



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE  
E BIOTECNOLOGIA DAREDEBIONORTE**



**RECURSOS ALIMENTARES E FORRAGEAMENTO DE DUAS ESPÉCIES  
DE ABELHAS SEM FERRÃO - *MELIPONA (MELIKERRIA) FASCICULATA*  
SMITH, 1854 *MELIPONA (MICHMELIA) FLAVOLINEATA* FRIESE, 1900  
(APIDAE, MELIPONINI) – NA REGIÃO DA BAIXADA MARANHENSE,  
BRASIL**

**LUANA FONTOURA GOSTINSKI**

**São Luís–MA**

**2018**

**LUANA FONTOURA GOSTINSKI**

**RECURSOS ALIMENTARES E FORRAGEAMENTO DE DUAS ESPÉCIES  
DE ABELHAS SEM FERRÃO –*MELIPONA (MELIKERRIA) FASCICULATA*  
SMITH, 1854E *MELIPONA(MICHMELIA) FLAVOLINEATA* FRIESE, 1900  
(APIDAE, MELIPONINI) – NA REGIÃO DA BAIXADA MARANHENSE,  
BRASIL**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Maranhão, como requisito para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia.

Orientadora: Profa. Dra. Patricia Maia Correia de Albuquerque

Co-orientador: Prof. Dr. Felipe Andrés León Contrera

**São Luís–MA**

**2018**

**LUANA FONTOURA GOSTINSKI**

**RECURSOS ALIMENTARES E FORRAGEAMENTO DE DUAS ESPÉCIES DE  
ABELHAS SEM FERRÃO – MELIPONA (MELIKERRIA) FASCICULATA  
SMITH, 1854 E MELIPONA (MICHMELIA) FLAVOLINEATA FRIESE, 1900  
(APIDAE, MELIPONINI) – NA REGIÃO DA BAIXADA MARANHENSE,  
BRASIL**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Maranhão, como requisito para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Conservação.

Orientadora: Profª. Dra. Patricia Maia Correia de Albuquerque  
Co-orientador: Prof. Dr. Felipe Andrés León Contrera

**Banca examinadora**

---

**Dra. Patrícia Maia Correia de Albuquerque**

---

**Dr. Cristiano Menezes**

---

**Dra. Márcia Maria Corrêa Rêgo**

---

**Dra. Vera Lúcia Imperatriz Fonseca**

---

**Dr. Murilo Sérgio Drummond**

**São Luís – MA  
2018**

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

Gostinski, Luana Fontoura.

RECURSOS ALIMENTARES E FORRAGEAMENTO DE DUAS ESPÉCIES DE ABELHAS SEM FERRÃO - MELIPONA MELIKERRIA FASCICULATA SMITH, 1854 E MELIPONA MICHMELIA FLAVOLINEATA FRIESE, 1900 APIDAE, MELIPONINI NA REGIÃO DA BAIXADA MARANHENSE, BRASIL / Luana Fontoura Gostinski. - 2018.

125 f.

Coorientador(a): Felipe Andrés León Contrera.

Orientador(a): Patricia Maia Correia de Albuquerque.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Rede - Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

1. Extração de Mel. 2. Manejo de colônias. 3. Meliponicultura. 4. Recursos polínicos. 5. Sobreposição de Nicho. I. Albuquerque, Patricia Maia Correia de. II.

## AGRADECIMENTOS

---

Meus sinceros agradecimentos às pessoas e instituições que contribuíram para o desenvolvimento desta Tese. Em especial:

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA, pela concessão da bolsa (BD-01713/14) e financiamento do projeto de pesquisa (UNIVERSAL-00642/14).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de auxílio a pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal – BIONORTE e Universidade Federal do Maranhão - UFMA, pela oportunidade de realização deste trabalho.

À minha orientadora querida, Dra. Patricia Albuquerque, por todo apoio desde o mestrado, confiança e disponibilidade para discutirmos os minuciosos detalhes de cada passo desta Tese. Por acreditar em meu potencial e sempre incentivar o desenvolvimento de novos projetos para meu aperfeiçoamento profissional.

Ao meu co-orientador, Dr. Felipe Contrera, pelas ideias inovadoras, discussões elucidativas e estímulo ao meu aprimoramento intelectual.

À Dra. Léa Maria Medeiros Carreira por me inspirar com sua paixão pelas plantas e pela natureza, pelos ensinamentos palinológicos e por todo apoio e acolhimento ao longo destes anos de parceria e amizade.

À Dra. Marcia Rêgo, Dra. Eleuza Tenório e Dr. Murilo Drummond por todas as sugestões dadas para o melhoramento desta Tese e ao Dr. Eduardo Bezerra de Almeida Jr. pela identificação das espécies vegetais coletadas.

À Fabiana França, por compartilhar comigo toda execução deste projeto, me dando todo apoio sempre que necessário, dispondo do seu tempo e paciência para aprender uma área totalmente diferente da sua na biologia, e acima de tudo, por me tornar parte de sua família em Bequimão.

Ao Sr. Antônio Augusto, meliponicultor, pela permissão para trabalhar em seu meliponário, por compartilhar conosco seu valioso conhecimento sobre abelhas e flora local, e pelo auxílio em cada mês de coleta.

Aos meus amigos de turma Helmara, Wellyson, Paula Verônia, Crisálida, Gildevan, Marcelo e Larissa, pelo companheirismo durante as disciplinas mais

trabalhosas, pela parceria no desenvolvimento de artigos acadêmicos e por todos os momentos de descontração.

Aos ex e atuais colegas do Laboratório de Estudos sobre Abelhas: Dionísia Fernanda, Albeane, Luciano, Rafael, Jéssika e Ana Paula, por me auxiliarem sempre que preciso, pelas discussões estatísticas e metodológicas esclarecidas, por tornarem os dias de trabalho mais felizes.

E principalmente, aos meus familiares e amigos: Christiana, Graça, Carlos, Rafael, Giovanna, Milena, Gustavo, Fillipe, Maciel, Mariana e César, por todo apoio e amor que me deram ao longo dos anos de desenvolvimento deste estudo. Em especial, ao meu amor Rafael, por ser o principal incentivador e parceiro neste projeto, compartilhando comigo minhas alegrias e incertezas, sendo sempre paciente e otimista.

Por fim, aos meus filhotes amados, Clark, Lex e Bisteca, que me distraíram nas horas mais estressantes, sempre retribuindo com muito amor e alegria.

A todos, muito obrigada!

*“A abelha-mestra  
E as abelhinhas  
Estão todas prontinhas  
Para ir para a festa.  
Num zune-que-zune  
Lá vão pro jardim  
Brincar com a cravina  
Valsar com o jasmim.  
Da rosa pro cravo  
Do cravo pra rosa  
Da rosa pro favo  
E de volta pra rosa.  
Venham ver como dão mel  
As abelhas do céu.”*

**Vinicius de Moraes**, *As abelhas*, 1970.

## RESUMO

---

As abelhas são um dos mais importantes polinizadores de plantas nativas e cultivadas, onde as plantas são beneficiadas com o fluxo gênico e elas adquirem alimento e substrato para nidificação. Nesta Tese foram selecionadas duas espécies-modelo para serem estudadas: *Melipona fasciculata* e *M. flavolineata*, amplamente utilizadas na meliponicultura em um dos polos de maior produção de mel do Maranhão, a Baixada Maranhense. Assim, esta Tese visou identificar os principais recursos florais utilizados pelas duas espécies, além de avaliar a correlação entre os fatores climáticos, temperatura, umidade intranidal e atividade de voo diária. As duas espécies foram observadas em um meliponário no município de Bequimão durante um ano, com observações mensais de setembro de 2014 a julho de 2015. Foram coletadas as cargas de pólen das abelhas que retornavam à colônia, para o levantamento das espécies vegetais por elas utilizadas. Paralelamente, a atividade diária de voo e coleta de recursos foram computadas. A temperatura e umidade relativa, interna das colônias e ambiental, foram amostradas durante o mesmo período, a cada 1 hora. As temperaturas externas e internas das colônias das duas espécies se correlacionaram fortemente, assim como umidade relativa externa e interna. A atividade de voo das abelhas correspondeu positivamente com a temperatura ambiental, iniciando aproximadamente as 6:00 horas quando a temperatura estava por volta de 25°C, posteriormente houveram picos de atividade das 10 - 14:00 h em *M. fasciculata*, das 11 - 14:00 h em *M. flavolineata*. Para as duas espécies houve maior tendência à coleta de pólen durante as maiores médias de umidade relativa e menores temperaturas. Já para a coleta de néctar, foram os horários de menores médias de umidade externa e maiores temperaturas. As famílias vegetais mais frequentes no espectro polínico das duas espécies de *Melipona* foram Arecaceae (22%), Fabaceae (18.5%), Myrtaceae (9.6%), Melastomataceae (8.4%) e Lecythidaceae (6%). Os tipos polínicos mais frequentes foram: *Attalea speciosa*, *Mouriri acutiflora*, *Mimosa pudica*, *Rhynchospora cephalotes* e *Eschweilera ovata*. Foram identificados 82 tipos polínicos, destes 66 tipos foram utilizados por *M. flavolineata* e 58 por *M. fasciculata*. As duas espécies de *Melipona* apresentaram amplitude de nicho trófico elevada, assim como a uniformidade na visitação das espécies vegetais. O hábito de coleta generalista foi observado para as duas espécies, apresentando preferências temporais por determinadas plantas. Posteriormente às observações de voo, analisamos

o método de manejo das colônias para extração do mel de *M. fasciculata*, em um experimento dividido em três períodos de observação: PI antes da extração do mel, PII após extração do mel recente e PIII após 35 dias do manejo. As forrageiras foram caracterizadas como especialistas, coletando apenas um recurso durante os tempos de observação. Colônias manejadas por período de tempo menores apresentaram uma recuperação mais acelerada dos recursos extraídos. Após a extração do mel, as colônias optaram por uma resposta defensiva, alocando maior número de operárias para defesa da colônia. A extração de mel rústica comumente efetuada na região da Baixada Maranhense demonstrou afetar intensamente a atividade de voo das operárias e determinar o padrão de forrageio priorizando a coleta de néctar, resina e barro após extração. Os resultados obtidos nesta pesquisa podem fornecer informações para o desenvolvimento de métodos mais adequados para o manejo das espécies de abelhas sem ferrão em região amazônica, correlacionando o padrão de forrageamento de cada espécie em relação as mudanças climáticas ambientais e em resposta as atividades de colheita do mel.

**Palavras-Chave:** Extração de Mel, Manejo de colônias, Meliponicultura, Recursos polínicos, Sobreposição de Nicho.

## ABSTRACT

---

The bees are one of the most important pollinators of native plants and crops, in a way that the plants are benefited with the gene flow and the bees acquire food and substrate for nesting. In this thesis, two model species were selected for study: *Melipona fasciculata* and *M. flavolineata*, widely used on stingless beekeeping in one of the major poles of honey harvest in Maranhão, at the Baixada Maranhense. Thus, this thesis aimed to identify the main floral resources used by both species, as well as evaluate the correlation of the weather factors, the temperature, intranidal humidity and daily flying activity. Both species were observed on a meliponary at the municipality of Bequimão, Maranhão, Brazil, for one year, with monthly observation from September/2014 to July/2015. Pollen loads were collected from the bees returning to the colony, to evaluate the plant species used by them. Besides that, the daily flying activity and the resource collect were also registered. The temperature and relative humidity from inside the colonies and from the local environment were sampled during the same period, everyone hour. The external and internal temperature of the colonies of the two species were strongly correlated, as well as the inside and outside relative humidity. The bee flying activity corresponded positively with the local temperature, beginning at 6:00 am when the temperature was around 25 °C, after which there were peaks of activity from 10:00 am - 02:00 pm in *M. fasciculata*, from 11:00 am - 02:00 pm in *M. flavolineata*. For both species there was a higher tendency of pollen harvested during the highest average of relative humidity and lowest temperature. In relation to the nectar harvest, the higher tendency was on the lowest averages of external humidity and highest temperature. The most frequent plant families in the pollen spectrum of the two species of *Melipona* were *Arecaceae* (22%), *Fabaceae* (18.5%), *Myrtaceae* (9.6%), *Melastomataceae* (8.4%) and *Lecythidaceae* (6%).

The most frequent pollen types were: *Attalea speciosa*, *Mouriri acutiflora*, *Mimosa pudica*, *Rhynchospora cephalotes* and *Eschweilera ovata*. 66 of the 82 identified pollen types were utilized by *M. flavolineata* and 58 by *M. fasciculata*. The trofic niche amplitude was high, with  $H' = 3.41$  for *M. flavolineata* and 3.43 for *M. fasciculata*, as well as the uniformity of 0.81 and 0.84 respectively. The generalist harvest method was observed on both species, reporting also a temporal preference for some plants. The management method of the colonies for honey harvesting of *M. fasciculata* as also

analysed after the flying observations on a three period of observations experiment: PI before the honey harvest, PII after the recent honey harvest and PIII 35 days after the management. The foragers were characterized as specialists, collecting only one resource during the observation times. The colonies managed for a shorter period showed a faster recovery of harvested resources. After the honey harvest, the colonies choosed a defensive answer, assigning a higher number of operors to the colony defense. The rustic honey harvest usually performed on the Baixada Maranhense has been shown a deep interference on the flying activity and on the forager standard, prioritizing the harvest of nectar, resin and mud after the extraction. The results of this research can provide valuable information to develop pppropriate methods to manage stingless bees on the amazonic region by correlating the foraging standard of each species with the climate changes and the response to the honey harvest.

