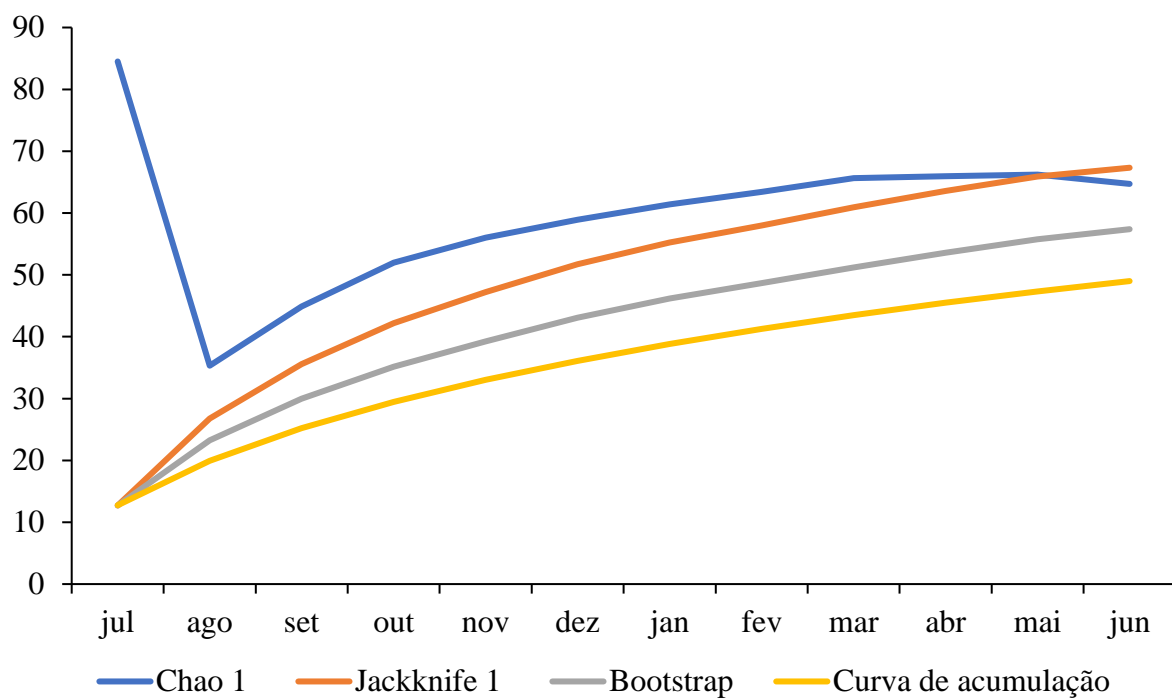


Figura 10: Curva de acumulação de espécies, com estimadores de riqueza.

Tabela 2: Famílias, tribos e espécies de abelhas coletadas na Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA, utilizando o método de busca ativa e pratos-armadilha. R = Rede entomológica; P = Pratos-armadilha (entre parênteses, a cor do prato de coleta: Ama = amarelo; Az = azul); n = Abundância relativa; DM = Dominância (D = Dominante; A = Acessória; OC = Ocasional); FO = Frequência de ocorrência (MF = Muito frequente; F = Frequente; PF = Pouco frequente); CL = Classificação (C = Comum; I = Intermediária; R = Rara).

Família	Tribo	Espécie	Abrev.	Espécimes		n (%)	DM	FO	CL
				R	P				
ANDRENIDAE	Protomeliturgini	<i>Protomeliturga turnerae</i> (Ducke, 1907)	Pt	1		0,09%	OC	PF	R
APIDAE	Apini	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	Am	47		4,29%	A	F	I
	Centridini	<i>Centris (Xanthemisia) bicolor</i> (Lepeletier 1841)	Cb	1		0,09%	OC	PF	R
		<i>Centris (Centris) byrsonimae</i> (Mahlmann & Oliveira, 2012)	Cby	2		0,18%	OC	PF	R
		<i>Centris (Centris) caxiensis</i> (Ducke, 1907)	Cc	194		17,72%	D	MF	C
		<i>Centris (Centris) decolorata</i> (Lepeletier, 1841)	Cd	55		5,02%	D	MF	C
		<i>Centris (Centris) flavifrons</i> (Fabricius, 1775)	Cf	3		0,27%	OC	PF	R
		<i>Centris (Paracentris) hyptidis</i> (Ducke, 1908)	Ch	1		0,09%	OC	PF	R
		<i>Centris (Melacentris) obsoleta</i> (Lepeletier, 1841)	Co	41		3,74%	A	F	I
		<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> (Smith, 1874)	Ct	3		0,27%	OC	PF	R
		<i>Centris (Hemisiella) trigonoides</i> (Lepeletier, 1841)	Ct	1		0,09%	OC	PF	R
		<i>Epicharis (Epicharis) bicolor</i> (Smith, 1854)	Eb	2		0,18%	OC	PF	R
		<i>Epicharis (Epicharis) sp.</i>	Ep	11		1,00%	OC	F	I
	Emphorini	<i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)	Ms	11		1,00%	OC	F	I
	Ericrocidini	<i>Mesonychium asteria</i> (Smith, 1854)	Ma	31		2,83%	A	MF	I
	Eucerini	<i>Florilegus sp.</i>	Fl	13		1,19%	OC	PF	R
	Euglossini	<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> (Lepeletier, 1841)	Em	1		0,09%	OC	PF	R

Cont. Tab. 2

	Meliponini	<i>Frieseomelitta doederleini</i> (Friese, 1900)	<i>Fd</i>	12		1,10%	OC	F	I
		<i>Melipona (Melipona) subnitida</i> (Ducke, 1910)	<i>Msu</i>	63		5,75%	D	MF	C
	Nomadini	<i>Odyneropsis</i> sp.	<i>Od</i>	6		0,55%	OC	PF	R
	Tapinotaspidini	<i>Paratetrapedia duckei</i> (Friese, 1910)	<i>Pd</i>	1		0,09%	OC	PF	R
		<i>Paratetrapedia</i> sp.	<i>Pa</i>	1		0,09%	OC	PF	R
	Xylocopini	<i>Ceratina (Crewella) pubescens</i> (Smith, 1879)	<i>Cp</i>	1	1 (Ama)	0,18%	OC	PF	R
		<i>Ceratina (Crewella) rotundiceps</i> (Smith, 1879)	<i>Cr</i>	20		1,83%	OC	F	I
		<i>Ceratina (Crewella) maculifrons</i> (Smith, 1854)	<i>Cm</i>	13	1 (Ama)	1,28%	OC	F	I
		<i>Ceratina (Crewella) cf. asunciana</i> (Strand, 1910)	<i>Ca</i>	14		1,28%	OC	PF	R
		<i>Ceratina</i> sp1	<i>Ce1</i>	5		0,46%	OC	PF	R
		<i>Ceratina</i> sp2	<i>Ce2</i>	1		0,09%	OC	PF	R
		<i>Xylocopa (Neoxylocopa) aurulenta</i> (Fabricius, 1804)	<i>Xa</i>	4		0,37%	OC	PF	R
		<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i> (Ducke, 1910)	<i>Xc</i>	407		37,17%	D	MF	C
		<i>Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)	<i>Xf</i>	2		0,18%	OC	PF	R
		<i>Xylocopa (Schonherria) muscaria</i> (Fabricius, 1775)	<i>Xm</i>	1		0,09%	OC	PF	R
COLLETIDAE	Hylaeini	<i>Hylaeus</i> sp.	<i>Hy</i>	1		0,09%	OC	PF	R
	Diphaglossini	<i>Ptiloglossa</i> sp.	<i>Pti</i>	24		2,19%	OC	F	I
HALICTIDAE	Augochlorini	<i>Augochloropsis aff. vivax</i> (Smith, 1879)	<i>Av</i>	10		0,91%	OC	PF	R
		<i>Augochlorella tredecim</i> (Vachal, 1911)	<i>At</i>		1 (Ama)	0,09%	OC	PF	R
		<i>Augochlorini</i> sp1	<i>Au1</i>	1		0,09%	OC	PF	R
		<i>Augochlorini</i> sp2	<i>Au2</i>	1		0,09%	OC	PF	R
		<i>Augochlorini</i> sp3	<i>Au3</i>	2		0,18%	OC	PF	R

Cont. Tab. 2

	Halictini	<i>Dialictus</i> sp.	<i>Di</i>	1	0,09%	OC	PF	R	
		Halictini sp1	<i>Ha1</i>	1 (Ama)	0,09%	OC	PF	R	
		Halictini sp2	<i>Ha2</i>	1 (Ama)	0,09%	OC	PF	R	
MEGACHILIDAE	Anthidiini	<i>Dicranthidium arenarium</i> (Ducke 1907)	<i>Da</i>	47	1 (Az)	4,38%	A	F	I
		<i>Epanthidium tigrinum</i> (Schrottky, 1905)	<i>Et</i>	18		1,64%	OC	MF	I
	Megachilini	<i>Coelioxys</i> sp.	<i>Coe</i>	2		0,18%	OC	PF	R
		<i>Hypanthidium maranhense</i> (Urban, 1998)	<i>Hm</i>	4		0,37%	OC	F	I
		<i>Megachile</i> sp1	<i>Me1</i>	5		0,46%	OC	F	I
		<i>Megachile</i> sp2	<i>Me2</i>	3		0,27%	OC	PF	R
		Megachilini sp1	<i>Meg</i>	1		0,09%	OC	PF	R
Total				1095					

Rede de interações

Das 1.089 abelhas amostradas com busca ativa, 984 foram coletadas durante visita em flores, enquanto 105 foram coletadas em voo. As abelhas foram coletadas em 19 espécies vegetais, correspondentes a 14 famílias botânicas (Tabela 3). As plantas mais visitadas foram *Chamaecrista ramosa* (Vogel) H.S Irwin & Barneby var. *ramosa* (357 abelhas), *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth (144 abelhas), *Borreria verticillata* (L.) G.Mey. (141 abelhas) e *Euploca polyphylla* (Lehm.) J.I.M. Melo & Semir (133 abelhas). Das 14 famílias, apenas três foram visitadas por uma espécie, enquanto as demais interagiram com quatro ou mais espécies de abelhas, com destaque para a família Caesalpiniaceae, unicamente representada por *C. ramosa*, que foi visitada por 19 espécies.

Durante o período seco, 8 espécies de plantas foram visitadas por abelhas, em contraste com 16 espécies botânicas visitadas no período chuvoso.

A rede de interações apresentada na área de estudo (Figura 10) foi composta por 44 espécies de abelhas e 19 espécies de plantas, resultando numa possibilidade de, teoricamente, 836 interações possíveis. Porém, apenas 118 interações foram observadas entre a fauna apícola e a flora associada, equivalendo a 14,11% das interações possíveis. Os índices N e NODF apresentaram, respectivamente, valores iguais a 0,85 e 20,56, demonstrando um aninhamento da rede.