**Keywords:** Honey harvesting, Management of colony, Stingless beekeeping; Pollen resources; Niche overlap

## LISTA DE FIGURAS

	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	
<b>Figura 1</b>	Mapa de distribuição por registros da espécie <i>M. fasciculata</i> no Maranhão (número dos municípios referentes a ocorrência na Tabela 1).....	11
<b>Figura 2</b>	Mapa de distribuição por registros da espécie <i>M. flavolineata</i> no Maranhão (número dos municípios referentes a ocorrência na Tabela 1).....	12
<b>Figura 3</b>	Área de Preservação Ambiental da Baixada Maranhense.....	14
	<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>Figura 1</b>	Coleta mensal de pólen (A), néctar (B), resina e barro (C), médias mensais de pluviosidade (em barras - D) e atividade de voo total (linhas - D), médias mensais de temperatura e umidade relativa ambientais (E) em três colônias de <i>Melipona fasciculata</i> e três de <i>Melipona flavolineata</i> (D).....	47
<b>Figura 2</b>	Correlação de linear (R <sup>2</sup> ) entre a coleta de recursos (pólen e néctar) por <i>Melipona fasciculata</i> e <i>Melipona flavolineata</i> , e fatores climáticos ambientais (temperatura e umidade relativa) por hora do dia.....	49
	<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>Figura 1</b>	Tipos polínicos mais frequentes (dominantes e acessórios) coletados por <i>M. fasciculata</i> e <i>M. flavolineata</i> na Amazônia Oriental Maranhense [ <i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng. (01), <i>Astrocaryum vulgare</i> Mart. (02), <i>Cocos nucifera</i> L. (03), <i>Bixa orellana</i> L. (04), <i>Cochlospermum</i> sp. (05), Tipo Bombacaceae 3 (06), <i>Combretum lanceolatum</i> Pohl ex Eichler (07), <i>Merremia</i> sp. (08), <i>Rhynchospora cephalotes</i> (L.) Vahl (09), <i>Mimosa caesalpiniifolia</i> Benth. (10), <i>Mimosa pudica</i> L. (11), <i>Senna georgica</i> H.S. Irwin & Barneby (12), <i>Eschweilera ovalifolia</i> (DC.) Nied. (13), <i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers (14), <i>Mouriri acutiflora</i> Naudin (15), <i>Mouriri guianensis</i> Aubl. (16), <i>Eugenia flavescens</i> DC. (17), <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels (18), Tipo Myrtaceae (19), <i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl. (20), <i>Spermacoce</i> sp.2 (21), <i>Solanum jamaicense</i> Mill. (22) e <i>Solanum paniculatum</i> L. (23)].....	64
	<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>Figura 1</b>	Fluxograma de experimento demonstrando os parâmetros da colônia de <i>Melipona fasciculata</i> medidos no 1º período (PI): 5 d antes da extração; 2º período (PII): 5 d após a extração; e 3º período (PIII): um período de 5 dias começando 35 d após a extração.....	84
<b>Figura 2</b>	Padrão de atividade total de entrada com recursos e remoção / limpeza de resíduos pela hora do dia apresentado por de <i>Melipona fasciculata</i> antes e depois da colheita de mel. PI, 1º período: 5 d antes da extração; PII, 2º período: 5 d após a extração; e PIII, 3º período: um período de 5 dias começando 35 dias após a extração.....	87
<b>Figura 3</b>	Padrão de coleta de néctar, pólen, resina e barro, bem como remoção de resíduos / limpeza apresentado por seis colônias de <i>Melipona fasciculata</i> antes e após extração de mel. PI, 1º período: 5 d antes da extração; PII, 2º período: 5 d após a extração; e PIII, 3º período: um período de 5 dias iniciando 35 dias após a extração.....	88
<b>Online</b>	Método de colheita de mel.....	98

**Material  
Supplementar**

## LISTA DE TABELAS

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

<b>Tabela 01</b>	Número de registros das espécies de <i>Melipona</i> ocorrentes no Estado do Maranhão em inventários, estudos de caso e coleções digitalizadas online [Coleção Camargo - FFCLRP/USP, Coleção Entomológica Paulo Nogueira-Neto - IB/USP, Collaborative databasing of North American bee collections within a global informatics network project - AMNH-Bee, Coleção de Hymenoptera INPA, Entomological Museum Collection] (SPECIESLINK, 2016) e localidades de registro no Maranhão.....	8
<b>Tabela 02</b>	Espécies de plantas utilizadas por <i>M. fasciculata</i> presentes em amostras de mel, pólen corbicular ou geoprópolis na Baixada Maranhense. Autores: 1. Silva (2007); 2. Martins (2008); 3. Martins et al. (2011); 4. Albuquerque et al. (2013); 5. Barros et al. (2013); 6. Carvalho et al. (2016).....	18
<b>Tabela 03</b>	Métodos de colheita de mel (adaptado de Kerr et al., 1996 e Villas-Bôas, 2012).....	23

## CAPÍTULO 1

<b>Tabela 1</b>	Coeficiente de correlação linear (Pearson - r) entre média da atividade de voo das operárias de <i>Melipona fasciculata</i> e <i>Melipona flavolineata</i> , fatores internos das colônias (temperatura e umidade relativa), as médias mensais dos fatores climáticos ambientais (temperatura, umidade relativa e precipitação) e a atividade de coleta de recursos (néctar/água, pólen, resina e barro). Dados médios ( $\pm$ dp) de três colônias de cada espécie.....	46
-----------------	--	----

## CAPÍTULO 2

<b>Tabela 1</b>	Classe de frequência dos tipos polínicos utilizados por <i>Melipona flavolineata</i> (A) e <i>Melipona fasciculata</i> (B) durante o período de setembro 2014 a agosto 2015, na Baixada Maranhense, Amazônia oriental.....	65
-----------------	--	----

## CAPÍTULO 3

<b>Tabela 1</b>	Parâmetros biométricos encontrados nas colônias de <i>M. fasciculata</i> em PI, 1º período: 5 d antes da extração; PII, 2º período: 5 d após a extração; e PIII, 3º período: um período de 5 dias começando 35 dias após a extração.....	86
<b>Tabela 2</b>	Número de forrageiras de <i>M. fasciculata</i> coletando pólen, néctar e barro/resina ou em atividade de guarda e limpeza da colônia durante o período pré extração do mel (PI) e 5 e 35 d (PII e PIII, respectivamente) após extração do mel.....	90

## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
<b>1</b> INTRODUÇÃO GERAL.....	3
<b>2</b> REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
<b>2.1</b> MELIPONÍNEOS.....	6
<b>2.1.1</b> Biologia de Meliponíneos.....	6
<b>2.1.2</b> Coleta de recursos.....	7
<b>2.1.3</b> Distribuição do Gênero <i>Melipona</i> no Maranhão.....	8
<b>2.1.3.1</b> <i>Melipona fasciculata</i> .....	10
<b>2.1.3.2</b> <i>Melipona flavolineata</i> .....	12
<b>2.2</b> ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DABAIXADA MARANHENSE.....	13
<b>2.2.1</b> Caracterização vegetal da Baixada Maranhense.....	14
<b>2.2.2</b> Recursos utilizados por <i>Melipona</i> na Baixada Maranhense.....	17
<b>2.3</b> MELIPONICULTURA.....	21
<b>2.3.1</b> Meliponicultura na Baixada Maranhense.....	22
<b>2.3.2</b> Métodos de extração de mel.....	22
<b>2.4</b> CONSERVAÇÃO DOS MELIPONÍNEOS.....	24
<b>3.</b> OBJETIVOS.....	27
<b>3.1</b> OBJETIVO GERAL.....	27
<b>3.2</b> OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
<b>4</b> JUSTIFICATIVA.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
<b>5</b> CAPÍTULO 1 - Comportamento de forrageamento de <i>Melipona (Melikerria) fasciculata</i> Smith, 1854 e <i>Melipona (Michmelia) flavolineata</i> Friese, 1900 em área de Floresta Amazônica.....	40
Introdução.....	43
Materiais e Método.....	44
Resultados.....	45
Discussão.....	50
Conclusões.....	52
Referências.....	53
<b>6</b> CAPÍTULO 2 - Nicho trófico e partição de fontes polínicas por duas espécies de <i>Melipona</i> (Hymenoptera, Apidae) na Amazônia Oriental.....	56
Introdução.....	58
Materiais e Método.....	60
Resultados.....	62

	<b>Discussão</b> .....	69
	<b>Referências</b> .....	74
<b>7</b>	<b>CAPÍTULO 3 - Efeito da colheita de mel nas atividades das forrageiras de <i>Melipona (Melikerria) fasciculata</i> Smith, 1854</b> .....	77
	<b>Introdução</b> .....	80
	<b>Materiais e Método</b> .....	81
	<b>Resultados</b> .....	85
	<b>Discussão</b> .....	90
	<b>Referências</b> .....	95
	<b>Online Supplementary Material</b> .....	98
<b>8</b>	<b>LISTA DE PRODUÇÕES</b> .....	10
		0
<b>9</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	10
		1
	<b>ANEXOS</b> .....	10
		2
	<b>Anexo 1 – Normas Revista Entomotropica (Capítulo 1)</b> .....	10
		3
	<b>Anexo 2 – Normas Revista Oecologia Australis (Capítulo 2)</b> .....	10
		8
	<b>Anexo 3 – Listagem de plantas coletadas de setembro de 2014 a agosto de 2015 no raio de 1km do meliponário, Povoado Monte Alegre, município de Bequimão – Maranhão</b> .....	11
		9
	<b>Anexo 4 – Palinoteca referência da área de coleta, espécies vegetais identificadas pelo Herbário do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão (MAR). Número no pólen = número do coletor (anexo 3)</b> .....	12
		1

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

---

As abelhas e as plantas estabeleceram evolutivamente diversas relações mutualísticas para sucesso reprodutivo e perpetuação no ambiente (ROUBIK, 1989; GOULSON, 1999; HRNCIR & MAIA-SILVA, 2013). Devido a esta íntima relação com as flores, as abelhas exercem um papel fundamental para a conservação do meio ambiente, tornando-se agentes essenciais para a reprodução de muitas espécies vegetais nativas e agrícolas (ROUBIK, 1989; SLAA et al., 2006). A relação abelha-planta é baseada em gratificações, onde as abelhas se beneficiam com a coleta de recursos alimentares e as plantas com a polinização (ROUBIK, 1989).

As abelhas nativas sem ferrão, denominadas meliponíneos, são insetos eussociais que compõem um grupo complexo e diversificado, com grande número de espécies e variados padrões comportamentais (MICHENER, 2007; VENTURIERI et al., 2012).

Os meliponíneos, assim como as abelhas melíferas do gênero *Apis*, formam colônias perenes, onde armazenam alimentos e mantem a sua prole protegida (MICHENER, 2013). As colônias são comumente compostas por uma rainha, responsável pela postura de ovos, e um grande número de operárias distribuídas em tarefas para a manutenção do ninho, como: cuidados da cria, construção de células e potes, limpeza, guarda, termorregulação, coleta e estoque de recursos (SMICHENER, 2007, 2013).

A atividade de voo para coleta de recursos efetuada pelos meliponíneos está relacionada diretamente aos fatores ambientais, sendo determinada pelas variações de temperatura, intensidade luminosa, umidade relativa, pluviosidade e velocidade do vento (ROUBIK & BUSCHMAN, 1984; ROUBIK, 1989; SILVA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012).

Desta forma, o período de atividade de voo diário e sazonal é determinado pelos fatores climáticos, assim como a termorregulação interna das colônias. Tais comportamentos adotados pelas operárias podem variar de acordo com as diferentes condições microclimáticas de cada localidade (ROUBIK & BUSCHMAN, 1984; HILÁRIO et al., 2000).

Para coleta de recursos as forrageiras recrutam outras abelhas na colônia, fornecendo informações sobre a localização onde esse recurso pode ser encontrado (JARAU et al., 2000; HRNCIR & MAIA-SILVA, 2013). Devido a contínua demanda

na colônia, os meliponíneos apresentam comportamento potencialmente generalista, visitando uma diversidade de espécies vegetais para coleta de recursos alimentares (OLIVEIRA *et al.* 2009). Assim, as forrageiras buscam recursos continuamente, coletando pólen, néctar, resina, barro, água e outros materiais para a manutenção e sobrevivência da colônia, estocando-os para um período de menor disponibilidade (ROUBIK, 1989).

O pólen e o néctar são os recursos mais importantes para a colônia, fornecendo proteínas e carboidratos para a dieta das abelhas adultas e alimento para as larvas (MICHENER, 1974; ROUBIK, 1989). O pólen é armazenado em potes de cera, e assim que as forrageiras voltam do campo com o recurso, utilizam as patas medianas para retirá-lo da corbículas. Em seguida, as operárias regurgitam uma substância glandular que auxiliará na fermentação do pólen para que possa ser consumido posteriormente (KERR *et al.*, 1996).

Diferente do armazenamento do pólen, o néctar passa pelo processo de desidratação por ventilação feito pelas operárias receptoras. Em seguida, o néctar, já com concentração média de 70% de açúcar é armazenado em potes de cera (KERR *et al.*, 1996).

Por estocarem recursos alimentares, principalmente o mel, os meliponíneos são tradicionalmente criados em diversas regiões do Brasil (KERR *et al.*, 1996; VENTURIERI *et al.*, 2012). O mel tem sido utilizado pelo homem desde os tempos pré-históricos, principalmente advindo da espécie de abelha *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (BISHOP, 2005). Os meliponíneos possuem ferrão atrofiado não funcional para defesa (i.e., ferrear inimigos), facilitando o manejo de suas colônias (SLAA *et al.*, 2006), sendo uma vantagem para criação das diversas espécies de abelhas nativas em relação a *A. mellifera*.

A meliponicultura é o nome dado ao cultivo de abelhas nativas sem ferrão (NOGUEIRA-NETO, 1997). O interesse na meliponicultura é justificado pelo uso nutricional e terapêutico dos subprodutos apícolas. Além da comercialização para aumento da renda familiar (KERR *et al.*, 1996).

No Brasil existem diversas técnicas de coleta e beneficiamento do mel de abelhas sem ferrão (KERR *et al.*, 1996; VILLAS-BÔAS, 2012). Contudo, não há regulamentação específica que considerem um processo padrão adequado para colheita do mel destas abelhas ou que regulamente a cadeia produtiva da meliponicultura (VILLAS-BÔAS, 2012).

No Maranhão, os métodos de colheita de mel ainda são despadronizados, podendo levar à perda da colônia durante o procedimento. O método de colheita de mel rústico causa mudanças no padrão de forrageamento das operárias, que tendem a priorizar a coleta dos recursos que foram extraídos (GOSTINSKI et al., 2017). Além disso, a colheita de mel, sem cuidados higiênicos na manipulação da colônia, pode gerar subprodutos apícolas inadequados para consumo e venda.

Visando o entendimento dos padrões comportamentais dos meliponíneos, essa Tese analisou os recursos polínicos utilizados pelas espécies *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854 e *Melipona (Michmelia) flavolineata* Friese, 1900, produzindo informações sobre os nichos tróficos que mantêm essas espécies em coexistência, no que se refere à partição, amplitude e sobreposição destes nichos. Também foi analisada a influência dos fatores meteorológicos sobre as atividades da colônia. Além disso, foi discutido o comportamento da espécie *M. fasciculata* em resposta à extração rústica de mel, método comum na região da Baixada Maranhense.

Desta forma, o **Capítulo 1** investigou como ocorre a regulação da temperatura nas colônias de *M. fasciculata* e *M. flavolineata*, bem como a atividade de forrageamento para coleta de recursos pelas duas espécies de abelhas sem ferrão e sua correlação com as mudanças climáticas em uma área de Floresta Amazônica no Maranhão.

No **Capítulo 2**, foram caracterizadas as fontes florais e principais recursos utilizados pelas espécies *M. fasciculata* e *M. flavolineata*, visando identificar, ao longo de um ano de amostragem, as principais fontes polínicas, atividades de voo diárias peculiares de cada espécie e a sobreposição de nicho trófico através de suas interações.

Já o **Capítulo 3**, abordou o método tradicional de manejo e extração do mel aplicados a *M. fasciculata* no município de Bequimão – MA, analisando a resposta das colônias à uma extração rústica do mel, discutindo o comportamento de forrageamento de *M. fasciculata* em três períodos diferentes: Período I (pré extração), Período II (5 dias após manejo) e Período III (30 dias após Tempo II).

Os resultados desta Tese trazem informações sobre como as abelhas sem ferrão são afetadas pelas variações ambientais e manipulação humana. Além de investigar as estratégias adotadas pelas operárias para a recuperação da colônia e os hábitos adotados pelas forrageiras para a estocagem dos recursos. Estes resultados podem ser utilizados na meliponicultura da região para melhoramento dos métodos de

colheita de mel, bem como a determinação de flora associada para plantil em maior escala e crescimento da produção de mel local.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 MELIPONÍNEOS

Os Meliponíneos reúnem as popularmente denominadas “abelhas indígenas sem ferrão”, que pertencem a família Apidae, subfamília Apinae e tribo Meliponini (SILVEIRA et al., 2002; MICHENER, 2013). Esta tribo é composta por 34 gêneros e centenas de espécies eussociais distribuídas em todas as regiões tropicais e algumas subtropicais do mundo (SILVEIRA et al., 2002; CAMARGO & PEDRO, 2013). O gênero *Melipona* Illiger, 1806, é subdividido em quadro subgêneros: *Eomelipona* Moure, 1992, *Melikerria* Moure, 1992, *Melipona* Illiger, 1806 e *Micheneria* Moure, 1975 (CAMARGO & PEDRO, 2013).

As abelhas sem ferrão possuem alta diversidade de espécies com variedade de tamanhos e hábitos ecológicos, possibilitando a polinização de um grande número de plantas de forma eficiente (SLAA et al., 2006; MICHENER, 2013). Assim, os meliponíneos são considerados importantes polinizadoras de várias plantas cultivadas e silvestres (MELO et al., 2002; LORENZON et al., 2003; VENTURIERI et al., 2012). Já tem sido constatado que cerca de 85% das espécies visitadas por meliponíneos são beneficiadas com sua polinização (ROUBIK, 1979; SLAA et al., 2006).

#### 2.1.1 Biologia de Meliponíneos

Os meliponíneos vivem em organização eussocial e sua população pode variar de centenas a milhares de indivíduos (MICHENER, 1974, 2013). No gênero *Melipona* foi observada a população média de 2500 indivíduos, entre ovos, larvas, pupas e adultos em um estudo realizado com *M. fasciculata* Smith, 1854 (KERR et al. 2001).

Os meliponíneos formam colônias perenes, geralmente instalando seus ninhos em cavidades pré-existentes, como troncos de árvores ou ninhos abandonados de outros animais (KERR et al., 1996, 2001). Nas colônias as operárias constroem continuamente células de cria, formando favos horizontais ou em cachos (KERR et al., 1996). Além disso, armazenam grandes somas de alimentos em potes de pólen e mel, e mantêm protegidas a sua prole (SAKAGAMI, 1982; ROUBIK, 2006).

A divisão de trabalho entre os meliponíneos é distinta de acordo com a faixa etária das operárias (KERR et al., 1996; MICHENER, 2013). As mais jovens se mantem

na colônia, trabalham na construção de células e cuidam da cria; aos 14 dias exercem papel de lixeiras internas e após 25º dia as mais velhas são receptoras e desidratadoras de néctar, além de manterem posição de guarda e forrageio (MICHENER, 1974, 2013; SAKAGAMI, 1982; KERR et al., 1996).

Mesmo com ferrão reduzido ou ausente, os meliponíneos exibem diversos mecanismos de defesa, que podem variar de uma simples fuga até um ataque onde várias operárias utilizam as fortes mandíbulas para impregnar resinas e/ou morder, muitas vezes em um ataque suicida no qual as operárias prendem suas mandíbulas no predador mesmo que ocasione sacrifício individual (MICHENER, 1974; PARRA, 1990; SHACKLETON et al. 2015).

A rainha e os machos não fazem parte dos processos de manutenção e defesa da colônia; em algumas espécies os machos foram observados produzindo cerume (DRORY, 1872; KERR, 1987) e desidratando néctar, mas na maioria das espécies, eles possuem apenas função reprodutiva (KERR et al., 1996). Além disso, a rainha também tem o papel fundamental de manter a coesão da colônia através de liberação de feromônios em atos ritualizados (KERR et al., 1996).

### **2.1.2 Coleta de recursos**

Os meliponíneos podem utilizar recursos sonoros, químicos, visuais e contatos físicos para comunicar os locais de coleta de recursos (KERR et al., 1996). Para exploração das fontes alimentares e encontrar locais de nidificação é necessária a comunicação entre as operárias na colônia e essa ação se dá pelo recrutamento de campeiras por forrageiras (LINDAUER & KERR, 1958; CONTRERA, 2004).

Espécies do gênero *Melipona* utilizam uma trilha de cheiro para indicação do local, onde marcam a flor com uma secreção mandibular, voam poucos metros e marcam novamente (LINDAUER & KERR, 1958; KERR & ROCHA, 1988). Ao chegar na colônia, as operárias distribuem o alimento e simultaneamente fazem sons indicando a distância: quanto mais longo, mais distante o recurso (LINDAUER & KERR, 1958; KERR & ROCHA, 1988). Tal estratégia de comunicação favorece a eficiência na coleta de recursos para a colônia (CONTRERA, 2004).

Os meliponíneos acumulam resinas das árvores e barro para construção de potes, alvéolos envólucros de cera/própolis/geopropolis (KERR et al., 1996; ROUBIK,

2006). Também coletam, em um ciclo contínuo, pólen e néctar para alimento da colônia: a operária retira o pólen das anteras das flores e deposita nas patas posteriores, quando retornam para colônia os grãos são retirados da corbículas com auxílio das patas medianas e são armazenados em potes de cerume para fermentação e consumo (KERR, 1987; KERR et al., 1996; ROUBIK, 2006).

Em relação ao néctar, a operária estende sua língua formando um canal sugador e o líquido é armazenado no papo ou estômago de néctar, onde é transportado para colônia. Em seguida é entregue às operárias receptoras que levam até os potes para desidratação. Nos potes o néctar é ventilado pelas operárias desidratadoras até atingir aproximadamente 70% de concentração de açúcar, formando assim o mel (KERR et al., 1996)

### 2.1.3 Distribuição do Gênero *Melipona* Estado do Maranhão

Os meliponíneos são dependentes das características climáticas e florísticas de suas regiões de origem, tais particularidades os tornam um grupo isolado e especializado (KERR et al., 1996; CAMARGO, 2013). O gênero *Melipona* ocorre em toda a região neotropical, sendo mais diversificado na bacia amazônica (SILVEIRA et al., 2002; CAMARGO, 2013).

No Maranhão, o gênero *Melipona* apresenta ampla distribuição das espécies, com menor concentração para o Sul do Estado, possivelmente pelo baixo número de inventários na região. A Tabela 1 representa uma compilação de inventários e estudos de caso realizados no Estado, onde foi registrada a ocorrência de dez espécies de *Melipona*.

**Tabela 1** - Número de registros das espécies de *Melipona* ocorrentes no Estado do Maranhão em inventários, estudos de caso e coleções digitalizadas online [Coleção Camargo - FFCLRP/USP, Coleção Entomológica Paulo Nogueira-Neto - IB/USP, Collaborative databasing of North American bee collections within a global informatics network project - AMNH-Bee, Coleção de Hymenoptera INPA, Entomological Museum Collection] (SPECIESLINK, 2016) e localidades de registro no Maranhão.

Espécies	Localidades	Registros	Autores
<i>Melipona (Eomelipona) puncticollis</i> Friese, 1902	1. Alcântara (26)	26	Gonçalves et al., 1996
<i>Melipona (Melikerria) interrupta</i> Latreille, 1811	1. Carolina (8), 2. Codó*.	8	Coleção online – Specieslink; Ducke, 1916, 1925
<i>Melipona (Melikerria) quinquefasciata</i> Lepeletier, 1836	1. Alto Parnaíba (1), 2. Mirador*.	1	Araújo, 2013; Coleção online – Specieslink.
<i>Melipona (Melipona) subnitida</i> Ducke, 1910	1. Alcântara*, 2. Barreirinhas (8), 3. Ponta do Mangue*	8	Ducke, 1910; Gostinski, 2011; Rêgo & Albuquerque, 2006;

Pinto et al., 2014;  
Silva et al., 2014.

Continuação Tabela 1...

Espécies	Localidades	Registros	Autores
<i>Melipona (Melikerria) fasciculata</i> Smith, 1854	1. Alcântara (1), 2. Anajatuba (284), 3. Arari (54), 4. Balsas*, 5. Barra do Corda (3), 6. Barreirinhas (29), 7. Belagua*, 8. Bequimão*, 9. Brejo*, 10. Cajari*, 11. Carolina (1), 12. Caxias*, 13. Chapadinha (20), 14. Cidelândia*, 15. Codó (1), 16. Fernando Falcão*, 17. Grajaú*, 18. Imperatriz (1) 19. Jenipapo dos Vieiras*, 20. Matinha*, 21. Palmeirândia*, 22. Peri Mirim*, 23. Pinheiro*, 24. Riachão*, 25. São Bento*, 26. São João Batista*, 27. São José de Ribamar*, 28. São Luís (21), 29. São Raimundo das Mangabeiras (9), 30. Urbano Santos (6), 31. Viana*, 32. Vitória do Mearim (10).	440	Aguiar, 2007; Albuquerque et al., 2001; Albuquerque et al., 2013. Apocalypse, 1995; Araújo et al., 2010; Barros et al., 2013; Batista, 2008; Brenha, 1986; Brito, 1994; Coleção online – Specieslink; Dutra et al., 2008; Ducke, 1910; Ferreira, 2006, Gonçalves et al., 1996; Holanda et al., 2012; Kerr, 1986; Kerr, et al. 2001; Lima Filho, 2011; Macedo et a., 2011; Martins et al., 2011; Oliveira, E., 2004; Rêgo & Albuquerque, 2009; Rêgo & Brito, 1996; Tenório, 2011.
<i>Melipona (Michmelia) flavolineata</i> Friese, 1900	1. Barra do Corda (33), 2. Bequimão*, 3. Carolina (1), 4. Nova Olinda (1), 5. Santa Inês (9), 6. São Luís (27); 7. Urbano Santos.	49	Coleção online – Specieslink; Ducke, 1910, 1916, 1925; Lima Júnior et al, 2008.
<i>Melipona (Michmeia) fuliginosa</i> Lepeletier, 1836	1. Mirador*		Araújo, 2013
<i>Melipona (Michmelia) melanoventer</i> Schwarz, 1932	1. Buriticupu (63)	63	Pereira, 1998; Pinto, 1998; Rebêlo et al., 2011.
<i>Melipona (Michmelia) rufiventris</i> Lepeletier, 1836	1. Barreirinhas (41), 2. Buriticupu (234), 3. Chapadinha (17), 4. Mirador*, 5. São Luís (47), 6. Urbano Santos (2).	341	Apocalypse, 1995; Araújo, 2013; Brenha, 1986; Brito, 1994; Coleção online - Specieslink; Pereira, 1998;
<i>Melipona (Michmelia) seminigrapernigra</i> Moire & Kerr, 1950	7. Santa Inês (34), 8. Santa Luzia (1)	35	Coleção online - Specieslink

---

**Total****842**

---

\*sem número de indivíduos/estudo de caso

### 2.1.3.1 *Melipona fasciculata*

O primeiro registro para *M. fasciculata* foi feito por Ducke (1910) em Alcântara. Os registros consecutivos tiveram início no ano de 1948 com a autoria do Dr. Warwick Estevam Kerr no município de Carolina (SPECIESLINK, 2016). Kerr iniciou nos anos 80 uma série de pesquisas no Maranhão sobre esta espécie de meliponíneo, incluindo comportamento, recursos florais utilizados, análise físico-químicas dos seus subprodutos, dentre outras que se estendem até a atualidade (TENÓRIO et al., 2012).