Das interações observadas, 59 (50%) se concentram em apenas oito espécies de abelhas, que juntas compõem 18,18% de toda fauna apícola presente na rede: *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* (Ducke, 1910) (12; 10,17%), *Centris* (*Centris*) *caxiensis* (Ducke, 1907) (9; 7,63%), *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (8; 6,78%), *Dicranthidium arenarium* (Ducke 1907) (7; 5,93%), *Epanthidium tigrinum* Schrottky, 1905 (7; 5,93%), *Centris* (*Centris*) *decolorata* (Lepelletier, 1841) (6; 5,08%), *Centris* (*Melacentris*) *obsoleta* (Lepelletier, 1841) (5; 4,24%), e *Melipona* (*Melipona*) *subnitida* (Ducke, 1910) (5; 4,24%).

Tabela 3: Famílias e espécies botânicas com suas respectivas espécies de abelhas visitantes na área de estudo da Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA. N = Néctar; P = Pólen; O = Óleo. As abreviaturas das espécies de abelhas visitantes estão apresentadas na Tabela 2

Família	Espécie botânica	Abrev.	Espécies de abelhas visitantes	Número de visitantes	Recurso		
					N	P	O
AIZOACEAE	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	<i>Sp</i>	<i>Am</i> (2), <i>Av</i> (9), <i>Fd</i> (5), <i>Msu</i> (1)	17			
AMARANTACEAE	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	<i>Ab</i>	<i>Au3</i> (1), <i>Da</i> (9), <i>Di</i> (1), <i>Et</i> (1), <i>Hm</i> (2)	14	X		
ANACARDIACEAE	<i>Anacardium occidentale</i> L.	<i>Ao</i>	<i>Cb</i> (1), <i>Cc</i> (12), <i>Cd</i> (2), <i>Ct</i> (1), <i>Co</i> (1), <i>Ep</i> (1), <i>Et</i> (1), <i>Msu</i> (2), <i>Xc</i> (10)	31	X	X	
BORAGINACEAE	<i>Euploca polyphylla</i> (Lehm.) J.I.M. Melo & Semir	<i>Epo</i>	<i>Am</i> (3), <i>Cc</i> (11), <i>Cd</i> (1), <i>Cm</i> (1), <i>Cr</i> (2), <i>Da</i> (5), <i>Et</i> (3), <i>Fl</i> (7), <i>Msu</i> (2), <i>Pt</i> (1), <i>Xa</i> (1), <i>Xc</i> (96)	133	X		
CAESALPINIACEAE	<i>Chamaecrista ramosa</i> (Vogel) Irwin & Barneby var. <i>ramosa</i>	H.S <i>Cra</i>	<i>Am</i> (4), <i>Au3</i> (1), <i>Av</i> (1), <i>Cby</i> (1), <i>Cc</i> (35), <i>Cd</i> (23), <i>Ch</i> (1), <i>Cm</i> (1), <i>Co</i> (26), <i>Ct</i> (2), <i>Da</i> (4), <i>Et</i> (3), <i>Fl</i> (3), <i>Hm</i> (1), <i>Ma</i> (1), <i>Msu</i> (36), <i>Od</i> (3), <i>Pti</i> (24), <i>Xc</i> (187)	357		X	
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea maurandioides</i> Meisn <i>Ipomoea</i> sp.	<i>Im</i>	<i>Am</i> (1), <i>Ce1</i> (5), <i>Cm</i> (11), <i>Cp</i> (1), <i>En</i> (1), <i>Ms</i> (8), <i>Xc</i> (7)	34	X	X	
	<i>Jacquemontia tamnifolia</i> (L.) Griseb.	<i>Jt</i>	<i>Au1</i> (1), <i>Au2</i> (1), <i>Cc</i> (3), <i>Fl</i> (1), <i>Me2</i> (1), <i>Xc</i> (1)	8	X	X	
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	<i>Jm</i>	<i>Am</i> (1)	1	X	X	

Cont. Tab. 3

FABACEAE	<i>Ancistrotropis peduncularis</i> (Kunth) A. Delgado	<i>Ap</i>	<i>Xc</i> (10)	10	X	
	<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Amshoff	<i>As</i>	<i>Xc</i> (1)	1	X	
	<i>Canavalia</i> sp.	<i>Can</i>	<i>Xf</i> (1)	1		
	<i>Zornia reticulata</i>	<i>Zr</i>	<i>Da</i> (5), <i>Et</i> (3), <i>Fl</i> (1), <i>Hm</i> (1), <i>Me1</i> (1)	11	X	
LOGANIACEAE	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	<i>Sa</i>	<i>Xa</i> (1)	1	X	X
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	<i>Bc</i>	<i>Cc</i> (91), <i>Cd</i> (25), <i>Cf</i> (3), <i>Co</i> (9), <i>Eb</i> (2), <i>Ep</i> (8), <i>Fd</i> (2), <i>Pa</i> (1), <i>Pd</i> (1), <i>Xc</i> (2)	144		X X
OCHINACEAE	<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill	<i>Oh</i>	<i>Cc</i> (2), <i>Cd</i> (2), <i>Msu</i> (3), <i>Xc</i> (7), <i>Xm</i> (1)	15		X
RUBIACEAE	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	<i>Bv</i>	<i>Am</i> (2), <i>Cc</i> (30), <i>Cd</i> (2), <i>Co</i> (2), <i>Cr</i> (1), <i>Da</i> (19), <i>Et</i> (3), <i>Ep</i> (1), <i>Hy</i> (1), <i>Me1</i> (3), <i>Me2</i> (1), <i>Msu</i> (8), <i>Xa</i> (2), <i>Xc</i> (66)	141	X	X
	<i>Mitracarpus strigosus</i> (Thunb.) P.L.R. Moraes, De Smedt & Hjertson	<i>Mst</i>	<i>Am</i> (3), <i>Cby</i> (1), <i>Cc</i> (1), <i>Da</i> (1), <i>Ma</i> (1)	7	X	X
SAPOTACEAE	<i>Manilkara</i> sp.	<i>Man</i>	<i>Xc</i> (1)	1		
TURNERACEAE	<i>Turnera melochioides</i> Cambess.	<i>Tm</i>	<i>Am</i> (1), <i>Ca</i> (14), <i>Cc</i> (4), <i>Ce2</i> (1), <i>Cr</i> (17), <i>Co</i> (2), <i>Da</i> (2), <i>Ep</i> (1), <i>Et</i> (2), <i>Ma</i> (2), <i>Meg</i> (1), <i>Od</i> (2), <i>Xc</i> (8)	57	X	X

Em relação às espécies vegetais, 68 interações (57,63%) concentraram-se em cinco espécies, que juntas correspondem a 26,32% de toda a flora apícola da rede: *Chamaecrista ramosa* (Vogel) H.S Irwin & Barneby var. *ramosa* (19; 16,1%), *Borreria verticillata* (L.) G.Mey. (14; 11,86%), *Turnera melochioides* Cambess. (13; 11,02%), *Euploca polyphylla* (Lehm.) J.I.M. Melo & Semir (12; 10,17%), e *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth (10; 8,47%).

O grau das abelhas variou entre 1 a 12 espécies de plantas, sendo o grau médio para a comunidade de abelhas igual a 2,68. Vale ressaltar que 15 espécies de abelhas (34,09%) visitaram mais plantas que a média, e 22 espécies (50%) dependem ou preferem apenas uma espécie vegetal (Figura 11).

Para as plantas, o grau variou de 1 a 19, com grau médio de 6,21. Sete espécies de plantas (36,84%) receberam um valor acima da média de visitas, e seis espécies (31,58%) receberam apenas uma espécie de abelha como visitante (Figura 12).

Pode-se observar a baixa quantidade de espécies da fauna e flora apícola concentrando grande parte das interações, as quais estão conectadas com as demais espécies com poucas interações. Esses fatores caracterizam as interações estabelecidas entre abelhas e flores na área de coleta da Ilha Grande do Paulino como heterogêneas.

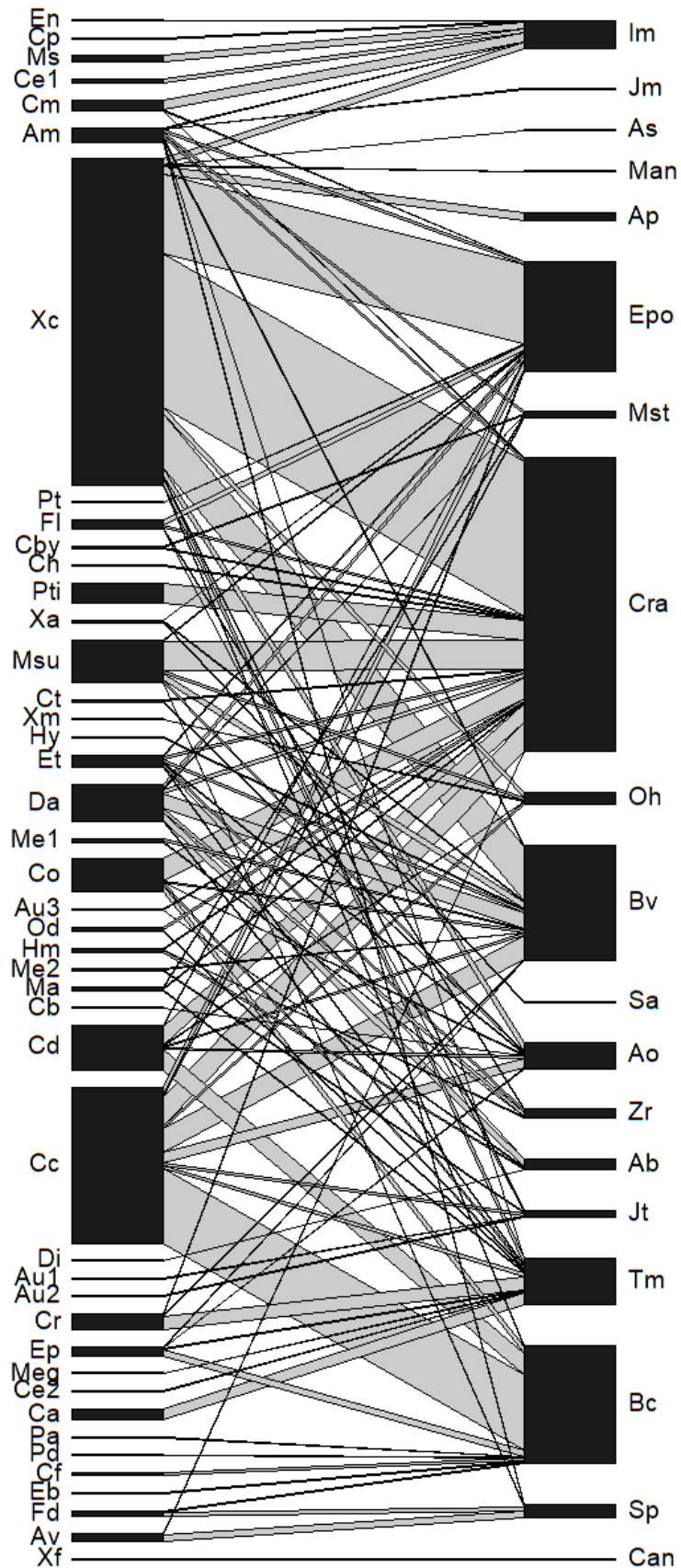
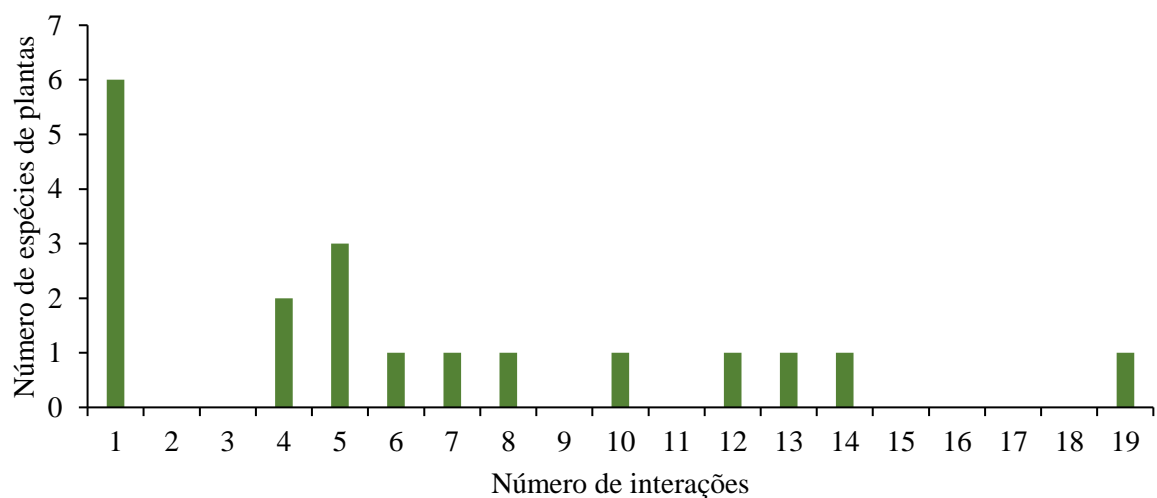
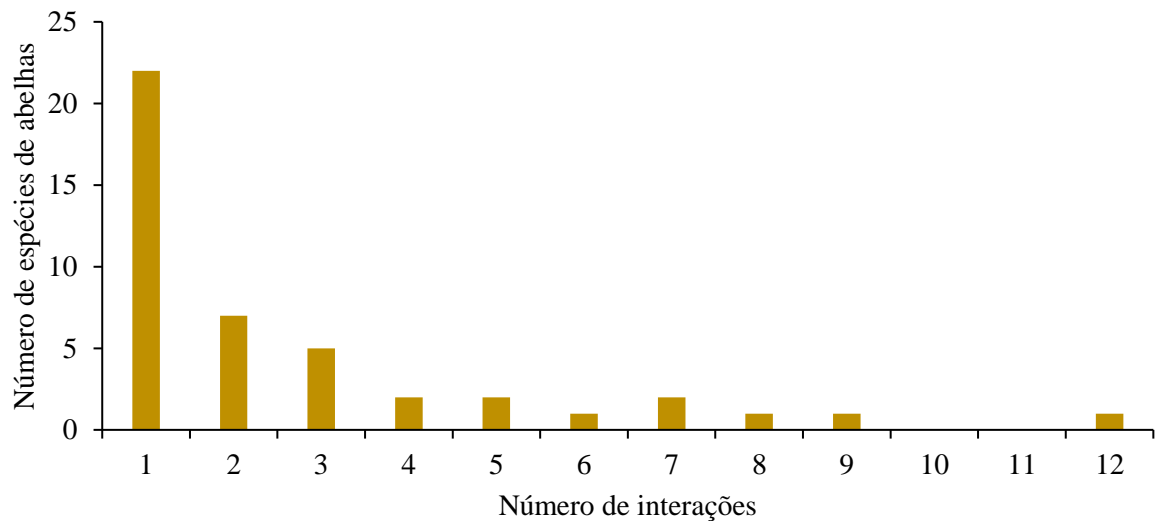


Figura 11: Teia ditrófica: interações entre abelhas (esquerda) e plantas (direita) da Ilha Grande do Paulino. Os vetores representam as interações entre estas espécies. A espessura dos vetores é proporcional à abundância relativa de abelhas visitantes. As abreviaturas dos nomes das espécies foram apresentadas nas Tabelas 2 e 3.



Figuras 12 (acima) e 13 (abaixo): Número de interações estabelecidas e de espécies de abelhas (acima) e espécies vegetais (abaixo) envolvidas nas interações da Ilha Grande do Paulino, Tutóia, MA.

DISCUSSÃO

A grande abundância de abelhas da família Apidae era algo esperado neste estudo, a exemplo do que comumente é documentado em levantamentos apícolas em diferentes regiões e/ou ecossistemas do território brasileiro, como dunas (VIANA, 1999a; OLIVEIRA *et al.*, 2010; GOSTINSKI *et al.*, 2016), Restinga (MADEIRA-DA-SILVA; MARTINS, 2003; KAMKE; ZILIKENS; STEINER, 2011), Caatinga (LOPES *et al.*, 2010), Amazônia (ALBUQUERQUE *et al.*, 2001), mata (CURE *et al.*, 1993) e floresta alta (TRUYLIO; HARTE-MARQUES, 2007).

Os gêneros *Xylocopa*, *Centris* e *Melipona* foram representados em grande parte dos meses de coleta. As abelhas do gênero *Xylocopa* possuem distribuição cosmopolita, apresentando maior diversidade nas regiões tropicais e subtropicais do novo e velho mundo (GERLING; VELTHUIS; HEFETZ, 1989). São descritas por VIANA; ALVES-DOS-SANTOS (2002) como abundantes nos ambientes abertos de dunas e praias do nordeste brasileiro, caracterizados por temperatura e umidade relativa constantemente altas e por fortes ventos (acima de 4m/s).

VIANA; ALVES-DOS-SANTOS (2002) apresentam resultados semelhantes ao presente estudo em relação à abundância de *Xylocopa cearensis*, em levantamento realizado em área de dunas litorâneas em Abaeté, BA, onde obtiveram um total de 42,7% do total de indivíduos coletados. No mesmo trabalho, a espécie é citada como documentada nos estados do Maranhão, Paraíba, além da Bahia. Juntamente com *Centris caxienseis*, *X. cearensis* foi espécie dominante e constante em área de restinga do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (GOSTINSKI *et al.*, 2016), informações também observadas em outras áreas de restinga do Nordeste brasileiro (ALBUQUERQUE, 1998; VIANA; KLEINERT, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2010), a contento de nossos resultados.

Dentre as fontes de recursos florais para *X. cearensis*, *Chamaecrista ramosa*, abundante em nossa área de estudo, também é reportada por VIANA *et al.*, (2002) como a mais visitada, onde as mesmas autoras interpretam o comportamento de vibração com suas anteras porcidas como uma evidência de especialização entre esses organismos. Essa espécie botânica é reconhecida como uma importante fonte de pólen para a fauna apícola em ambientes tropicais (GOTTSBERGER; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 1988). Em estudos semelhantes em áreas de dunas, *C. ramosa* também foi a planta mais visitada por abelhas (VIANA; KLEINERT, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2008).

A relação de abelhas do gênero *Xylocopa* com as plantas indica que essas são poliléticas, visitando, portanto, um grande número de espécies vegetais (LINSLEY; RICK; STEPHENS, 1966; GERLING; VELTHUIS; HEFETZ, 1989). Porém, as relações de muitas espécies de *Xylocopa* com flores ainda são pouco ou nada conhecidas (SCHLINDWEIN *et al.*, 2003). Néctar e pólen são utilizados por essas abelhas como únicas fontes de alimento, e não costumam visitar a mesma flor imediatamente após uma visita prévia, mostrando um comportamento eficaz enquanto visitante floral (FRANKIE; VINSON, 1977). Logo, a grande disponibilidade de recursos florais na área de coleta, principalmente oriundos de *C. ramosa*, é um dos fatores que explica a abundância de *X. cearensis* dentre as abelhas coletadas. Nota-se também a

presença de substratos que possibilitam a nidificação e fixação dessa espécie na área, como árvores mortas e caules ocos (SCHLINDWEIN *et al.*, 2003).

Ceratina pubescens, *C. rotundiceps* e *C. cf. asunciana* são registradas pela primeira vez em território maranhense no presente estudo. *C. pubescens* possuía descrição apenas para os estados do Amazonas e Pará; *C. rotundiceps* era tida como ocorrente apenas no estado do Pará, e *C. cf. asunciana* é descrita no estado do Rio Grande do Sul (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002).

Abelhas da tribo Centridini visitam flores para obtenção de óleo, pólen, néctar e resinas, produtos fundamentais para sua manutenção e atividade reprodutiva (ROUBIK, 1989; VINSON; FRANKIE; WILLIAMS, 1996). Muitos estudos apontam o papel imprescindível dessas abelhas como agentes polinizadores de várias espécies neotropicais (FRANKIE; OPLER; BAWA, 1976; GOTTSBERGER; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 1988), as quais incluem-se as plantas produtoras de óleo (RÊGO & ALBUQUERQUE, 1989; FREITAS *et al.*, 1999).

Byrsonima crassifolia atrai às suas inflorescências uma grande densidade e diversidade de abelhas, sendo as da tribo Centridini as suas principais polinizadoras (VINSON *et al.*, 1997; RÊGO; ALBUQUERQUE, 1989; AGUIAR *et al.*, 2003; RÊGO; ALBUQUERQUE, 2004; RÊGO *et al.*, 2006; MENDES; RÊGO; ALBUQUERQUE, 2011). Essa espécie possui um elo de dependência com seus visitantes, uma vez que sua autoincompatibilidade foi constatada por RÊGO; ALBUQUERQUE (1989).

Para satisfazer suas necessidades energéticas e coletar o material para provisão e construção do ninho, abelhas da tribo Centridini realizam visitas a muitas flores durante seu voo (SCHLINDWEIN, 2000). Aparentemente, na área de coleta, *B. crassifolia* foi a única fonte de lipídios florais para as abelhas da tribo Centridini. Não foi observada nenhuma espécie de abelha em outra planta com oferta de óleo.