Antes dos estudos de Kerr (1948, citado em SPECIESLINK, 2016), os inventários e registros sobre as espécies de *Melipona* ocorriam de forma eventual. A partir de 1981, juntamente com o Dr. João Maria Franco de Camargo, iniciou-se o Departamento de Biologia da UFMA (PEDRO, 2009; TENÓRIO et al., 2012) e a coleção referência das espécies de Meliponini, atualmente presente no acervo da coleção de abelhas LEACOL, da Universidade Federal do Maranhão.

Na atualidade, *M. fasciculata* apresenta maior representatividade e distribuição no Maranhão em relação às outras espécies de *Melipona*, totalizando 34 municípios de ocorrência (Figura 1). Albuquerque et al. (2013) relataram em um estudo sobre recursos florais utilizados pela espécie, a sua ampla distribuição em toda região da Baixada Maranhense, incluindo os municípios de São João Batista, São Bento, Cajari, Viana, Nova Ponta Branca, Matinha e Palmeirândia, não mencionados anteriormente nos inventários e coleções entomológicas compilados.

Outros estudos de caso com *M. fasciculata* relataram a presença de meliponários contendo a espécie nos municípios de Peri Mirim (OLIVEIRA, E., 2004), Cidelândia (FERREIRA, 2006), Brejo (AGUIAR, 2007), Jenipapo dos Vieiras, Fernando Falcão, Caxias, Grajaú (BATISTA, 2008) e São José de Ribamar (LIMA FILHO, 2011). Tal fato comprova a grande adaptabilidade da espécie e sua utilização na meliponicultura em diferentes regiões do Maranhão. Contudo, os locais de ocorrência de ninhos naturais não são exatos, uma vez que o comércio de colônias/enxames pode introduzir uma espécie em uma região/ecossistema que não ocorreria naturalmente.

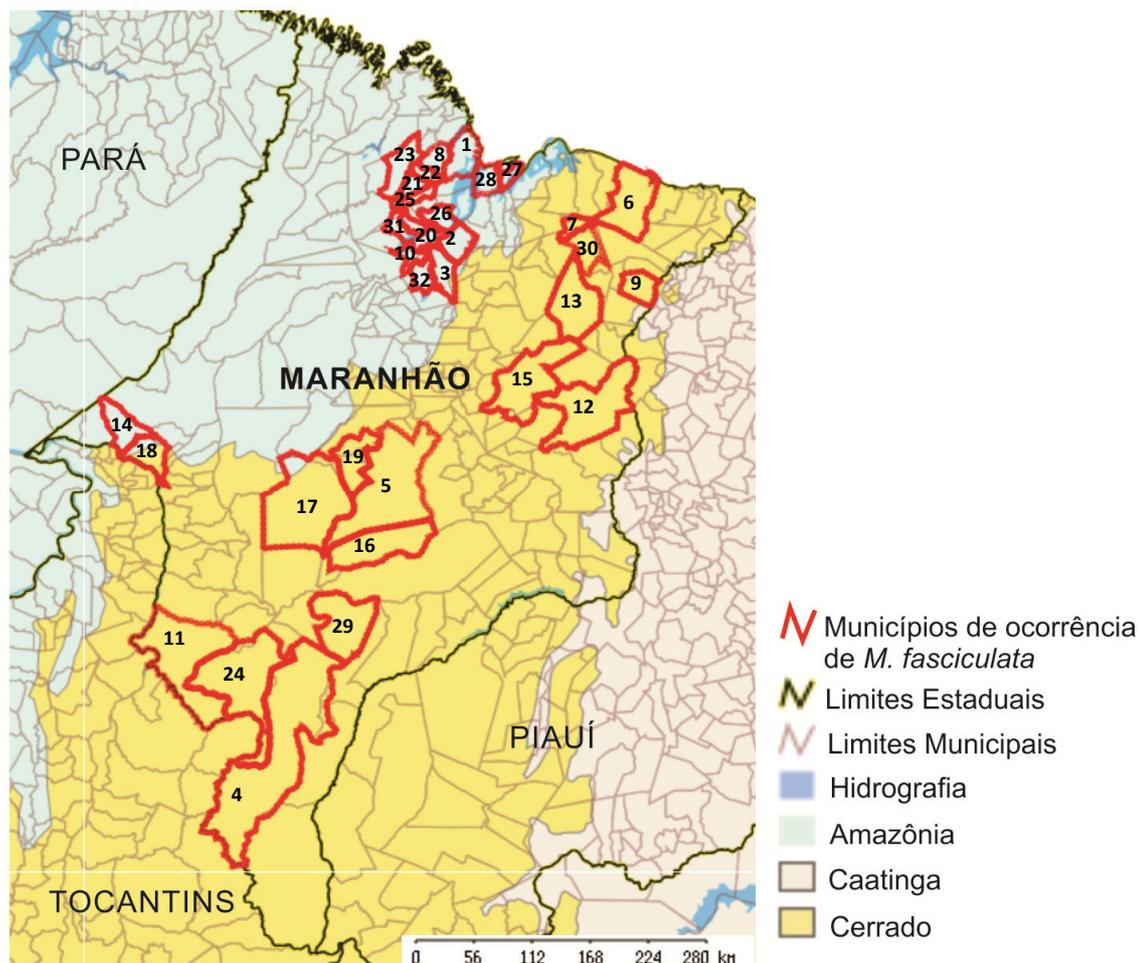


Figura 1 – Mapa de distribuição por registros da espécie *M. fasciculata* no Maranhão (número dos municípios referentes a ocorrência na Tabela 1).

Fonte: autoria própria – software i3Geo, 2017.

*Melipona fasciculata* vem sendo amplamente utilizada nas últimas décadas no Maranhão por ter uma importante inserção no mercado local, produzindo mel de qualidade, com amplas possibilidades para exploração em escala econômica, principalmente por agricultores familiares (HOLANDA et al., 2012). Desta forma, os registros em diversas áreas de floresta secundária, cerrado, cerradão, floresta amazônica, restinga e campos alagados da Baixada Maranhense (RÊBELO et al., 2003) são provavelmente pela presença de meliponários contendo *M. fasciculata*.

### 2.1.3.2 *Melipona flavolineata*

Poucos estudos foram desenvolvidos na atualidade com a utilização da espécie *M. flavolineata* no Maranhão (Figura 2). Seu primeiro registro no estado foi de autoria de Ducke (1910) em um levantamento geral de espécies que ocorrem no Ceará, que na ocasião englobava o território maranhense, e a espécie foi relatada como integrante da diversidade de meliponíneos no Maranhão. Nos anos seguintes *M. flavolineata* esteve presente nas listagens de meliponíneos do Brasil com dois relatos para o Estado (DUCKE, 1916, 1925). Atualmente *M. flavolineata* vem sendo utilizada por alguns meliponicultores para criação e colheita de mel na região Baixada



Maranhense (dados desta tese - Bequimão).

Figura 2 – Mapa de municípios de ocorrência da espécie *M. flavolineata* no Maranhão (número dos municípios referentes a ocorrência na Tabela 1).

Fonte: autoria própria – software i3Geo, 2017.

*Melipona flavolineata* foi relatada nos biomas de floresta amazônica e cerrado no Maranhão no período de 1956 a 1973 (SPECIESLINK, 2016) e em 2008 no cerrado de Urbano Santos (LIMA JÚNIOR et al., 2008). Na atualidade foram encontradas em fragmentos de floresta amazônica da Baixada Maranhense. Venturieri et al. (2003) sugerem que a espécie tenha uma ocorrência no nordeste da região Amazônica, em áreas de terra firme, especialmente nos estados do Pará, Amazonas, Ceará e Maranhão (PEDRO, 2014).

## **2.2 ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA BAIXADA MARANHENSE**

A Área de Preservação Ambiental (APA) da Baixada Maranhense abrange 23 municípios e a ilha dos Caranguejos (Figura 3). A APA fica inserida no Bioma Amazônico, sendo parte da Amazônia Legal, tem grande importância ecológica devido à presença marcante das planícies inundáveis que são tomadas pelas águas no período chuvoso (dezembro a junho) e pelas marés que inundam periodicamente os campos formando o maior conjunto de bacias lacustres do Nordeste (LEITE, 2009; PINHEIRO, 2013). Na região se destacam diversos lagos que abrigam uma rica fauna e flora, com evidência para as aves migratórias aquáticas, animais ameaçados de extinção como o peixe-boi (MARANHÃO, 1991; PINHEIRO, 2013), e abelhas nativas sem ferrão (RÊGO, 2010).

Além disso, os lagos assumem grande importância socioeconômica, visto que as principais atividades dos habitantes dessa região estão intrinsecamente vinculadas a esse ambiente, com a pesca, pastoreio de gado bubalino e agricultura em campos alagados (MARANHÃO, 1991; LEITE, 2009; ALBUQUERQUE et. al., 2013).

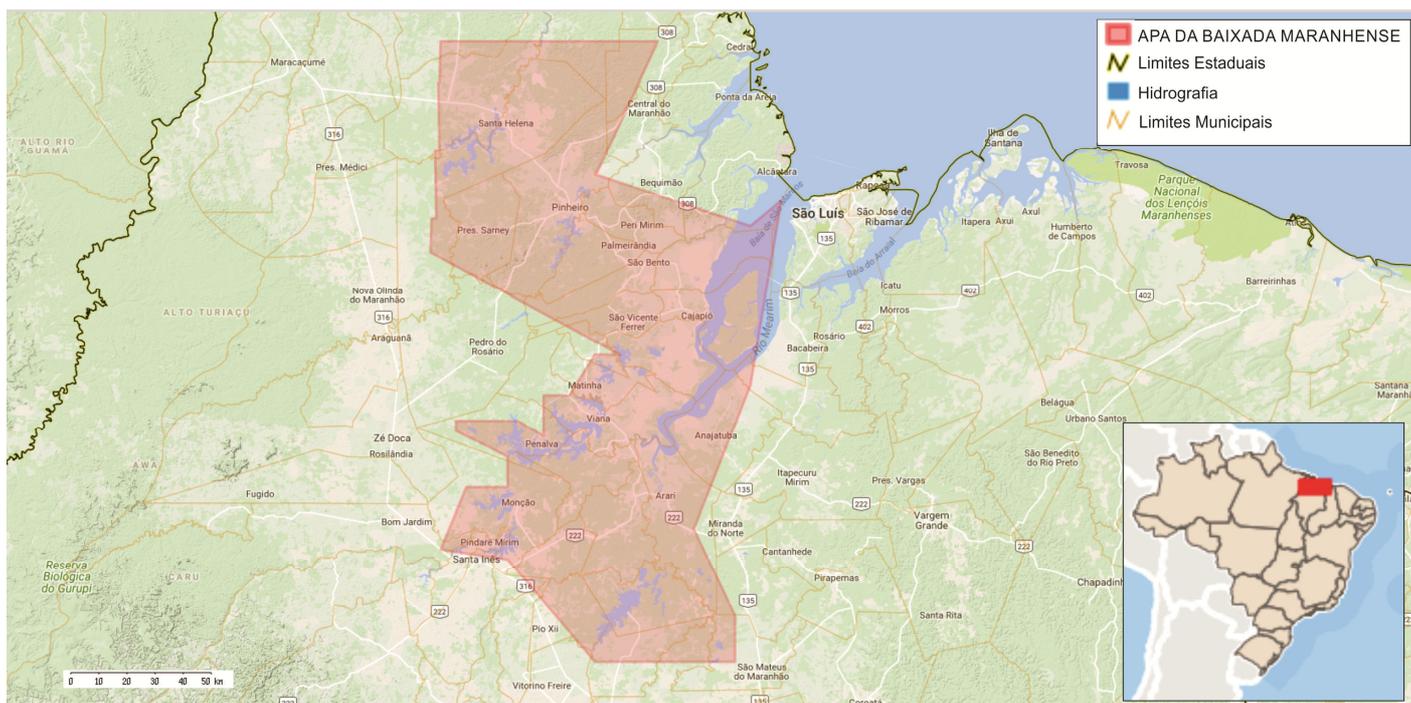


Figura 3 – Área de Preservação Ambiental da Baixada Maranhense.

Fonte: autoria própria – software i3Geo, 2017.

Por ser caracterizada como uma zona úmida de importância internacional, em particular pela presença de aves migratórias, a APA da Baixada Maranhense é também classificada como um dos oito Sítio Ramsar no Brasil. Os Sítios Ramsar foram criados para promover a cooperação entre países com objetivos que visem conservar e utilizar sustentavelmente os recursos naturais das zonas úmidas no mundo. A Baixada Maranhense faz parte da Lista Ramsar por ser uma zona úmida, composta de campos aluviais e flúvio-marinhos, matas de babaçu, matas ripárias, manguezais, bacias lacustres, e fauna e flora diversificada (VIEIRA, 2008; PINHEIRO, 2013).