A grande disponibilidade de substrato de nidificação para essas abelhas na área de coleta é um fator considerado responsável pela grande abundância da tribo Centridini na amostragem. A maioria das espécies dessa tribo nidificam em solos expostos ou cobertos por vegetação (ALVES-DOS-SANTOS, 2006). No local de coleta, algumas abelhas dessa tribo foram vistas, inclusive, saindo de seus ninhos no solo arenoso.

Ainda que haja tamanha relação dessas abelhas com plantas neotropicais, são poucas as informações publicadas a respeito das preferências florais de espécies de *Centris* e *Epicharis*. Dessa forma, as informações sobre as interações dessas abelhas com a flora encontram-se dispersas na literatura ou ainda não foram publicadas (AGUIAR *et al.*, 2003).

As espécies da tribo Centridini representadas no atual estudo, *C. caxiensis*, *C. byrsonimae*, *C. flavifrons*, *C. decolorata*, *C. trigonoides*, *C. tarsata*, *C. obsoleta*, *C. bicolor*, e *Epicharis bicolor* foram documentadas também no levantamento de GOSTINSKI *et al.* (2016) numa área de restinga do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. RÊGO; ALBUQUERQUE (2012) apontam as abelhas da tribo Centridini, juntamente com as tribos Tetrapediini e Tapinotaspidini, como subamostradas no estado do Maranhão. A espécie *C. hyptidis* não possuía ocorrência confirmada para o Estado do Maranhão, até o presente estudo (VIVALLO; MELO, 2009).

Com a atividade de meliponicultura sendo exercida na Ilha Grande do Paulino, esperava-se que a espécie *Melipona subnitida* apresentasse uma abundância maior nas amostragens, uma vez que a área de coleta se localiza a menos de 200 metros de distância de um sítio de criação de abelhas sem ferrão e também levando-se em consideração a descrição da distância de voo dessa espécie de, no mínimo, 1.100 m, para a coleta de recurso (SILVA *et al.*, 2014). Uma possível justificativa para esse resultado refere-se ao substrato de nidificação dessa espécie, a qual nidifica em madeira. Admite-se que cada espécie de abelha carece de um diâmetro mínimo para construção do favo, valor provavelmente associado ao tamanho dos favos, termorregulação ou ao tipo de agrupamento de células de cria; porém, não é necessário um valor máximo de diâmetro (HUBBELL; JOHNSON, 1977; ROUBIK, 1989; ELTZ *et al.*, 2003; RÊGO, ALBUQUERQUE; VENTURIERI, 2008; CORTOPASSI-LAURINO; ALVES; IMPERATRIZ-FONSECA, 2009).

Sendo assim, abelhas sem ferrão são seletivas quanto ao substrato de nidificação utilizado, e nidificam em árvores que lhes ofereça cavidades e dimensões adequadas (ELTZ *et al.*, 2003; MICHENER, 2007). Em um estudo de 1972, nas savanas da Costa do Marfim, DARCHEN relata que colônias são dificilmente encontradas em árvores com menos de 10 centímetros de diâmetro, valor repetido por MARTINS *et al.* (2004), em estudo em uma região de caatinga.

A respeito do tamanho do diâmetro dos ninhos em árvores, MARTINS *et al.* (2004) encontraram 130 ninhos de *M. subnitida* em árvores com um diâmetro médio de 17,7 cm, sendo

65 desses encontrados em *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillet (Burseraceae), constituindo um diâmetro médio de 17,4 cm, e 29 ninhos em *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Caesalpinaceae), com diâmetro médio de 15,8 cm.

ANTONINI (2002) observa que as espécies de Meliponini utilizam uma quantidade relativamente pequena de espécies arbóricolas para nidificação. Ainda não é viável afirmar a existência de uma possível preferência de algumas espécies de abelhas por espécies de árvores, levando em conta que a disponibilidade de cavidades e árvores passíveis de nidificação não é totalmente conhecida (MARTINS *et al.*, 2004).

Em estudo previamente realizado no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, BARBOSA (2013) documenta a nidificação de *M. subnitida* em três espécies botânicas: *Humiria balsamifera* Mart (Humiriaceae), *Avicennia germinans* L. (Verbenaceae) e *Caryocar brasiliensis* Camb. (Caryocaceae), não havendo mais de uma colônia por substrato. Nessa região, 46% das plantas foram identificadas com hábitos arbustivos, enquanto apenas 7% compunham as plantas de hábito arbóreo, explicitando a baixa oferta de sítios de nidificação para *M. subnitida*. A mesma autora afirma também que, de acordo com informações dos moradores locais da Ilha Grande do Paulino, mesma localidade do presente trabalho, observa-se a presença de *M. subnitida* nidificando em substratos incomuns aos documentados para o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

Pode-se inferir também que, apesar da distância entre a área de coleta e o sítio de meliponicultura existente no local, a velocidade do vento possa ter tido grande influência na baixa presença de *M. subnitida* nas amostras, uma vez que BRITTAIN (1933) considera o vento um importante fator nas atividades externas de *A. mellifera*, espécie de mesmo porte que *M. subnitida*, ainda que em baixas velocidades, exercendo influência no voo das abelhas.

A. mellifera não apresentou grande número de espécimes dentre o total de indivíduos coletados, em discordância com demais trabalhos de levantamento apifaunístico, onde essa espécie mostra-se como abundante (AGUIAR; MARTINS, 1997; ANDENA, 2002, REBÊLO; RÊGO; ALBUQUERQUE, 2003; KAMKE; ZILLIKENS; STEINER, 2011; GOSTINSKI *et al.*, 2016)). Apesar das características citadas por ROUBIK (1989) explicando a grande abundância de *A. mellifera*, como o hábito generalista, alta densidade populacional, bom sistema de comunicação, largo período de forrageamento e pouca exigência por locais de nidificação, a espécie, no presente estudo, apresentou abundância relativa de apenas 4,3%.

É provável que a baixa abundância dessa espécie no local de coleta esteja relacionada com as rotas de migração, comportamento das abelhas atribuído ao clima e a sazonalidade de floração em regiões tropicais e temperadas (HEPBURN; RADLOFF, 1998). A migração sazonal de enxames é um aspecto relatado em áreas tropicais das espécies de abelhas *A. cerana*, *A. mellifera*, *A. florea*, *A. andreniformis*, *A. dorsatae* e *A. laboriosa*, sendo considerado um resultado previsível de esgotamento ou falta de recursos (PEREIRA *et al.*, 2014). SOARES; DE JONG (1992) consideram a migração das colônias como um fator benéfico para a sobrevivência, dispersão e propagação de algumas espécies de abelhas melíferas.

Ainda que a Ilha Grande do Paulino possa estar localizada na rota de migração de *A. mellifera*, deve-se levar em consideração que o vento e o mar são possíveis barreiras de dispersão, reduzindo assim a alta ocorrência dessa espécie.

Por outro lado, levando em consideração a ocorrência da espécie na ilha, baixa abundância de *A. mellifera* pode ser reflexo da ausência de cultivo em massa nas proximidades, uma vez que a polinização por meio dessa abelha é fundamental e recorrente em muitas culturas agrícolas ao redor do mundo (WILLIAMS; CORBET; OSBORNE, 1991), as quais possuem altos valores de produção e rentabilidade graças ao uso dos serviços de polinização oriundos da apicultura (FREITAS, 1994).

A presença de espécies cleptoparasitas, como *Mesonychium asteria* e *Odyneropsis* sp., presentes neste levantamento, é descrita por HEITHAUS (1979) como constante, independente da latitude. Ainda que ambientes tropicais apresentem mais espécies cleptoparasitas, essas não representam proporção significativa na comunidade. A ocorrência dessas espécies é associada diretamente com a ocorrência de seus hospedeiros. Portanto, uma das espécies hospedeiras de *M. asteria*, *Epicharis bicolor* (ROCHA FILHO *et al.*, 2008), também foi coletada no presente trabalho, assim como abelhas do gênero *Ptiloglossa*, hospedeiras das espécies do gênero *Odyneropsis* (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002).

O gênero *Melitoma* é citado por KEELER (1975), MAIMONI-RODELLA *et al.*, (1982) e FREY (1995) como polinizador eficaz de plantas do gênero *Ipomoea*, destacando-se a espécie *M. segmentaria* como um importante visitante desse gênero e de outros gêneros da família Convolvulaceae. Tal interação foi observada no presente trabalho, onde todos os espécimes de *M. segmentaria* coletados em plantas foram encontrados durante visita em *Ipomoea maurandioides*. Essa espécie de abelha também apresenta grande eficiência na polinização das plantas com as quais interage, com destaque para a alta frequência de forrageamento

relacionada às espécies da família Convolvulaceae, comumente associadas às flores de *Ipomoea*, onde se considera uma relação oligolética dessas abelhas para com este gênero (ZANELLA, 2000; PAZ & PIGOZZO, 2013). Além de forrageamento, outros autores sugerem que as flores de *Ipomoea* sejam utilizadas também como sítio de abrigo, descanso e cópula por abelhas da tribo Emphorini (FIDALGO, 1997; ZANELLA, 2000).

Abelhas da família Halictidae, também registradas no presente estudo como frequentes visitantes de *I. maurandioides*, são consideradas como pilhadoras ou polinizadoras ocasionais do mesmo gênero por MAIMONI-RODELLA *et al.*, (1982) e MAIMONI-RODELLA; RODELLA (1992). A família Halictidae possui distribuição por todo o globo, com exceção, talvez, dos polos (BATRA, 1984). Os gêneros *Augochloropsis* e *Dialictus*, da família Halictidae, têm presença confirmada por RÊBELO *et al.* (2003) em território maranhense, sendo esse último gênero o único representante da tribo Halictini no Estado.

A espécie *Augochloropsis aff. vivax* teve seu primeiro registro para o Estado Maranhão no presente estudo. Até então, sua distribuição se limitava ao Estado do Pará (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002)

A família Megachilidae é encontrada numa grande diversidade de habitats em todos os continentes, com exceção da Antártida (GONZALEZ *et al.*, 2012), com alguns gêneros, subgêneros e, inclusive, espécies oligoléticas coletando pólen exclusivamente de determinadas espécies ou gêneros de plantas e frequentemente exibindo adaptações morfológicas e comportamentais únicas (WCISLO & CANE, 1996). Dessa família, as espécies *Dicranthidium arenarium*, *Epanthidium tigrinum* e *Hypanthidium maranhense*, coletadas no presente estudo, foram documentadas no território maranhense, em áreas semelhantes à do presente estudo, por RÊGO; ALBUQUERQUE (2012) em área de dunas e restinga, assim como o gênero *Megachile*, melhor representado em regiões de cerrados e restingas.

No presente levantamento, a família Colletidae foi representada pelos gêneros *Ptiloglossa* e *Hylaeus*, sendo esse último o grupo que melhor representa a família nos trópicos e subtropicais da América do Sul (RÊBELO *et al.*, 2003), e ambos documentados no Estado do Maranhão (RÊGO; ALBUQUERQUE, 2012). Abelhas do gênero *Ptiloglossa* possuem comportamento crepuscular, iniciando suas atividades enquanto a intensidade de luz ainda está baixa (ROBERTS, 1971). Tal comportamento foi observado nos indivíduos coletados no presente estudo, os quais todos os espécimes do gênero foram encontrados na primeira hora de coleta do dia, entre as 06:00 e 07:00. KRUG; GARCIA (2012) relatam a atividade de abelhas

desse gênero entre as 04h45min e as 06h15min, o que pode significar que, no nosso estudo, a atividade dessas abelhas teve início antes da chegada dos coletores à área de coleta. Os indivíduos foram coletados todos em *Chamaecrista ramosa*, cuja antese inicia-se por volta das 04h30min (ALMEIDA, 2011). Dessa forma, é possível deduzir que essas abelhas forrageiem as plantas de *C. ramosa* desde o início de sua atividade de voo, e cessam essa atividade com o aumento da intensidade luminosa.

Dentre os representantes da família Andrenidae, apenas a espécie *Protomeliturga turnerae*, única representante da tribo Protomeliturgini, foi documentada na área de coleta, com apenas um espécime coletado. A mesma foi anteriormente amostrada por RÊGO (2000) no Estado do Maranhão. Apesar da estreita ligação com plantas do gênero *Turnera* (MEDEIROS; SCHLINDWEIN, 2003), *P. turnerae* não foi coletada na espécie representante do gênero botânico na nossa área de coleta, *T. melochioides*, mas em *Euploca polyphylla*.

O número de indivíduos floridos e/ou que apresentem mais recursos tróficos em uma determinada espécie botânica podem ser fatores que influenciam diretamente a atração das abelhas (LOPES *et al.*, 2010). Com isso, a diversidade de visitantes florais pode não apenas haver relação com a quantidade de espécies de plantas floridas com recursos florais em oferta, como também com a abundância de indivíduos floridos por espécie, elevando assim os recursos alimentares de forma considerável (MANTOVANI; MARTINS, 1988; SCHWARTZ-FILHO, 1993). Outros fatores como condições de nidificação, competição por recursos e a história de distribuição de cada grupo são alguns dos fatores apontados como possíveis justificativas das variações da quantidade de espécies por família em locais diferentes (ROUBIK, 1989).

No presente estudo, a quantidade de indivíduos coletados revelou valores absolutos pouco diferenciados entre as estações secas e chuvosas, contrariando o resultado esperado de um maior número de abelhas coletadas no período chuvoso, segundo levantamentos posteriormente realizados em dunas (VIANA, 1999b), Caatinga (LORENZON; MATRANGOLO; SCHOEREDER, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2012) e Cerrado (SANTOS, 2013). É válido ressaltar que entidades meteorológicas relataram bruscas mudanças climáticas no país durante o período de coletas. A Sociedade Meteorológica Americana (AMS) e a Agência dos Oceanos e Atmosfera dos Estados Unidos (NOAA) publicou em 2017 uma análise do clima em todo o globo, mostrando que o Nordeste brasileiro enfrenta um evento extremo de seca desde o ano de 2011, e que o quadro possivelmente se agravou devido a influências do El Niño, em 2015 (CALIXTO, 2017). A Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) aponta influência do fenômeno La Niña nos estados do Nordeste brasileiro durante

os três últimos meses de 2017 e o primeiro semestre de 2018, principalmente nas regiões litorâneas, repercutindo em aumento da umidade, chuvas e força dos ventos (G1 RN, 2017). É possível que as consequências dos eventos El Niño e La Niña tenham sido refletidas nos resultados do presente trabalho.

A maior oferta de recursos no período chuvoso tem como consequência o aumento da atividade das abelhas (RIBEIRO *et al.*, 2012). Tal padrão não foi seguido no presente estudo, uma vez que houve precipitações durante alguns horários das coletas dos meses de janeiro (07h00min às 11h00min) e março (06hmin00 às 07h00min e 09h00min às 12h00min). Os horários em que ocorreram as precipitações foram pelo turno matutino, período do dia em que é observado maior atividade de abelhas (GOMES, 2016), o que, provavelmente, resultou num número de indivíduos coletados abaixo do esperado, uma vez que as abelhas cessam suas atividades externas durante precipitações (OLIVEIRA, 1973). Ao cessar a precipitação, a saída desses insetos pode normalizar, desde que os demais fatores climáticos, como temperatura, luminosidade e umidade relativa, estejam em condições favoráveis (OLIVEIRA, 1973; KÄPYLÄ, 1974).

O período chuvoso apresenta uma grande oferta de alimento, consequência do desenvolvimento e floração de espécies botânicas de herbáceas anuais e arbustivas. Por conta disso, observa-se nesse período uma maior abundância e diversidade de abelhas, especialmente as espécies solitárias (ZANELLA, 2003). Em contrapartida, MARTINS (1994) observa que após as primeiras chuvas ocorre uma fase de desenvolvimento vegetativo das plantas, para posteriormente iniciar a produção de flores. Dessa forma, por um intervalo de tempo após o fim da estação chuvosa, ainda há uma grande oferta de recursos florais, acompanhada de uma acentuada atividade apícola.

No presente estudo, durante o período seco, 8 espécies de plantas foram visitadas por abelhas, em contraste com 16 espécies botânicas visitadas no período chuvoso. MARTINS (1990) aponta, em áreas de caatinga, que a variação sazonal da quantidade de espécies botânicas visitadas por abelhas relaciona-se com a distribuição espaço-temporal das chuvas. Nesse ecossistema, por exemplo, o período seco é caracterizado por uma baixa diversidade de plantas visitadas, uma vez que poucas espécies apresentam floração, resultando em grande escassez de recursos para as abelhas, influenciando diretamente a estrutura da comunidade desses animais.

Os diferentes recursos oferecidos pelas plantas podem influenciar o horário de atividade das abelhas de forma direta. É possível relacionar a maior atividade observada durante o período

matinal devido à oferta de pólen e néctar nesse horário, recursos limitados que, uma vez coletados de uma flor, só são oferecidos novamente no outro dia (GOMES, 2016).

A grande quantidade de abelhas coletadas no mês de fevereiro deve-se, em grande parte, ao florescimento em massa da planta *Euploca polyphylla*, a qual atraiu 28,97% das abelhas visitantes dessa amostra. Segundo MELO; ALVES; SEMIR, (2016), essa espécie distribui-se em vegetação de restinga, especialmente em áreas assentadas nos cordões litorâneos sobre dunas, sendo o seu gênero encontrado por todas as regiões e estados brasileiros, florescendo e frutificando durante todos os meses do ano, exceto setembro (MELO; SEMIR, 2010).

Em trabalhos sobre atividade de voo realizados com abelhas dos gêneros *Bombus* (MIYAMOTO, 1960; WRATT, 1968; HEINRICH, 1972; HEINRICH; RAVEN, 1972), *Megachile* (SZABO; SMITH, 1972) e a espécie *A. mellifera* (LUNDIE, 1925; LENSKY, 1964; KÄPYLÄ, 1974; DOULL, 1975), examinou-se que as diversas condições e fatores meteorológicos, tais como temperatura, intensidade luminosa, umidade relativa, precipitação e vento, possuem ações diretas na atividade de voo.

A atividade da fauna apícola desse estudo apresentou picos nos primeiros horários de coleta da manhã, principalmente, e nos dois últimos horários de coleta, os quais apresentaram os maiores valores de umidade relativa do ar (entre 54% e 72%). A atividade de voo e a umidade relativa do ar apresentaram valores inversamente proporcionais nos registros de BODENHEINER; BEN-NERVA (1937), estudando *A. mellifera*, e OLIVEIRA (1973), estudando *Plebeia saiqui* e *P. droryana*.

A umidade relativa e a luminosidade são, segundo BRAGA (1976), fatores que estão envolvidos na determinação do horário de atividade das abelhas, assim como a temperatura e fatores intrínsecos, quando falamos de abelhas sociais, como a densidade populacional (HILÁRIO; IMPERATRIZ-FONSECA; KLEINERT, 2000; SOUZA; CARVALHO; ALVES, 2006). De acordo com OLIVEIRA (1973), o fator luz, sozinho, não define o trabalho das abelhas, uma vez que este está relacionado com a temperatura, dificultando então a análise do comportamento realizado por esses fatores isoladamente (LUNDIE, 1925).

Segundo KÄPYLÄ (1974), a temperatura do corpo de Aculeata é fator indispensável na determinação da atividade de voo, ressaltando que a temperatura corporal dos insetos depende da temperatura ambiente. Para o mencionado autor, o tamanho do corpo dos insetos também influencia nas suas atividades, onde as espécies maiores conseguem voar a temperaturas e intensidades de luz menores que as espécies menores, apresentando, assim, uma melhor capacidade de absorver calor. No presente estudos foram coletadas abelhas de diversos

tamanhos, desde pequenas a muito grandes. As abelhas que habitam locais com altas temperaturas diurnas ajustam seus períodos de atividade externa, evitando assim o estresse ocasionado pelo aquecimento corporal (HEINRICH, 1993).

MICHENER (1974) considera a temperatura um fator determinante para o sucesso das funções das abelhas, associando a relação superfície/volume com a troca de calor com o ambiente. Temperaturas baixas impedem o voo e outros movimentos, pois acarreta na diminuição do metabolismo, enquanto temperaturas muito elevadas induz a necessidade de ventilação dentro das colônias, diminuindo as atividades externas.

Ao contrário do que estudos anteriores apontam (KRUG; ALVES-DOS-SANTOS, 2008; POPIC; DAVILA; WARDLE, 2013; GOSTINSKI *et al.*, 2016), poucas abelhas foram coletadas nos pratos-armadilha. Essa metodologia tende a ser seletiva para determinados grupos, não devendo ser utilizada de forma isolada em inventários, ainda possuindo baixa incidência nos levantamentos brasileiros, mas está incluída em muitas das técnicas tradicionais de amostragem da fauna de Hymenoptera na América do Norte (PINHEIRO-MACHADO; SILVEIRA, 2006).

A amostragem com pratos-armadilha pode se tornar útil quando se testa o esforço amostral das coletas, pois não são demonstrados vícios de amostragem pelo coletor e o resultado não será influenciado pela facilidade e/ou dificuldade de captura de algumas espécies (GOSTINSKI *et al.*, 2016).

Em relação à abundância relativa de muitas espécies com poucos indivíduos, ANDENA (2002) aponta que esse é um padrão típico para ecossistemas tropicais. Há estudos que mostram tal tendência em diferentes ecossistemas (BÁRBOLA; LAROCA, 1993; BORTOLI; LAROCA, 1990; HEITHAUS, 1979; LAROCA; CURE; BORTOLI, 1982; ZANELLA, 1991).