### 2.2.1 Caracterização vegetal da Baixada Maranhense

A Baixada Maranhense caracteriza-se por ser uma zona de transição entre diferentes biomas, limita-se ao sul pela região das Matas de Cocais, ao leste pelo Cerrado e Golfão Maranhense, a oeste pela região Pré-amazônica e ao norte pelos Sistemas Marinhos e Oceano Atlântico (BRASIL, 1984). Por apresentar essas características, a vegetação da Baixada Maranhense é rica e variada, com a presença de

manguezais, campos aluviais flúvio-marinhos, densas florestas de galeria ao longo de rios e ilhas de babaçuais em terra firme (MUNIZ, 2007).

A vegetação da região é uma mistura de vários elementos, com diversas unidades de paisagem, como: rios e lagos, campos inundáveis, campos não inundáveis, aterrados, terra firme, sistemas flúvio-marinho, tesos, igapós e outras unidades com suas vegetações descritas abaixo (PINHEIRO, 2013).

#### *Rios e Lagos*

Nos lagos e rios as macrófitas aquáticas compõem a principal vegetação, geralmente são encontradas em associações flutuantes livres, sendo levadas pelas correntes ou acumuladas em enseadas e igarapés (ARAÚJO & PINHEIRO, 2011). As principais espécies encontradas são: *Nymphoides indica* (L.) Kuntze, *Cabomba piauhyensis* Gardn., *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms, *Paspalum repens* Bergius, *Neptunia oleracea* Lour., *Bauhinia microphylla* Vog. e *Limnobium laevigatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd. Heine) (ARAÚJO & PINHEIRO, 2011; PINHEIRO, 2013).

#### *Campos inundáveis*

Nesta unidade de paisagem são encontradas predominantemente gramíneas e ciperáceas, que passam por inundações periódicas, conhecidas como tesos inundáveis, mata de igapó e campos herbáceos (VINHOTE, 2005; PINHEIRO, 2013). As principais espécies presentes são: *Echinochloa spectabile* Berg, *Paratheria prostrata* Griseb, *Luziola spruceana* Benth. ex Doell, *Eleocharis interstincta* (Vahl) Roem. & Schult., *Cyperus meyenianus* Kunth., *Symmeria paniculata* Benth. e *Bactris brongniartii* Mart. (VINHOTE, 2005; ARAÚJO & PINHEIRO, 2011). Durante o período de inundações a lâmina d'água pode chegar até 2m em algumas áreas, onde parte dos campos se transformam em lagos temporários (SANTOS, 2004) e as macrofilas aquáticas se tornam presentes, principalmente as espécies *N. indica*, *P. repens*, *E. crassipes*, *Macrolobium acaciifolium* Benth. e *Utricularia* sp. (VINHOTE, 2005; ARAÚJO & PINHEIRO, 2011).

#### *Campos não inundáveis*

Nesta formação, as planícies são situadas acima das localidades atingidas pelas máximas das cheias, não sendo inundadas por elas, porém sofrem influência e ficam úmidas gerando pequenas extensões de campos herbáceos e campos

tesos(VINHOTE, 2005). A vegetação presente é de plantas rasteiras, herbáceas e ciperáceas, como *Cyperus rotundus* L., *Cyperus ferax* Rich., *Cyperus distans* L.f. e *Ipomoea fistulosa* Mart. (ARAÚJO & PINHEIRO, 2011; PINHEIRO, 2013).

#### *Aterrados*

Este ambiente é caracterizado por possuir um substrato que sustenta as matas resultante do continuo acúmulo de matéria orgânica em áreas pantanosas com pouca movimentação, aumentando de espessura ao longo dos anos (MIRANDA, 2006). Estas áreas são encontradas,em especial,a espécies *Montrichardia arborescens* (L.) Shott em aterros recentes (menos de cinco anos de acumulo); *Mauritia flexuosa* L.,*Euterpe oleracea* Mart., *Ficus insipida* Willd e *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. em aterros mais antigos, além cipós e samambaias como *Oenocarpus distichus* Mart. e *Desmoncus* sp.(VINHOTE, 2005; ARAÚJO & PINHEIRO, 2011; PINHEIRO, 2013).

#### *Terra firme*

Esta unidade de paisagem sofre poucas inundações, sendo temporariamente influencia por elas formando as matas de galerias, matas ciliares, babaçuais e vegetação de capoeira (MIRANDA, 2006).A vegetação nessas áreas é alimentada por cursos d'água, com a presença de *M. flexuosa*, *E. oleracea*, *Ischnosiphon arouma* (Aublet) Koern., *Attalea speciosa* Mart. ex. Spreng, além de várias espécies de Araceae, Heliconiaceae e Musaceae (VINHOTE, 2005;PINHEIRO, 2013). Em áreas com menor influência hídrica são encontradas as espécies *Inga* sp., *Mouriri guianensis* Aub., *Crataeva tapia* L., *Vitex cymosa* Bert., *Rheedia gardneriana* Planch. e Triana, *Plinia edulis* (Vell.) Sobral, *Spondias mombin* L., *Anacardium giganteum* Hanc. ex Engl., *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze, *Couratari* sp., *Hymenaea courbaril* L. (ARAÚJO & PINHEIRO, 2011).

#### *Sistemas fluvio-marinho*

Área caracterizada pela presença de manguezais e estuários que sofrem influência do regime de marés, comumente encontradas as espécies *Avicennia germinans* (L) Stearn, *Rhizophora mangle* L., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn, e em algumas áreas plantas herbáceas são presentes (ARAÚJO & PINHEIRO, 2011;PINHEIRO, 2013).

### *Outras espécies*

Algumas espécies cultivadas na região foram listadas por Albuquerque et al. (2013) como plantas utilizadas para consumo de sua frutas e sementes: cajú (*Anacardium occidentale* L.), manga (*Mangifera indica* L.), urucum (*Bixa orellana* L.), tamarindo (*Tamarindus indica* L.), murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), acerola (*Malpighia glabra* L.), carambola (*Averrhoa carambola* L.) e maracujá (*Passiflora edulis* Sims). Na região também são citadas as espécies mandioca e macaxeira (*Manihot* sp.), banana (*Musa* sp.), arroz (*Oryza sativa*), milho (*Zeamays*) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) como principais produtos agrícolas (MARANHÃO, 2002).

Rêgo (1985) realizou um levantamento de plantas medicinais em 16 municípios da Baixada Maranhense e encontrou 68 espécies, com a maioria dos representantes pertencentes as famílias Leguminosae, Labiatae, Graminae, Rutaceae e Moraceae, estas espécies foram: fedegoso (*Cassia corymbosa* Lam.), jatobá (*H. courbaril*), malícia (*Mimosa pudica* L.), pau-de-candeia (*Plathymenia foliosa* Benth), barbatimão (*Stryphnodendron coriaceum* Benth), alfavaca (*Ocimum basilicum* L.), alfazema (*Lavandula vera* D.C.), erva cidreira (*Melissa officinalis* L), hortelã (*Mentha sylvestris*), patchouly (*Pogostemon patchouly*), amoreira (*Morus nigra* L), embaúba (*Cecropia scydophylla* Mart), jaca (*Artocarpus integrifolia*), arruda (*Ruta graveolens* L), lima, limão e laranjeira (*Citrus* sp.), capim limão (*Cymbopogon citratus* Stapf), cana-de-acúcar (*Saccharum officinarum* L), eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) e dentre outras plantas medicinais.

### **2.2.2 Recursos utilizados por *Melipona* na Baixada Maranhense**

As abelhas do gênero *Melipona* possuem o hábito de nidificação no solo e em ocos de árvores (KERR et al., 1996; RÊGO, 1998). Muitas espécies de plantas são utilizadas como localidade para nidificação. Kerr et al. (2001) relataram que meliponicultores obtinham suas colônias de *M. fasciculata* extraíndo-as de troncos de árvores. As espécies vegetais listadas pelos autores como substrato de nidificação de *M. fasciculata* foram: carnaúba (*Terminatia lucida* Hoffm. & G. Don), criviri (*M. guianensis*),

andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), bacuri (*Platonia* sp.), oraque (*Derris sericea* (H.B.K.) Duckee) e sabonete (*Sapindus saponaria* (L.) Lam.).

Outras espécies listadas por Rebêlo et al. (2011) como substrato de nidificação na floresta amazônica maranhense, na qual a Baixada Maranhense se encontra, foram: pequi (*Cariocar brasiliensis* Camb.), pequiá (*Cariocar* sp.), jatobá (*H. courbaril*), sucupira (*Bowdichia* sp), bacuri (*Platonia insignis* Mart.) e angelim (*Vatairea* sp.).

No Maranhão, inúmeras fontes de pólen e néctar foram identificadas para *M. fasciculata* (KERR et al., 1987; MARTINS et al., 2011; ALBUQUERQUE et al., 2013; BARROS et al., 2013; CARVALHO et al., 2016). Poucos trabalhos descrevem a utilização de recursos florais por outras espécies de *Melipona* na Baixada Maranhense. Desta forma, as diferentes plantas, tipos polínicos e substratos de nidificação aqui relatados, em sua maioria, são referentes à *M. fasciculata* (Tabela 2).

Em análise do carregamento polínico corbicular em Palmeriândia, Martins (2008) observou a preferência de *M. fasciculata* por espécies de plantas das famílias Fabaceae (presente em 26% das amostras), Arecaceae (13,30%), Anacardiaceae (9%), Bixaceae (8%) e Lecythidaceae (7%). Entre 64 tipos polínicos verificados, as espécies mais frequentes nas amostras foram: *Senna alata* (L.) Roxb (14%), *A. speciosa* (13%), *Astronium* sp. (6%), *Gustavia augusta* L. (6%), *Pontederia parviflora* Alexander (5% da amostra corbilular e 38,6% da amostra de mel) e *Solanum juripeba* Rich. (5%).

**Tabela 02.** Espécies de plantas utilizadas por *M. fasciculata* presentes em amostras de mel, pólen corbicular ou geoprópolis na Baixada Maranhense. Autores: 1. Silva (2007); 2. Martins (2008); 3. Martins et al. (2011); 4. Albuquerque et al. (2013); 5. Barros et al. (2013); 6. Carvalho et al. (2016).

Família	Espécie vegetal	Fonte	Autor
Alismataceae	<i>Echinodorus paniculatus</i>	mel	4
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	mel	3, 4
	<i>Mangifera indica</i>	mel	4
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	mel	1, 3, 4
Arecaceae	<i>Attalea maripa</i>	mel, pólen corbicular	1
	<i>Attalea speciosa</i>	mel, pólen corbicular	1, 2, 3, 4
Asteraceae	<i>Tilesia baccata</i>	mel	3, 4
	<i>Vernonanthura brasiliiana</i>	mel	4
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	mel, pólen corbicular	1, 3, 4
Cleomaceae	<i>Tarenaya spinosa</i>	mel	3, 4
Combretaceae	<i>Combretum lanceolatum</i>	mel	4
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i>	mel	4
	<i>Merremia cissoides</i>	mel	4
Cucurbitaceae	<i>Luffa cylindrica</i>	mel	4
Cyperaceae	<i>Cyperus luzulae</i>	mel	4

	<i>Rhynchospora nervosa</i>	mel	4
Euphorbiaceae	<i>Croton pullei</i>	mel	3
	<i>Croton triqueter</i>	mel	4
Continuação Tabela 02 ...			
Família	Espécie vegetal	Fonte	Autor
Fabaceae	<i>Andira anthelmia</i>	mel	4
	<i>Centrosema pubescens</i>	mel	4
	<i>Chamaecrista diphylla</i>	mel	4
	<i>Crotalaria pallida</i>	mel	4
	<i>Crotalaria retusa</i>	mel	4
	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	mel, pólen corbicular, geoprópolis	1, 3, 4, 5
	<i>Mimosa candollei</i>	mel	4
	<i>Mimosa pudica</i>	mel, pólen corbicular, geoprópolis	1, 3, 4, 5
	<i>Neptunia plena</i>	mel	3, 4
	<i>Senna alata</i>	mel, pólen corbicular	2, 3, 4
	<i>Senna occidentalis</i>	mel	4
	<i>Tamarindus indica</i>	mel	3, 4
	<i>Teramnus volubilis</i>	mel	4
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i>	mel	4
Lamiaceae	<i>Cantinoa mutabilis</i>	mel	4
	<i>Hyptis atrorubens</i>	mel	4
	<i>Vitex triflora</i>	mel	3
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i>	mel	4
	<i>Gustavia augusta</i>	mel, pólen corbicular	1, 2, 3, 4
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis malifolia</i>	mel	4
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	mel	4
	<i>Malpighia glabra</i>	mel	4
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i>	mel	4
Melastomataceae	<i>Mouriri acutiflora</i>	mel	4
	<i>Mouriri guianensis</i>	mel	4
Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	mel	4
	<i>Eugenia flavescens</i>	mel, pólen corbicular	4, 6
	<i>Myrcia cuprea</i>	mel, pólen corbicular	4, 6
	<i>Myrcia eximia</i>	mel	3
	<i>Myrcia multiflora</i>	pólen corbicular	6
	<i>Myrcia silvatica</i>	mel	3
	<i>Myrcia splendens</i>	mel	3, 4
	<i>Psidium guajava</i>	mel, pólen corbicular	3, 4, 6
	<i>Syzygium cumini</i>	mel, pólen corbicular	4, 6
Ochnaceae	<i>Ouratea castanaefolia</i>	mel, pólen corbicular	3, 4, 6
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i>	mel	4
	<i>Oxalis juruensis</i>	mel	3, 4
Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i>	mel, pólen corbicular	4, 6
Piperaceae	<i>Peperomia pellucida</i>	pólen corbicular	6
Pontederiaceae	<i>Eichhornia azurea</i>	mel	3, 4
	<i>Eichhornia crassipes</i>	mel	3, 4
	<i>Pontederia parviflora</i>	mel, pólen corbicular	2, 3, 4

	<i>Pontederia rotundifolia</i>	mel	4
Rhamnaceae	<i>Gouania cornifolia</i>	pólen corbicular	6

Continuação Tabela 02 ...

Família	Espécie vegetal	Fonte	Autor
Rubiaceae	<i>Borreria alata</i>	mel	4
	<i>Borreria latifolia</i>	pólen corbicular	6
	<i>Borreria tenella</i>	mel	3, 4
	<i>Borreria verticillata</i>	mel, pólen corbicular	4, 6
Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i>	mel, pólen corbicular	4, 6
	<i>Pseudima frutescens</i>	mel	4
Solanaceae	<i>Solanum grandiflorum</i>	mel, pólen corbicular	1, 3, 4, 6
	<i>Solanum jamaicense</i>	mel, pólen corbicular	4, 6
	<i>Solanum paniculatum</i>	mel	4
	<i>Solanum stramonifolium</i>	pólen corbicular	6
	<i>Solanum subinerme</i>	mel, pólen corbicular	2, 3, 4
Turneraceae	<i>Turnera ulmifolia</i>	mel	4
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	mel	3

Ainda em Palmeirândia, Martins et al. (2011) verificaram 45 tipos polínicos provenientes dos méis. Desta forma, acrescentaram à listagem anterior as famílias Pontederiaceae (43,83%), Mimosaceae (27,25%) e Myrtaceae (12%) como as mais frequentes, sendo as espécies mais frequentes: *P. parviflora*, *Mimosa caesalpinifolia* Benth e *Myrcia eximia* DC.

*Melipona fasciculata* também foi observada visitando oito espécies da família Solanaceae para coleta de pólen (KERR et al. 1986). O mesmo foi observado para toda a região da Baixada Maranhense por Albuquerque et al. (2013), onde as espécies *Solanum subinerme* Jacq., *Solanum paniculatum* L. *S. grandiflorum*, *S. jamaicense*, estiveram presentes em várias amostras de méis.

Segundo Martins et al. (2011) na região da Baixada Maranhense também foram encontradas em algumas amostras as espécies típicas de áreas alagadas como: *Eichornia azurea* (Sw.) Kunth, *Neptunia plena*, e *P. parviflora*. Albuquerque et al. (2013) também observaram a presença destas espécies utilizadas por *M. fasciculata* e acrescentou outras que são presentes em planícies alagadas ou associadas à vegetação sob forte dinâmica hídrica, elas foram: *Echinodorus paniculatus* Micheli, *Pontederia rotundifolia* L.f., *Centrosema pubescens* Benth., *Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf., *Combretum lanceolatum* Poh ex Eichler, *M. guianensis*, *Mouriri acutiflora* Naudin, *Pachira aquatica* Aubl., *Eschweilera ovata* (Cambess.) Mart. Ex Miers, *A. speciosa* e *Tapirira guianensis* Aubl.

Também foram observadas em amostras de meéis as espécies cultivadas na região, como: *A. occidentale*, *M. indica*, *B. orellana*, *T. indica*, *B. crassifolia*, *M. glabra*, *A. carambolae* e *P. edulis* (MARTINS et al., 2011; ALBUQUERQUE et al. 2013)

## 2.3 MELIPONICULTURA

A meliponicultura é o nome dado ao cultivo de abelhas nativas sem ferrão (NOGUEIRA-NETO, 1997). Esta atividade é uma prática antiga nas Américas, com relatos apontando a criação de meliponíneos (*Melipona beecheii*) pelos Maias na península de Iucatã na América Central (KERR et al., 2001; VILLANUEVA-GUTIÉRREZ et al., 2005). No Brasil, populações indígenas do norte e nordeste também criavam meliponíneos, onde parte do conhecimento tradicional sobre manejo foi transmitido e ainda hoje são utilizados (KERR et al., 1996; VENTURIERI et al., 2003; CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006; JONES, 2013).

Muitas espécies de meliponíneos são utilizadas em todo o Brasil na meliponicultura. Dentre elas se destacam *M. fasciculata*, *M. seminigra*, *M. mandacaia*, *M. quadrifasciata*, *M. scutellaris*, *M. subnitida*, *M. rufiventris*, *M. bicolor* e *Tetragonisca angustula* para produção de mel e polinização de culturas agrícolas (VILLAS-BÔAS, 2012).

Os meliponíneos devem ser destacados não apenas como parte integrante da biodiversidade e para sua conservação, mas também como uma alternativa viável para complementação da renda do produtor rural por meio da comercialização dos seus produtos, principalmente o mel (KERR, 2006; VILLAS-BÔAS, 2009).

Segundo Drummond (2013), a meliponicultura, quando praticada de forma sustentável, é uma atividade de baixo impacto ambiental e produz um alimento de elevado nível nutricional. Além disso, contribui para a conservação das abelhas e de seus habitats, que sofrem ameaças pela ação de meliões (que derrubam as árvores para retirar o mel e com isto destroem os ninhos), exploração madeireira, queimadas extensas e utilização do solo na pecuária e agricultura intensiva e uso indiscriminado de agrotóxicos (MARANHÃO, 2011; DRUMMOND, 2013).

### 2.3.1 Meliponicultura na Baixada Maranhense

A criação de meliponíneos na região da Baixada Maranhense, sendo a maioria das colônias herdadas com a atividade de criação permanecendo na família (ALBUQUERQUE et. al., 2013). A espécie comumente utilizada para criação na região da Baixada Maranhense é *M. fasciculata*, conhecida localmente como tiúba.

Kerr et al. (2001) relatam que em expedições para Baixada Maranhense em 1981 catalogaram mais de 15 criadores de *M. fasciculata* com meliponários contendo de três até 200 colônias. Nos anos seguintes constataram mais de 2.000 colônias de *M. fasciculata* nos municípios de Vitória do Mearim, Cajari e Arari, indicando o crescimento da atividade na região. Em 2011, Alves (2013) verificou mais de 18 comunidades desenvolvendo a prática da meliponicultura com mais de 12.000 colônias de *M. fasciculata* produzindo até 300 kg de mel ao ano.

Segundo Rêgo (2010), a meliponicultura vem sendo difundida nos últimos anos nos municípios da Baixada Maranhense e atualmente conta com o apoio de órgãos públicos, federais e estaduais, que levam até as cooperativas e pequenos agricultores os recursos e cursos necessários a boa prática deste manejo. A difusão do conhecimento sobre a meliponicultura tornou a região uma das principais áreas de criação de abelhas sem ferrão do Estado (RÊGO, 2010; ALBUQUERQUE et. al., 2013). No período de 2001 a 2011 foram contabilizados na Baixada Maranhense mais de 15 toneladas de mel/ano, vendidos no mercado regional e em feiras de todo o país (ALVES, 2013).

### 2.3.2 Métodos de extração do mel

Segundo Kerr et al. (1996), existem algumas maneiras de colheita do mel de forma adequada para manter os padrões sanitários e pouco desperdício. A Tabela 3 lista seis formas de extração do mel, com seringa e bombas de sucção, que são as que menos perturbam a colônia, pois todos os potes ficam internamente e com as mesmas estruturas, prontos para receber mais néctar e posteriormente serem operculados novamente. Além disso, nestes métodos o mel é retirado diretamente de dentro dos potes, diminuindo o contato com o ambiente externo e a possibilidade de contaminação (VILLAS-BÔAS, 2012).

O método de retirada das melgueiras permite menor gasto de energia para as abelhas na produção de cerume para construção dos potes. Quando a melgueira é retirada e feita a colheita de mel dos potes, apenas retira-se o conteúdo dos mesmos devolvendo-os para que as abelhas coloquem mel novamente (TENÓRIO, 2011), contudo o mel ainda é exposto ao ambiente externo com possibilidade de contaminação (VILLAS-BÔAS, 2012).

**Tabela 03**–Métodos de colheita de mel de meliponíneos (adaptado de Kerr et al., 1996 e Villas-Bôas, 2012).

Forma de colheita	Material necessário	Como colher	Quando colher	Vantagens	Desvantagens
<b>Com seringa</b>	seringa esterilizada ou descartável, sem agulha, mangueira fina, recipiente para o mel	fazer pequeno orifício na parte superior do pote de mel, introduzir a mangueira, retirar o mel, colocar o mel no vaso	na época de florada da região e de grande produção de mel	Simplicidade, acessibilidade, baixo custo e assepsia	Pouca eficiência
<b>Retirando os potes</b>	furador (ponta de faca), peneira, recipiente para o mel, água	retirar os potes da caixa, furar os potes, derramar o conteúdo sobre a peneira, limpar a caixa, lavar os potes e recolocar nas caixas, guardar o pólen na geladeira	na época de florada da região e de grande produção de mel	Simplicidade, acessibilidade, baixo custo e eficiência	Potencial de contaminação, colônia tem que repor material extraído
<b>Furando os potes dentro da caixa</b>	furador, recipiente para o mel	limpar a caixa, abrir o furo do fundo da caixa, furar os potes, inclinar levemente a caixa, deixar o mel escorrer por esse furo, aparar o mel no vaso com a peneira	na época de florada da região e de grande produção de mel	Simplicidade, acessibilidade, baixo custo e eficiência	Potencial de contaminação e possibilidade de influência do pólen no aroma do mel
<b>Retirando das melgueiras</b>	melgueira, recipiente para o mel	retirar a melgueira, furar os potes, inclinar a melgueira, deixar o mel escorrer	de acordo com a época de florada da região, quando as melgueiras estiverem cheias	Simplicidade, acessibilidade, baixo custo e eficiência	Potencial de contaminação
<b>Com bombas de sucção manual/elétrica</b>	bomba de sucção, recipiente compatível	fazer pequeno orifício na parte superior do pote de mel, introduzir a mangueira, retirar o mel	na época de florada da região e de grande produção de mel	Eficiência, assepsia, compatibilidade com grandes recipientes de coleta Manual: independente de energia	Manual: eficiência intermediária Elétrica: custo elevado, dependência de energia, oxigenação do mel

O método de retirada das melgueiras permite menor gasto de energia para as abelhas na produção de cerume para construção dos potes. Quando a melgueira é retirada e feita a colheita de mel dos potes, apenas retira-se o conteúdo dos mesmos devolvendo-os para que as abelhas coloquem mel novamente (TENÓRIO, 2011), contudo o mel ainda é exposto ao ambiente externo com possibilidade de contaminação (VILLAS-BÔAS, 2012).

Nas demais alternativas os potes são retirados da colônia ou perfurados/comprimidos de forma rústica, onde perdem sua forma ou são retirados pelo meliponicultor. Tais métodos expõem excessivamente o mel ao ambiente externo, o que aumenta seu potencial de contaminação (VILLAS-BÔAS, 2012).

Embora a meliponicultura seja considerada uma prática tradicional no Brasil, ainda é uma atividade artesanal com métodos rudimentares (CORTOPASSI-LAURINO et al. 2006). A padronização e otimização das práticas de manejo pode potencializar a produtividade e a renda para os criadores que podem transformar a atividade em uma ferramenta de desenvolvimento e conservação ambiental (CORTOPASSI-LAURINO et al. 2006; JAFFÉ et al., 2013).

## **2.4 CONSERVAÇÃO DOS MELIPONÍNEOS**

As abelhas nativas sem ferrão vêm sofrendo um processo de redução de sua população natural devido as ações antrópicas, que afetam direta ou indiretamente em seu declínio (FREITAS et al., 2009; SANTOS, 2010). O desmatamento, queimadas, ação dos meleiros e serrarias, fragmentação ou perda de habitat, intensificação da agricultura, uso de herbicidas e pesticidas e introdução de novas espécies são os principais fatores que podem causar a extinção, não só das abelhas nativas, como dos demais polinizadores em ecossistemas neotropicais (KERR et al., 2005; FREITAS et al., 2009; SANTOS, 2010).

O desmatamento em região amazônica brasileira, assim como no cerrado central, vem sendo causado pela extração de madeira, pastagem de gado e expansão das plantações de soja (FEARNSIDE, 2008) e seus efeitos sobre a fauna de abelhas ainda não são possíveis de estimar (FREITAS et al., 2009). Segundo Kerr et al. (2005), o desmatamento e a ação de serrarias podem destruir os ninhos de mais de 300 espécies de abelhas que utilizam ocos de árvores como substrato de nidificação.

A expansão da agricultura também causa o desmatamento da flora nativa, da mesma forma que a criação de áreas para pastagem de gado, reduzindo a diversidade de plantas e animais (FREITAS et al., 2009). Por causa da intensificação da agricultura, o uso de herbicidas e pesticidas vem crescendo, levando à crescente perda de colônias e morte de abelhas adultas e larvas (FREITAS et al., 2009).

A introdução acidental ou deliberada de espécies exóticas, como a *Apis mellifera*, gerou um impacto social positivo através da apicultura para geração de renda (FREITAS et al., 2009). Contudo, a criação de tal espécie gerou a competição por recursos florais e substratos de nidificação com as demais espécies locais de abelhas. Além disso, proporcionou a diminuição de criadores de abelhas nativas, mantendo-se apenas como uma tradição ainda rústica em alguns lugares do país (ROUBIK, 1989; CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006).

Além das constantes ameaças antrópicas, a falta de informações sobre a diversidade, distribuição, biologia e dinâmica da população, faz com que os esforços para a conservação de das abelhas nativas não despertem interesse público, pela falta de conhecimento do valor econômico e ecológico das mesmas (FREITAS et al., 2009).

Iniciativas institucionais e governamentais vêm desenvolvendo estratégias para a conservação das abelhas nativas sem ferrão, dentre elas a Iniciativa Internacional de Polinizadores, Iniciativa Brasileira de Polinizadores, Iniciativa Internacional para Conservação e Uso Sustentável dos Polinizadores e outros esforços regionais com intuito de gerenciar e produzir novas informações sobre polinizadores, em especial a fauna nativa apícola (FREITAS et al., 2009; MOURA, 2009). Tais iniciativas buscam esclarecer e envolver o governo, público e pesquisadores para aquisição de conhecimento que possa contribuir para diminuir o impacto negativo das ações antrópicas (FREITAS et al., 2009; MOURA, 2009).