O índice de diversidade de Shannon-Wiener encontrado ($H' = 2,4$) foi menor que os encontrados nas áreas de dunas e restinga da praia de Intermares, Cabedelo, PA ($H' = 2,45$; MADEIRA-DA-SILVA; MARTINS, 2003) e Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Barreirinhas, MA ($H' = 2,41$; GOSTINSKI *et al.*, 2016). Porém, foi maior que os índices obtidos em áreas de dunas da praia de Panaquatira, São José de Ribamar, MA ($H' = 2,28$; OLIVEIRA *et al.*, 2010), praia de São Marcos, São Luís, MA ($H' = 2,05$; ALBUQUERQUE; CAMARGO; MENDONÇA) e praia de Abaeté, BA ($H' = 1,99$; VIANA; KLEINERT, 2006).

A diversidade de ecossistemas de restingas e dunas possui valor baixo quando comparado a estudos feitos em áreas de mata (WILMS *et al.*, 1997), cerrado (SILVEIRA; CAMPOS 1995; RÊGO 1998) e ecossistemas costeiros do Sul do Brasil (ZANELLA; CHWARTZ FILHO; LAROCA, 1998; ALVES-DOS-SANTOS 1999a, 1999b).

A curva de acumulação de espécies não apresentou estabilização após os doze meses de coleta (Figura 9). Isso indica que na área de coleta, ainda há espécies não registradas. SANTOS (2003) infere que a coleta de todas as espécies de um local é virtualmente impossível, portanto a curva de acumulação de espécies sempre tende a ser crescente enquanto as coletas continuarem. Os estimadores de riqueza Chao1, Jackknife e Bootstrap sugeriram que entre 72% e 85% da fauna de abelhas da local de coleta foi efetivamente amostrada, porém, também não houve estabilização das curvas desses estimadores, indicando que esse porcentual pode ser menor.

A respeito da organização das redes aninhadas, LEWINSOHN; LOYOLA; PRADO (2006) explica que pode haver uma relação com a abundância de espécies, onde as mais abundantes seriam mais generalistas e as com menor abundância teriam seu espectro reduzido. Dessa forma, mais espécies de abelhas com maior abundância visitariam grande parte da comunidade vegetal, principalmente aquelas plantas com mais flores, refletindo numa maior atração (PIGOZZO; VIANA, 2010).

Para PIGOZZO; VIANA (2010), espera-se que, matematicamente, a riqueza de espécies envolvidas nas redes de interação e o número de interações possíveis em si sejam diretamente proporcionais. Porém, OLESEN *et al.*, (2006) apontam uma tendência inversa, onde pequena parte das interações possíveis se realizam, tendência essa corroborado pelo presente estudo, no qual, de 779 interações possíveis, apenas 115 foram estabelecidas (14,76%).

O valor da conectância encontrada para a rede de interações da Ilha Grande do Paulino (14,11%) foi superior aos calculados para outras redes entre abelhas e flores em áreas abertas, como ambientes de restinga (VIANA; KLEINERT, 2006 – 13,9% das 1.044 interações possíveis; PIGOZZO; VIANA, 2010 – 10,6% das 2.800 interações possíveis) e para Caatinga (RODARTE; SILVA; VIANA, 2008 – 13,90% de 1.722 interações possíveis). Quanto maior o valor da conectância, mais abundantes são as interações de fato observadas, em comparação com o possível valor total de interações.

CONCLUSÃO

Em ambientes tropicais, assim como uma grande diversidade vegetal, é esperado encontrar uma vasta diversidade de insetos visitantes florais e polinizadores, majoritariamente representados por abelhas. O presente levantamento realizado na Ilha Grande do Paulino refletiu tais expectativas para os ambientes costeiros tropicais, apresentando um índice de diversidade considerado intermediário quando comparado com demais levantamentos em áreas afins.

A espécie *X. cearensis* foi a espécie mais abundante na área de estudo, sendo uma espécie comumente representada em ecossistemas costeiros. As abelhas da tribo Centridini apresentaram alto valor de abundância, correspondendo à oferta de recursos e substrato de nidificação disponível no local de coleta. Situação contrária foi observada com a representatividade de *Melipona subnitida*, a qual não dispunha de ideais locais de nidificação, limitando a ocorrência destas abelhas apenas às populações criadas em meliponicultura. Fatores ambientais também podem ser responsáveis pela baixa presença de *M. subnitida* no presente estudo.

As espécies *Augochloropsis aff. vivax*, *Centris hyptidis*, *Ceratina pubescens*, *Cer. rotundiceps* e *Cer. cf. asunciana* não possuíam ocorrência confirmada para o Estado do Maranhão, até o presente estudo.

A planta *Chamaecrista ramosa* foi a mais visitada pela fauna apícola. As visitas em espécies botânicas também foram bem representadas por *Byrsonima crassifolia*, a qual demonstrou importante relação com abelhas da tribo Centridini.

A rede ditrófica constituída pelas relações encontradas no local de coleta apresentou-se como aninhada, mostrando um padrão esperado para redes mutualísticas, com um sistema predominado por relações generalistas. A maioria das espécies de abelhas apresentaram interação com apenas uma espécie de planta, proporção não encontrada em relação às plantas, onde uma pequena quantidade recebeu visita de apenas uma espécie.

Além de fornecer informações acerca da fauna apícola do estado do Maranhão, o presente estudo mostrou-se necessário para conhecer as diversas interações existentes entre abelhas e plantas da Ilha Grande do Paulino. Ainda que seja um trabalho pioneiro para o mencionado local, é importante ressaltar que a não estabilização da curva do coletor indica a necessidade de futuras coletas a fim de incrementar os dados apifaunísticos da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, C. M. L.; MARTINS, C. F. Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na caatinga, São João do Cariri, Paraíba, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, Porto Alegre, n. 83, p. 151-163, Oct. 1997.
- AGUIAR, C. M. L.; ZANELLA, F. C. V.; MARTINS, C. F.; CARVALHO, C. A. L. Plantas visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na caatinga para obtenção de recursos florais. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 2, p. 247–259, 2003.
- AGUIAR, W. M.; GAGLIANONE, M. C. Euglossine bee communities in small forest fragments of the Atlantic Forest, Rio de Janeiro state, southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae). **Ver. Bras. Entomol.** 56(2): 210-219. 2012.
- ALBUQUERQUE, P. M. C. **Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) e suas fontes de alimento em um ecossistema de dunas, na ilha do Maranhão, MA, Brasil: composição, fenologia e interações.** Ph.D. thesis. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto. 1998.
- ALBUQUERQUE, P. M. C.; CAMARGO, J. M. F.; MENDONÇA, J. A. C. Bee community of a beach dune ecosystem on Maranhão Island, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n. 6, p. 1005–1018, 2007.
- ALBUQUERQUE, P. M. C.; FERREIRA, R. G.; RÊGO, M. M. C.; SANTOS, C. S.; BRITO, C. M. S. Levantamento da fauna de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) na região da “Baixada Maranhense”: Vitória do Mearim, MA, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 3, p. 419-430, 2001.
- ALMEIDA, N. M. **Biologia reprodutiva de espécies de Chamaecrista Moench. (Fabaceae - Caesalpinioideae) em uma área de restinga de Pernambuco.** Tese de Mestrado – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, 2011.
- 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.
- ALVES DOS SANTOS, I. Nidificação em abelhas coletoras de óleo. in: **VII Encontro sobre Abelhas**, Ribeirão Preto. pp: 199-209. 2006.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. Abelhas e plantas melíferas da Mata Atlântica restinga e dunas de Litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Entomologia** 43: 191–223. 1999a.

- ALVES-DOS-SANTOS, I. Distribuição vertical de uma comunidade de abelhas do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Entomologia* 43: 225–8. 1999b.
- ANDENA, S. R. **A comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí-SP) e suas visitas às flores.** 240 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2002.
- ANTONINI, Y. **Efeitos de variáveis ecológicas na ocorrência de *Melipona quadrifasciata* (Apidae, Meliponini) em fragmentos urbanos e rurais.** Tese de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2002.
- BÁRBOLA, I. F.; LAROCCA, S. A comunidade de Apoidea (Hymenoptera) da Reserva Passa Dois (Lapa, Paraná): I. Diversidade, abundância relativa e atividade sazonal. *Acta Biológica Paranaense*, Curitiba, v. 22, n. 1-4, p. 91-113, 1993.
- BARBOSA, M. M. **Ecologia de nidificação e diversidade genética de *Melipona subnitida* em uma área do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.** Tese de mestrado, Universidade Federal do Maranhão, São Luís. 2013.
- BARTH, F. G. **Insects and flowers - the biology of partnership.** Princeton: Princeton University Press. 407p. 1991.
- BASCOMPTE, J.; JORDANO, P.; MELIÁN, C. J.; OLESEN, J. M. The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. *PNAS*, v. 100, n. 16, p. 9383–9387, 2003.
- BATRA, S. W. T. Solitary Bees. *Scientific American*, v. 250, n. 2, p. 120–127, 1984.
- BAWA, K. S. Plant polinator interactions in tropical rain forest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 21: 399-422. 1990.
- BODENHEIMER, F. S.; BEN-NERYA, A. One-year studies on the biology of the honey-bee in Palestine. *Annals of Applied Biology*, v. 24, n. 2, p. 385–403, 1937.
- BORTOLI, C.; LAROCCA, S. Estudo biocenótico em Apoidea (Hymenoptera) de uma área restrita em São José dos Pinhais (PR, Sul do Brasil), com notas comparativas. *Dusenia, Curitiba*, v. 15, p. 1-112, 1990.
- BRAGA, P. I. S. Atração de abelhas polinizadoras de Orchidaceae com auxílio de iscas-odores na campina, campinarana e floresta tropical úmida da região de Manaus. *Ciência e Cultura* 28 (7): 767-773. 1976.
- BRITTAIN, W. H. Apple pollination studies in the Annapolis Valley. *Bull. Dep. Agric. Can.*, 162: 1-198. 1933.
- BROWER, J. J.; VAN LOON, A. J. **Field and laboratory methods for general ecology.** 2.ed. Dubuque: Blackwell Science, 226p. 1984.

- BUSCHINI, M. L. T. Species diversity and Community structure in trap-nesting bees in Southern Brazil. **Apidologie**. 37(1): 58-66. 2006.
- CALIXTO, B. Nordeste enfrenta a maior sequência de anos com seca extrema já registrada. Época. Disponível em: <<https://epoca.globo.com/ciencia-e-meio-ambiente/blog-do-planeta/noticia/2017/08/nordeste-enfrenta-maior-sequencia-de-anos-com-seca-extrema-ja-registrada.html>>. Acesso em: 08 set. 2018.
- COLWELL, R. K. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 8.2. 2006. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>.
- CORTOPASSI-LAURINO, M.; ALVES, D. A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Árvores neotropicais, recursos importantes para a nidificação de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponini). **APACAME - Mensagem Doce**, 2009.
- CURE, J. R.; BASTOS FILHO, G. S.; OLIVEIRA, M. J. F.; SILVEIRA, F. A. Levantamento de abelhas silvestres na zona da mata de Minas Gerais.I - Pastagem na Região de Viçosa (Hymenoptera, Apoidea). **Revista Ceres**, v. 40, n. 228, p. 158–161, 1993.
- DANTAS, J. O.; OLIVEIRA, D. A.; PEREIRA-NETO, A. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., Salvador, 1998. **Anais**. Salvador: Confederação
- DARCHEN, R. Écologie de quelques trigones (*Trigona* Sp.) de la Savane de Lamto (Cote D'Ivoire). **Apidologie**, v. 3, n. 4, p. 341–367, 1972.
- DOULL, K. M. Pollen supplements. **Part. II. Am. Bee** 115 (3): 88-99. 1975.
- ELTZ, T.; BRÜHL, C. A.; IMIYABIR, Z.; LINSENMAYER, K. Nesting and nest trees of stingless bees (Apidae: Meliponini) in lowland dipterocarp forests in Sabah, Malaysia, with implications for forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 172, p. 301–313, 2003.
- ENDRESS, P. K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge: Cambridge University Press, 511p. 1994.
- FIDALGO, A. O. **Ecologia floral de duas espécies invasoras de Ipomoea (Convolvulaceae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 84p. 1997.
- FRANKIE, G. W.; OPLER, P. A.; BAWA, K. S. Foraging behaviour of solitary bees: implications for outcrossing of a neotropical forest tree species. **J. Ecol.** 64: 1049- 1057. 1976.
- FRANKIE, G. W.; VINSON, S. B. Scent marking of passion flowers in Texas by females of *Xylocopa virginica texana* (Hymenoptera: Anthophoridae). **J. Kans. ent. Soc.**, Oklahoma, 50:613-625. 1977.
- FREITAS, B. M. Beekeeping and cashew in north-eastern Brazil: the balance of honey and nut production. **Bee World** 75(4): 168-177. 1994.

- FREITAS, B. M. Beekeeping and cashew in north-eastern Brazil: the balance of honey and nut production. **Bee World** 75(4): 168-177. 1994.
- FREITAS, B. M.; ALVES, J. E.; BRANDÃO, G. F.; ARAÚJO, Z. B. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, Centris bees, in NE Brazil. **J. Agr. Sci.** 133: 303-311. 1999.
- FREY, R. *Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa* (Martius ex Choisy) Austin: taxonomy, biology and ecology reviewed and inquired. **Trop. Ecol.**, 36(1): 21-48. 1995.
- G1 RN. Condições climáticas favorecem chuvas no RN em 2018, diz Emparn. G1. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/condicoes-climaticas-favorecem-chuvas-no-rn-em-2018-diz-emparn.ghtml>>. Acesso em: 08 set. 2018.
- GERLING, D.; VELTHUIS, H. H. W.; HEFETZ, A. Bionomics of the large carpenter bees of the genus *Xylocopa*. **Annual Review of Entomology**, v. 34, n. 72, p. 163–190, 1989.
- GIORGINI, J. F.; GUSMAN, A. B. A importância das abelhas na polinização. In: CAMARGO, J. M. F. **Manual de apicultura**. São Paulo, Agronômica Ceres, p. 33-57. 1972.
- GOMES, A. M. S. **Bionomia e compartimento de nidificação da abelha *Epanthidium tigrinum* (Hymenoptera-Megachilidae) em ninhos-armadilha**. Tese de mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2016.
- GONZALEZ, V. H.; GRISWOLD, T.; PRAZ, C. J.; DANFORTH, B. N. Phylogeny of the bee family Megachilidae (Hymenoptera: Apoidea) based on adult morphology. **Systematic Entomology**, v. 37, n. 2, p. 261–286, 2012.
- GOSTINSKI, L. F. CARVALHO, G. C. A.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Species richness and activity pattern of bees (Hymenoptera, Apidae) in the restinga area of Lençóis Maranhenses National Park, Barreirinhas, Maranhão, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, n. 4, p. 319–327, 2016.
- GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. Evolution of flower structures and pollination in Neotropical Cassiinae (Caesalpiniaceae) species. **Phyton** 28: 293–320. 1988.
- GUIMARÃES JR., P. R.; GUIMARÃES, P. Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. **Environmental Modelling and Software**, v. 21, n. 10, p. 1512–1513, 2006.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. Paleontologia Electronica. 2013.
- HEINRICH, B. Temperature regulations in the bumblebee *Bombus vagans*: A field study. **Science**, v. 175, n. 4018, p. 185–187, 1972.
- HEINRICH, B. **The hot-blooded insects strategies and mechanisms of thermoregulation**. Cambridge, Harvard University, 583p. 1993.

- HEINRICH, B.; RAVEN, P. H. Energetics and Pollination Ecology. **Science, New Series**, v. 176, n. 4035, p. 597–602, 1972.
- HEITHAUS, E. R. Community structure of Neotropical flower visiting bees and wasps: Diversity and phenology. **Ecology**, 60:190-202. 1979.
- HEPBURN, H. R.; RADLOFF; S. E. **Honeybees of Africa**. Springer, Berlin, 370 pp. 1998.
- HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, 60: 299-306. 2000.
- HUBBELL, S. P.; JOHNSON, L. K. Competition and nest spacing in a tropical stingless bee community. **Ecology**, v. 58, n. 5, p. 949–963, 1977.
- KAMKE, R.; ZILLIKENS, A.; STEINER, J. Species richness and seasonality of bees (Hymenoptera, Apoidea) in a restinga area in Santa Catarina, southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 46, n. 1, p. 35–48, 2011.
- KÄPYLÄ, M. Diurnal flight activity in a mixed population of Aculeata (Hym.). **Annls. Ent. Fenn.** 40 (2): 62-9. 1974.
- KEELER, K. H. *Ipomoea carnea* Jacq. (Convolvulaceae) in Costa Rica. **Brenesia** 5: 1-6. 1975.
- KEVAN, P. G.; BAKER, H. G. Insects as flower visitors and pollinators. **Ann. Rev. Ent.**, 28: 407-53. 1983.
- KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B; RUBEL, F.; World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006.
- KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em floresta ombrófila mista em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, 37(3):265-278. 2008.
- LAROCA, S.; CURE, J. R.; BORTOLI, C. A. Associação de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) de uma área restrita no interior da cidade de Curitiba (Brasil): uma abordagem biocenótica. **Dusenía**, Curitiba, v. 13, n. 3, p. 93-117, 1982.
- LENSKY, Y. Comportement d'une colonie d'abeilles a des temperatures extremes. **Journal of Insect Physiology**, v. 10, p. 1–12, 1964.
- LEWINSOHN, T. W.; LOYOLA, R. D.; PRADO, P. I. Matrizes, redes e ordenações: a detecção de estrutura em comunidades interativas. **Oecologia Brasiliensis**, 10(1): 90-104. 2006.
- LINSLEY, E. G.; RICK, C. M.; STEPHENS, S. G. Observations on the floral relationships of the Galapagos carpenter bee (Hymenoptera, Apoidea). **Pan-Pac. Entomol.** 42(1):1-18. 1966.

- LOPES, M. T. R.; REIS, A. S.; SOUZA, B. A.; PEREIRA, F. M.; NEVES, L. S. M. L.; PEREIRA, L. A.; ROCHA, F. S. B.; VIEIRA NETO, J. M. Levantamento da fauna e plantas apícolas na Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI. **Embrapa Meio-Norte**, 2010.
- LORENZON, M. C. A.; MATRANGOLO, C. A. R.; SCHOEREDER, J. H. Flora Visitada Pelas Abelhas Eussociais (Hymenoptera, Apidae) na Serra da Capivara, em Caatinga do Sul do Piauí. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 1, p. 27–36, 2003.
- LUNDIE, A. E. The flight activities of the honeybee. **Bull. U. S. Dep. Agric.** 1328: 1-38. 1925.
- MADEIRA-DA-SILVA, M. C.; MARTINS, C. F. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea apiformes) de uma área de Restinga, Paraíba, Nordeste do Brasil: Abundância, diversidade e sazonalidade. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 17, n. 1/2, p. 75–90, 2003.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a Diversidade Biológica**. Tradução: Dana Moiana Vianna – Curitiba: Ed. da UFPR, 261 p. 2011.
- MAIMONI-RODELLA, R. C. S.; RODELLA, R. A. Biologia floral de *Ipomoea acuminata* Roem. et Schult. (Convolvulaceae). **Rev. brasil. Bot.**, 15: 129-133. 1992.
- MAIMONI-RODELLA, R. C. S.; RODELLA, R. A.; AMARAL-JÚNIOR, A. YANAGIZAWA, Y. Polinização em *Ipomoea cairica* (L.) Sweet. (Convolvulaceae). **Naturalia**, 7: 167-172. 1982.
- MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da reserva biológica de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 11, p. 101-112, 1988.
- MARTIN, E. C. The use of bees crop pollination. In: **THE HIVE and the honeybee**. 4ª ed. Hamilton, Dadant, p. 579-614. 1979.
- MARTINS, C. F. Comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) da Caatinga e do Cerrado com elementos de campo rupestre do Estado da Bahia, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, 1994.
- MARTINS, C. F. Estrutura da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) na caatinga (Casa Nova, BA) e na Chapada Diamantina (Lençóis, BA). 159 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1990.
- MARTINS, C. F.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; KOEDAM, D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Espécies arborícolas utilizadas para nidificação por abelhas sem ferrão na Caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). **Biota Neotropica**, v. 4, n. 2, p. 1–8, 2004.
- MELO, J. I. M.; ALVES, M.; SEMIR, J. Padrões de distribuição geográfica das espécies de *Euploca* e *Heliotropium* (Heliotropiaceae) no Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 4, p. 1025–1036, 2016.