A resolução nº 346/2004 (BRASIL, 2004) o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) reconhece as abelhas sem ferrão como animais silvestres nativos, e determina a sua proteção e manejo no território brasileiro.

O Plano de Conservação para Abelhas Sociais Nativas sem ferrão (PARANÁ, 2009) prevê linhas de atuação para que ocorra a conservação das abelhas nativas, tais ações são: Criação de Política Pública e Legislação que incorporem espécies ameaçadas e seus habitats; Proteção da espécie estudada e seu manejo adequado de habitat ou conservação em habitat natural; Desenvolvimento de pesquisas científicas suficientes para embasar tomada de decisão; Manejo das populações em cativeiro de forma adequada; Desenvolvimento de projetos de reintrodução para aumentar o número de populações de espécies livres; Ações de integração das atividades de educação ambiental.

As medidas sugeridas pelo Plano de Conservação para Abelhas Sociais Nativas sem ferrão são ideais para geração de conhecimento e estratégias que possam

minimizar os efeitos negativos causados pelos distúrbios antrópicos. O incentivo a meliponicultura e manejo de forma adequada também podem ser indicados, no cenário atual, com atividades sustentáveis para a conservação e uso dos recursos naturais (CORTOPASSI-LAURINI et al., 2006).

No Maranhão o projeto Abelhas Nativas teve início em 2005 e seus benefícios perduram até a atualidade, proporcionou à 18 municípios da Região da Baixada Maranhense o aumento na produção, visando o melhoramento na qualidade do mel de tíuba e incentivando pesquisas com meliponíneos em parceria com a Universidade Federal do Maranhão (ALVES, 2013).

Considerando o valor econômico da meliponicultura para o Maranhão foi criada a Portaria nº 081 de 20 de setembro de 2017, que visou regulamentar a criação, manejo e conservação de abelhas do gênero *Apis* e 63 espécies de meliponíneos de ocorrência no Maranhão. Nesta Portaria, foram caracterizadas as competências do criador, os critérios de licenciamento ambiental para comércio, manejo de colônias e criação de meliponários.

Além de todas as iniciativas tomadas através de criação de legislação e atuação dos centros de pesquisa, uma mudança no pensamento da população vem sendo observado, com a criação de abelhas sem ferrão por lazer e entretenimento (CORTOPASSI-LAURINI et al., 2006). A educação ambiental utilizando abelhas nativas pode estimular a conservação ambiental (VENTURIERI et al., 2012), transmitindo informações sobre a importância como polinizadoras, principais subprodutos apícolas e benefícios trazidos ao meio ambiente, e conseqüentemente, ao homem.

Na atualidade, a busca por produtos alimentícios orgânicos e livres de resíduos tem despertado o interesse nacional pelo mel de abelhas nativas sem ferrão, por suas características particulares de potencialmente livre de resíduos, mais baixo teor de açúcar do que o mel de *Apis*, fonte de vitaminas, minerais e rica complexidade de substâncias com efeitos benéficos à saúde humana (BRASIL, 2007; FERNANDES, 2017). Desta forma, ações públicas de incentivo a cadeia produtiva do mel são crescentes no Brasil, estimulando pesquisas voltadas para caracterização da identidade e qualidade dos méis de abelhas nativas (FERNANDES, 2017).

### 3.OBJETIVOS

---

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Identificar padrões biológicos e ecológicos de duas espécies de *Melipona* na Baixada Maranhense, distinguindo as especificidades de cada uma, gerando informações que proporcionem o manejo adequado e contribuam para a preservação e conservação dos meliponíneos na região.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar o padrão de atividade diária e coleta de recursos de *Melipona fasciculata* e *M. flavolineata* numa área da Baixada Maranhense;

Avaliar a existência de influência da temperatura e umidade relativa ambiental sobre a intranidal;

Conhecer e identificar os principais recursos florais utilizados pelas duas espécies de *Melipona*;

Analisar o comportamento de forrageamento de colônias de *M. fasciculata* após a extração de recursos de forma rústica.

#### 4. JUSTIFICATIVA

---

A meliponicultura é uma atividade que possui grande potencial de crescimento, tanto pelos serviços ao ecossistema, através da polinização, quanto pelos seus produtos e custo relativamente baixo de manejo (OLIVEIRA, F., 2004; SILVA, 2006). No Maranhão a criação de abelhas sem ferrão (Meliponicultura) é uma prática tradicional, sendo a Baixada Maranhense a principal área de criação de abelhas nativas no Estado (ALBUQUERQUE et al., 2013).

Uma das principais preocupações em relação a criação de abelhas sem ferrão é a transferência de colônias de ambientes naturais para criação de meliponários, causando a destruição de árvores e algumas vezes o insucesso do processo, e conseqüentemente, a perda da colônia. Por esse motivo, a população e a variedade de abelhas nativas vêm sendo destruída rapidamente, especialmente em razão da coleta de mel predatória pela atividade de melieiros, onde ao retirar o mel os favos de cria são danificados (KERR et al., 1994, 1996).

Nesse contexto, o entendimento do comportamento de forrageamento das abelhas sem ferrão permite estimar o espectro de fontes florais em um dado período ou hábitat (RAMALHO et al., 1991; IMPERATRIZ-FONSECA et al., 1993). Através do conhecimento das fontes alimentares é possível traçar estratégias de exploração racional dos recursos naturais (NOGUEIRA & AUGUSTO, 2007), além do manejo e conservação das abelhas nativas.

Estudos sobre as fontes florais utilizadas pela espécie *M. fasciculata* foram realizados na Baixada Maranhense (MARTINS et al., 2011; ALBUQUERQUE et al., 2013; BARROS et al., 2013; CARVALHO et al., 2016), porém pouco se sabe sobre o comportamento de forrageamento dessa espécie na região e como sua colônia reage a diferentes estratégias de manejo (i.e., extração/colheita de mel) adotadas pelos meliponicultores. O mesmo ocorre com *M. flavolineata*, que até o momento não havia sido estudada nesse ecossistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, N. N. **Avaliação de parâmetros físico-químicos dos méis de *Melipona fasciculata* e de *Apis mellifera* da região do semi-árido maranhense, município de Brejo.** Monografia (Curso de Química) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 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**, 31, 3, 419-430, 2001.

ALBUQUERQUE, P.M.C.; GOSTINSKI, L.F.; RÊGO, M.M.C; CARREIRA, L.M.M. **Flores e Abelhas: a interação da tíuba (*Melipona fasciculata*, Meliponini) com suas fontes florais na Baixada Maranhense.** São Luís: Edufma., 163p. 2013.

ALVES, R.M.O. Production and Marketing of Pot-Honey. In Vit, P., Pedro, S.R.M., Roubik, D.W. (Eds.) **Pot- Honey: A legacy of stingless bees.** Springer, 2013.

APOCALYPSE, M. S. **Inventário da apifauna e flora associada (exceto Apidae) em região de capoeira, São Luís-MA.** Monografia (Curso de Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 1995.

ARAÚJO, A. C. A. M.; RIBEIRO, M. H. M.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Abelhas (Hymenoptera, Apidae) de uma área da Baixada Maranhense (Anajatuba, Maranhão): Abundância, Diversidade e Sazonalidade. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 1, Belém. **Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Zoologia.** Belém, p. 205. 2010.

ARAÚJO, A.C.A.M. **Comunidade de Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de Cerrado no Parque Estadual do Mirador, Ma, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) - Universidade Federal do Maranhão, 2013.

ARAÚJO, N. A.; PINHEIRO, C. U. B. Caracterização florística de unidades de paisagens e tipologias vegetacionais em áreas inundáveis da bacia hidrográfica do Rio Pindaré, região da Baixada Maranhense. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, 24, 1, 33-50, 2011.

BARROS, M. H. M. R.; LUZ, C. F. P.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Pollen analysis of geoproplis of *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854 (Meliponini,

Apidae, Hymenoptera) in areas of Restinga, Cerrado and flooded fields in the state of Maranhão, Brazil. **Grana**, 52, 2, 81–92, 2013.

BATISTA, M.C.A. **Perfil farmacológico de geoprópolis de *Melipona fasciculata* (tiúba) cultivados em municípios do cerrado maranhense**. Monografia (Curso de Farmácia) – Universidade Federal do Maranhão, 2008.

BISHOP, H. **Robbing the Bees: A Biography of Honey, The Sweet Liquid Gold that Seduced the World**. New York, Free Press, 2005.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. **Diagnostico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão**. São Luis, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Turismo do Maranhão – SEMATUR, 1984.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. **Cadeia produtiva de flores e mel**. Brasília, 2007. (Agronegócios; v 9).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 346/2004**. Brasília, 2004.

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

BRITO, C. M. D.E. **Abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea) e suas fontes de alimento no cerrado, Barreirinhas, MA, Brasil**. Monografia (Curso de Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão, 1994.

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836. In: MOURE, J. S., URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Orgs). **Catalogue of Bees(Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region** - online version, 2013. Disponível em: <<http://www.moure.cria.org.br/catalogue>>. Acesso em: 15 de abril de 2016.

CAMARGO, J.M.F. Historical Biogeography of the Meliponini (Hymenoptera, Apidae, Apinae) of the Neotropical Region. In VIT; P.; PEDRO; S.R.M., ROUBIK, D.W. (Eds.), **Pot- Honey: A legacy of stingless bees** (pp. 19-34). New York: Springer, 2013.

CARVALHO, G. C. A.; RIBEIRO, M. H. M.; ARAÚJO, A. C. M.; BAROBOSA, M. M.; OLIVEIRA, F. S.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Flora de importância polínica utilizada por *Melipona (Melikerria) fasciculata* smith, 1854

(Hymenoptera: Apidae: Meliponini) em uma área de floresta amazônica na região da baixada maranhense, Brasil. **Oecologia Australis**, 20,1, 58-68, 2016.

CONTRERA, F.A.L. **Trofaláxis e contatos sociais em abelhas-sem-ferrão do gênero *Melipona* Illiger, 1806 (Apidae, Meliponini)**. Tese (Doutorado em Biociências) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2004.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; ROUBIK, D. W., DOLLIN, A.; HEARD, T. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, 37, 2, 275-292, 2006.

DRORY, E. Quelques observations sur la *Melipona scutellaris*. **Bordeaux**, 1872.

DUCKEE, A. Die stachellosen Bienen (Melipona) Brasiliens, Nach morphologischen und ethologischen Merkmalen geordnet. **Zool. Jahrb. Abt. Syst. Geogr. Biol. Tiere**, 49, 335-448, 1925.

DUCKEE, A. Enumeração dos Hymenopteros colligidos pela Comissão e Revisão das espécies de abelhas do Brasil. **Comm. Lin. Teleg. Estr. M. Gr. ao Amazonas**, 35, 3-171, 1916.

DUCKEE, A. Explorações botânicas e entomológicas no estado do Ceará. **Rev. Trimens. Inst. Ceará**, 24, 3-61, 1910.

DUMMOND, P. **Abelhas indígenas sem ferrão**. Disponível em: <[http://ambientes.ambientebrasil.com.br/natural/abelhas/abelhas\\_indigenas\\_sem\\_ferrao.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/natural/abelhas/abelhas_indigenas_sem_ferrao.html)>. Acesso em: 18 setembro 2013.

DUTRA, R. P.; NOGUEIRA, A. M. C.; MARQUES, R. R. O.; COSTA, M. C.; P.; RIBEIRO, M. N. S. Avaliação farmacognóstica de geoprópolis de *Melipona fasciculata* Smith da Baixada maranhense, Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 18, 4, 557-562, 2008.

FEARNSIDE, P.M. The roles and movements of actors in the deforestation of Brazilian Amazonia, **Ecol. Soc.** 13, 23, 2008.

FERNANDES, R. T. **Características de qualidade do mel de abelha Tiúba (*Melipona fasciculata* Smith, 1854, Hymenoptera, Apidae), como contribuição para sua regulamentação**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2017.

FERREIRA, D.M. **Comparação das frações polínicas de méis produzidos por abelhas do gênero *Apis mellifera* e Meliponas da regiões Tocantina**. Monografia (Curso de Ciências Biológicas) – Universidade Estadual do Maranhão, 2006.

FREITAS, B.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; MEDINA, L.M.; KLEINERT, A.M.P.; GALETTO, L.; NATES-PARRA, G.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics, **Apidologie**, 40, 332–346, 2009.

GONÇALVES, S. J. M.; RÊGO, M.; ARAÚJO, A. Abelhas sociais (Hymenoptera: Apidae) e seus recursos florais em uma região de mata secundária, Alcântara, Maranhão, Brasil. **Acta amazônica**, 26, 55-68, 1996.

GOSTINSKI, L.F. **Comunidade de Abelhas (Hymenoptera, Apidae) em área de Restinga, Barreirinhas - MA**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) - Universidade Federal do Maranhão, 2011.

GOSTINSKI, L.F.; ALBUQUERQUE, P.M.C.DE.; CONTRERA, F.A.L. Effect of honey harvest on the activities of *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854 workers. **Journal of Apicultural Research**, 56, 4, 319-327, 2017.

GOULSON, D. Foraging strategies of insects for gathering nectar and pollen, and implications for plant ecology and evolution. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, 2, 185–209, 1999.

HILÁRIO, S.D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT-GIOVANNINI, A. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, 60, 2, 299-306, 2000.

HOLANDA, C. A.; OLIVEIRA, A. R.; COSTA, M. C. P.; RIBEIRO, M. N. S.; SOUZA, J. L.; ARAÚJO, M. J. A. M. Qualidade dos méis produzidos por *Melipona fasciculata* Smith da região do cerrado maranhense. **Química Nova**, 35, 1, 55-58, 2012.