- MELO, J. I. M.; SEMIR, J. Taxonomia do gênero *Euploca* Nutt. (Heliotropiaceae) no Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 1, p. 111–132, 2010.
- MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Fenologia e biologia reprodutiva de duas espécies de *Byrsonima* Rich. (Malpighiaceae) em área de Cerrado no Nordeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 4, p. 103–115, 2011.
- MICHENER, C. D. **The Bees of the World**, 2ª Ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 953 pp. 2007.
- MICHENER, C. D. **The Social Behavior of the Bees – A comparative study**. Cambridge, The Belknap Press, 404p. 1974.
- MILET-PINHEIRO, P.; SCHLINDWEIN, C. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas em uma área do Agreste pernambucano, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, n. 4, p. 625–636, 2008.
- MIYAMOTO, S. Observations on the behaviour of *Bombus diversus* Smith (Biological studies on japanese bees, XIII). **Insectes Sociaux**, v. 7, n. 1, p. 18, 1960.
- NEFF, L.; SIMPSON, B. B. Bees, pollination systems and plant diversity. *In*: LaSALLE, J & I. D. GAULD. **Hymenoptera and Biodiversity**. Wallingford. C-A-B International. pp. 142-167. 1993.
- OLESEN, J. M.; BASCOMPTE, J.; DUPONT, Y. L.; JORDANO, P. The smallest of all worlds: pollination networks. **Journal of Theoretical Biology**, 240: 270-276. 2006.
- 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**, v. 54, n. 1, p. 82–90, 2010.
- OLIVEIRA, M. A. C. Algumas observações sobre a atividade externa de *Plebeia saiqui* e *Plebeia âroryana*. Tese de mestrado em Zoologia, Depto. de Zoologia. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 79 p. 1973.
- OLIVEIRA-REBOUÇAS, P.; GIMENES, M.; AMORIM, H.; FERREIRA, V.; DANTAS, M. *In*: DE JONG, D.; FRANCOY, T. M.; SANTANA, W. C. **Anais do VIII Encontro sobre Abelhas**. Anais do VIII Encontro sobre Abelhas. **Anais...** 2008.
- PALMA, S. Contribución al estudio de los sifonoforos encontrados frente a la costa de Valparaiso. Aspectos ecológicos. *In*: **II Simpósio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica**, Univ. 1975.
- PAZ, J. R. L.; PIGOZZO, C. M. Biologia reprodutiva de *Ipomoea ericalyx* (Convolvulaceae): espécie com distribuição restrita às regiões do Leste do Brasil. v. 64, n. 4, p. 705–715, 2013.

- PEREIRA, D. S.; HOLANDA-NETO, J. P.; SOUSA, L. C. F. S.; COELHO, D. C.; SILVEIRA, D. C.; HERNANDEZ, M. L. Mitigação do comportamento de abandono de. **Acta Apicola Brasilica**, v. 2, n. 2, p. 1–11, 2014.
- PIGOZZO, C. M.; VIANA, B. F. Estrutura da rede de interações entre flores e abelhas em ambiente de caatinga. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 100–114, 2010.
- PINHEIRO-MACHADO, C.; SILVEIRA, F. A. Surveying and monitoring of pollinators in natural landscapes and in cultivated fields, p.25-37. In IMPERARIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; DE JONG, D. (eds.). **Bees as pollinators in Brazil: Assessing the status and suggesting best practices**. Ribeirão Preto, Holos, 96p. 2006.
- POPIC, T. J.; DAVILA, Y. C.; WARDLE, G. M. Evaluation of common methods for sampling invertebrate pollinator assemblages: Net sampling out-perform pan traps. **PLoS ONE**, v. 8, n. 6, p. 9, 2013.
- PRADO, A. P. Importância prática da taxonomia: ou o papel da taxonomia para a entomologia aplicada). *Revista Brasileira de Entomologia*, v.24, p.165-167, 1980.
- PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. **The natural history of pollination**. London, Harper Collins Publishers, 479p. 1996.
- REBÊLO, J. M. M.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da região setentrional do Estado do Maranhão, Brasil. **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure**, p. 265–278, 2003.
- RÊGO, M. M. C. **Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) em um ecossistema de cerrado s.l (Chapadinha-MA, Brasil): uma abordagem biocenótica**. Ribeirão Preto. Tese Doutorado). Universidade de São Paulo. 1998.
- RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Biodiversidade de abelhas em zonas de transição no Maranhão. **Embrapa Semi-Árido**, 249:36-57. 2012.
- RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Comportamento das abelhas visitantes de murici, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, Malpighiaceae. **Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, Zool.** 5(2):179-193. 1989.
- RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. O murici e suas abelhas. **Ciência Hoje**, v. 35, p. 58–60, 2004.
- RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C.; RAMOS, M. C.; CARREIRA, L. M. Aspectos da biologia de nidificação de *Centris flavifrons* (Friese) (Hymenoptera: Apidae, Centridini), um dos principais polinizadores do murici (*Byrsonima crassifolia* L. Kunth, Malpighiaceae), no Maranhão. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, p. 579–587, 2006.

- RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C.; VENTURIERI, G. Menos locais para ninhos. **Ciência Hoje**, v. 42, n. 247. 2008.
- RÊGO, M. M. C.; SANTOS, C.; ALBUQUERQUE, P. M. C.; 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**, Belém, PA, v. 16, n. 2, p. 99-133, 2000.
- RIBEIRO, M. F.; RODRIGUES, F.; LIMA, C. B. S.; BRAGA, J. R. Atividade externa da abelha branca (*Frieseomelitta doederleini*) em período seco e chuvoso em Petrolina, PE. **Anais do VII Congresso Nordestino de Produção Animal**. 2012
- ROBERTS, R. B. Biology of the crepuscular bee *Ptiloglossa guinnae* n. sp. with notes on associated bees, mites, and yeasts. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 44, n. 3, p. 283–294, 1971.
- ROCHA-FILHO, L. C.; SILVA, C. I.; GAGLIANONE, M. C.; AUGUSTO, S. C. Nesting behavior and natural enemies of *Epicharis (Epicharis) bicolor* Smith 1854 (Hymenoptera Apidae). **Tropical Zoology**, v. 21, p. 227–242, 2008.
- RODARTE, A. T. A.; SILVA, F. O.; VIANA, B. F. A flora melitófila de uma área de dunas com vegetação de caatinga, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, 22(2): 301-312. 2008.
- ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge Univ Press, New York, 514p. 1989.
- SAKAGAMI, S. F.; LAROCA, S.; MOURE, J. S. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil: preliminary report. **Journal of the Faculty of Science Hokkaido University Series VI. Zoology**, Sapporo, v. 16, n. 2, p. 253-291, 1967.
- SANTOS, A. J. S. Estimativas de riqueza em espécies, p.19-41. In L. Cullen Jr, C. Valdares-Padua & R. Rudran, **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba, UFPR, Fundação O Boticário, 663p. 2003.
- SANTOS, A. P. S. M. **Diversidade de abelhas e recursos polínicos como fonte de alimentação em áreas de Cerrado**. Tese de mestrado, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 84 p. 2013.
- 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.

- SCHLINDWEIN, C. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 4., 2000, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras/USP, p.131-141. 2000.
- SCHLINDWEIN, C.; SCHLUMPBERGER, B.; WITTMANN, D.; MOURE, J. S. O gênero *Xylocopa* Latreille no Rio Grande do Sul, Brasil (Hymenoptera, Anthophoridae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 1, p. 107–118, 2003.
- SCHWARTZ-FILHO, D. **A comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha das Cobras (Paraná, Brasil): aspectos ecológicos e biogeográficos**. 77 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1993.
- SILVA, A. G.; PINTO, R. S.; CONTRERA, F. A. L.; ALBUQUERQUE, P. M. C.; RÊGO, M. M. C. Foraging distance of *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 494–501, 2014.
- SILVA, S. J. R. Entomofauna de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A. M.; COSTA E SOUZA, J. M. Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade, e Potencialidades Agrossilvipastoris. **FEMACT**, Boa Vista, p.139-153, 2005.
- SILVEIRA, F. A.; CAMPOS; M. J. O. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera: Apoidea). **Revista Brasileira de Entomologia** 39: 371–401. 1995.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R. ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte. 253 p. 2002.
- SOARES, A. E. E.; DE JONG, D. Pesquisas com Abelhas no Brasil. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, Brazil (In English, Spanish and Portuguese). 1992.
- SOUSA, E. S. **Abelhas Sociais (Hymenoptera, Apidae) em uma Área de restinga: abundância relativa, sazonalidade e recursos florais na Ilha de Curupu, MA, Brasil**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís. 36 f. 2003.
- SOUZA, B. A; CARVALHO, C. A L.; ALVES, R. M. O. Flight activity of *Melipona asilvai* Moure (Hymenoptera: Apidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2B, p. 731–737, 2006.
- SZABO, T. I.; SMITH, M. V. The influence of light intensity and temperature on the activity of the alfalfa leaf-cutter bee *Megachile rotundata* under field conditions. **Journal of Apicultural Research**, v. 11, n. 3, p. 157–165, 1972.
- VIANA, B. F. **A comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil**. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 4, p. 635–645, 1999a.

- VIANA, B. F. A melissofauna das dunas do médio São Francisco, Bahia, Brasil. **XII Encontro de Zoologia do Nordeste**. pp. 112-118. 1999b.
- VIANA, B. F., KLEINERT, A. M. P. A community of flower-visiting bees (Hymenoptera: Apoidea) in the coastal sand dunes of northeastern Brazil. **Biota Neotrop.** 5, 1–13. 2005.
- VIANA, B. F.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Bee Diversity of the Coastal Sand Dunes of Brazil. **Pollinating Bees**, p. 135–153, 2002.
- 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.
- VINSON, S. B.; FRANKIE, G. W.; WILLIAMS, H. J. Chemical ecology of bees of the genus *Centris* (Hymenoptera: Apidae). **Fla. Entomol.** 79: 109-129. 1996.
- VINSON, S. B.; WILLIAM, H. J.; FRANKIE, G. W.; SHRUM, G. Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae) **Biotropica**, 29(1):76-83. 1997.
- VIVALLO, F.; MELO, G. A. R. Taxonomy and geographic distribution of the species of *Centris* of the hyptidis group (Hymenoptera: Apidae: Centridini), with description of a new species from central Brazil. **Zootaxa**, n. April, 2009.
- WCISLO, W.T.; CANE, J.H. Floral resource utilization by solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies. **Annual Review of Entomology**, 41, 257–286. 1996.
- WILLIAMS, I. H.; CORBET, S. A.; OSBORNE, J. L. Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community. **Bee World** 72(4): 170-180. 1991.
- WILMS, W. The highly eusocial bees of Boracéia: Community structure, resource partitioning, and their role as pollinators. **Anais do II Encontro Sobre Abelhas**. pp. 196-204. 1996.
- WILMS, W.; WENDEL, L.; ZILLIKENS, A.; BLOCHTEIN, B.; ENGELS, W. Bees and other insects recorded on flowering trees in a subtropical Araucaria forest in southern. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 32: 220–226. 1997.
- WRATT, E. C. The pollinating activities of bumble bees and honeybees in relation to temperature, competing forage plants, and competition from other foragers. **Journal of Apicultural Research**, v. 7, n. 2, p. 61–66, 1968.
- ZANELLA, C. V.; SCHWARTZ FILHO; D. L.; LAROCCA, S. Tropical bee island. biogeography: diversity and abundance patterns. **Biogeographica** 74: 103–115. 1998.
- ZANELLA, F. C. V. **Estrutura da comunidade de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) da Ilha do Mel, Planície Litorânea Paranaense, Sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1991.

ZANELLA, F. C. V. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. **Apidologie** 31: 579-592. 2000.

ZANELLA, F. C. V.; MARTINS, C. F. Abelhas da caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. **Ecologia e Conservação da Caatinga**, p. 75–134, 2003.