HRNCIR, H.; MAIA-SILVA, C. On the Diversity of Foraging-Related Traits in Stingless Bees. In: VIT, P.; PEDRO, S.R.M.; ROUBIK, D.W. (eds.) **Pot-Honey: a legacy of stingless bees**. New York: Springer. 2013.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; RAMALHO, M.; KLEINERT, G.A. **Flores e Abelhas em São Paulo**. São Paulo: Edusp/FAPESP. 192p. 1993.

JAFFÉ, R., MAIA, U.M., CARVALHO, A.T., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Diagnóstico da Meliponicultura no Brasil. **Mensagem Doce**, 120, 2013.

JARAU, S.; HRNCIR, M.; ZUCCHI, R.; BARTH, F.G. Recruitment behavior in stingless bees, *Melipona scutellaris* and *M. quadrifasciata*. I. Foraging at food sources differing in direction and distance. **Apidologie**, 31, 81–91, 2000.

JONES, R. Stingless bees: a historical perspective. In P. Vit, S.R.M. Pedro & D.W. Roubik (Eds.), **Pot- Honey: A legacy of stingless bees** (pp. 219-227). New York: Springer, 2013.

KERR, W. E. Método de Seleção para melhoramento genético em abelhas. **Magistra Cruz das Almas**, 18, 4, 209-212, 2006.

KERR, W. E.; ABSY, M. L.; MARQUES-SOUZA, A. C. Espécies nectaríferas e poliníferas utilizadas pela abelha *Melipona compressipes fasciculata* (Meliponinae, Apidae) no Maranhão. **Acta Amazonica**, 16/17, 145-156, 1986.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. (Org.). **Abelha Urucu: Biologia, Manejo e Conservação**. Paracatu: Fundação Acangaú. 1996.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; SILVA, A.C.; ASSIS, M.G.P. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Mensagem doce**, 80, 2005.

KERR, W. E.; PETRERE JR. M.; DINIZ FILHO, J. A. F. Informações biológicas e estimativa do tamanho ideal da colmeia para a abelha tíuba do Maranhão (*Melipona compressipes fasciculata* Smith - Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 18, 1, 45-52, 2001.

KERR, W. E.; ROCHA, R. Comunicação entre operárias de *Melipona rufiventris*. **Ciência e Cultura**, 40, 12, 1200-1202, 1988.

KERR, W.E. **Biologia, Manejo e Genética de *Melipona compressipes fasciculata* Smith (Hymenoptera, Apoidea)**. Tese (Professor Titular) - Universidade Federal do Maranhão, 1987.

KERR, W.E.; NASCIMENTO, V.A.; CARVALHO, G.A. Há salvação para os Meliponíneos. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 1, 60, Ribeirão Preto, **Anais do primeiro encontro sobre abelhas**. São Paulo: USP. 1994.

LEITE, S. V. S. **A Prática da Pesca Predatória na Microbacia Hidrográfica do Rio Pericumã, Pinheiro, MA**. Monografia (Curso de Geografia) – Faculdade de Educação São Francisco, Pedreiras, 2009.

LIMA FILHO, F. V. P. **Zoneamento apibotânico e sobreposição de nicho trófico entre abelhas africanizadas *Apis mellifera* e abelhas indígenas *Melipona fasciculata***. Monografia (Curso de Agronomia) – Universidade Estadual do Maranhão, 2011.

LIMA JUNIOR, C. A., AZEVEDO, G. G., CARVALHO, M. R. M., LACERDA, L. M., MATEUS, S. Comportamento de coleta de pólen por operárias de *Melipona flavolineata* (Apidae: Meliponina) em um fragmento de cerrado no município

de Urbano Santo – MA, BRASIL In: **Anais do VIII Encontro Sobre Abelhas: Biodiversidade e uso sustentado de abelhas**, 2008, Ribeirão Preto. p.519 - 519

LINDAUER, M.; KERR, W.E. Die gegenseitige Ver- ständigung bei den stachellosen Bienen, **Z. Vergl. Physiol.**, 41, 405–434, 1958.

LORENZON, M.A.C.; 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**, 32, 027-036, 2003.

MACEDO, V. R. A.; TENÓRIO, E. G.; MONTEIRO, A. L. R.; BELO, J.S.; ARAÚJO, J.B. Época de extração de mel de abelha tíuba no povoado Limoeiro no município de Viana no Maranhão. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, Fortaleza. **Anais do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia**. Ceará. 2011.

MARANHÃO (Estado do Maranhão). **Decreto** N° 11.900 DE 11 de junho de 1991. São Luís, Maranhão, 1991.

MARANHÃO (Estado do Maranhão). **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais**. Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Estado do Maranhão. São Luís, Maranhão, 2011.

MARANHÃO. **Atlas do Maranhão**: Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico/Laboratório de Geoprocessamento - UEMA. São Luís: GEPLAN, 2002.

MARTINS, A.C.L. **Recursos tróficos de *Melipona fasciculata* Smith, 1854 (Hymenoptera: Apidae: Apini: Meliponina) em uma área da Baixada Maranhense**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) – Universidade Federal do Maranhão, 2008.

MARTINS, A.C.L.; RÊGO, M.M.C; CARREIRA, L.M.M.; ALBUQUERQUE, P.M.C. Espectro polínico de mel de tíuba (*Melipona fasciculata* Smith, 1854, Hymenoptera, Apidae). **Acta Amazonica**, 41, 2, 183–190, 2011.

MELO, A.M.C.; VIANA, B.F.; NEVES, E.L. Análise do padrão de uso de recursos florais por duas espécies de *Melipona* Illiger, 1806 (Hymenoptera: Apidae) nas dunas interiores do Médio Rio São Francisco, Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, 2, 17-22, 2002.

MICHENER, C. D. Origin, Biodiversity and Behavior of the Stingless Bees (Meliponini). In Vit, P., Pedro, S.R.M., Roubik, D.W. (Eds.) **Pot- Honey: A legacy of stingless bees**. Springer, 2013.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. 2nd edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 2007.

MICHENER, C. D. **The Social Behavior of the Bees**. Massachusetts: Harvard University Press, Cambridge. 1974.

MIRANDA, G.P.E. **Uso e ocupação do solo no entorno dos lagos Cajari e Formoso, Penalva-MA, APA Baixada Maranhense, e sua influência nas variáveis limnológicas**. Dissertação (Mestrado Sustentabilidade de Ecossistemas) - Universidade Federal do Maranhão, 2006.

MUNIZ, L. M. A criação de Búfalos na Baixada Maranhense: uma análise do desenvolvimentismo e suas implicações sócio-ambientais. In: III JORNADA INTERNACIONAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS, São Luís. **Anais do III JOINPP**. São Luís: UFMA, p.1-6, 2007.

NOGUEIRA, F. H.; AUGUSTO, S. C. Amplitude de Nicho e Similaridade no Uso de Recursos Florais por Abelhas Eussociais em uma Área de Cerrado. **Bioscience Journal**, 23, 45-51, 2007.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e Criação de Abelhas Indígenas sem ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis. 446p. 1997.

OLIVEIRA, E.G. **Qualidade microbiológica e físico-química do mel da abelha tíuba (*Melipona compressipes fasciculata*) produzido no estado do Maranhão**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal do Maranhão, 2004.

OLIVEIRA, F. **A arte de manejar abelhas indígenas sem ferrão na região Amazônica**, 2004. Disponível em: <<http://www.projetoiraquara.com.br>>. Acesso em: 16 outubro 2013.

OLIVEIRA, F.P.M.; ABSY, M.L.; MIRANDA, I.L. Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus – Amazonas. *Acta amazônica*, 39, 3, 505 – 518, 2009.

OLIVEIRA, F.L.; DIAS, V.H.P.; COSTA, E.W.; FILGUEIRA, M.A.; ESPÍNOLA-SOBRINHO, J. Influência das variações climáticas na atividade de vôo das abelhas jandairas *Melipona subnitida* Ducke (Meliponinae). **Revista Ciência Agronômica**, 43, 3, 598-603, 2012.

PARANÁ, Instituto Ambiental do. Plano de Conservação para Abelhas Sociais Nativas sem ferrão. IAP/ Projeto Paraná Biodiversidade, 2009.

PARRA, G. Bionomía de las abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) del Occidente Colombiano. **Cespedesia**, 57/58, 77-116, 1990.

PEDRO, S.R.M. João M. F. Camargo – um naturalista dedicado às abelhas (20.06.1941 – 07.09.2009). **Revista Brasileira de Entomologia**, 53, 4, 686-688, 2009.

PEDRO, S.R.M. The Stingless Bee Fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, 61, 4, 348-354, 2014.

PEREIRA, C. Q. B. **Inventário da apifauna em uma área de reserva florestal pré-amazônica, Buriticupu, Maranhão, Brasil**. Monografia (Curso de Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão, 31p. 1998.

PINHEIRO, C. U. B. **Matas ciliares: recuperação e conservação em áreas úmidas do Maranhão**. São Luís: Gráfica e Editora Aquarela, 2013.

PINTO, R. DE J. **Comunidade de Abelhas (Hymenoptera, Apidae) em ecossistema de floresta, Buriticupu, Maranhão, Brasil**. Monografia (Curso de Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão, 30p., 1998.

PINTO, RS; ALBUQUERQUE, P.M.C.; RÊGO, M.M.C. Pollen Analysis of Food Pots Stored by *Melipona subnitida* Duckee (Hymenoptera: Apidae) in a Restinga área. **Sociobiology**, 61, 4, 461-469, 2014.

RAMALHO, M.; GUIBU, L. S.; GIANNINI, T. C.; KLEINERT, G. A. Ecologia nutricional de abelhas sociais. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Ed. Manole Ltda., p. 225-252, 1991.

REBÊLO, J. M. M.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. Distribuição, uso e conservação de abelhas - Hymenoptera, Apidae - na Amazônia Maranhense. In: MARTINS, M. B.; OLIVIERA, T. G. (Org.). **Amazônia Maranhense: diversidade e conservação**. Belém: Ed MPEG, 179-191, 2011.

RÊGO, M. M. A criação de abelhas nos campos inundados do Maranhão: pesquisas e avanços. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 9, Ribeirão Preto. **Anais do Encontro sobre abelhas**. Ribeirão Preto: USP, p. 209-215, 2010.

RÊGO, M. M. C. **Abelhas silvestres (hymenoptera, Apoidea) em um ecossistema de cerrado s. l. ( Chapadinha-MA, Brasil)**: uma abordagem biocenótica. Tese (Doutorado em Entomologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, 1998.

RÊGO, M. M. C.; BRITO, C. Abelhas sociais (Apidae: Meliponini) em um ecossistema de cerrado (Chapadinha - MA, BR): distribuição dos ninhos. In:

ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 3, Ribeirão Preto. **Anais do Encontro sobre abelhas**. Ribeirão Preto: USP, p.238-247. 1996.

RÊGO, M.M.C.; ALBUQUERQUE, P.M.C. Árvores do cerrado e seus inquilinos: as abelhas sem ferrão. **Mensagem doce**, 100, 2009. Disponível em: <<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/100/artigo8.htm>>. Acesso em 14 de abril de 2016.

RÊGO, M.M.C.; ALBUQUERQUE, P.M.C. Redescoberta de *Melipona subnitida* Duckee (Hymenoptera: Apidae) nas Restingas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Barreirinhas, MA. **Neotropical Entomology**, 35,3, 416-417, 2006.

RÊGO, T.J.A.S. Plantas Medicinais da Baixada Maranhense. **Cad. Pesq. São Luís**, 1, 2, 51 – 59, 1985.

ROUBIK, D.W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge University Press, New York. 1989.

ROUBIK, D.W. Nest and colony characteristics of stingless bees from French Guiana (Hymenoptera: Apidae). **J. Kans Entomol. Soc.**, 52, 443-470, 1979.

ROUBIK, D.W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, 37, 124–143, 2006.

ROUBIK, D.W.; BUSCHMAN, S.L. Nectar selection by *Melipona* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and the ecology of nectar intake by bee colonies in a tropical forest. **Oecologia**, 61,1-10, 1984.

SAKAGAMI, S. F. Stingless bees. In: Hermann, H. R. (ed.). **Social insects**. New York: Academic Press Inc., 3, 361-423, 1982.

SANTOS, A.B. Abelhas nativas: polinizadores em declínio. **Natureza on line**, 8, 3, 103-106, 2010.

SANTOS, O. M. **Avaliação dos usos e ocupações das terras da bacia hidrográfica do rio Pericumã – MA, utilizando como parâmetros os padrões recomendáveis para uma área de proteção ambiental, São Luís**. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas) - Universidade Federal do Maranhão. 153p., 2004.

SHACKLETON, K.; TOUFALIA, H.A.L.; BALFOUR, N.J.; NASCIMENTO, F.S.; ALVES, D.A.; RATNIEKS, F.L. Appetite for self-destruction: suicidal biting as a nest defense strategy in *Trigona* stingless bees. **Behav Ecol Sociobiol.**, 69,273-281, 2015.

SILVA, A.G.; PINTO, R.S.; CONTRERA, F.A.L.; ALBUQUERQUE, P.M.C.; RÊGO, M.M.C. Foraging Distance of *Melipona subnitida* Duckee (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, 61, 4, 494-501, 2014.

SILVA, E. V. C. **Caracterização e pasteurização de méis de abelhas *Melipona fasciculata* (Uruçu cinzenta) e *Apis mellifera* (Africanizadas)**. Dissertação(Mestrado) - Universidade Federal do Pará. 114p. 2006.

SILVA, J. M. **Recursos alimentares utilizados por abelhas *Apis mellifera* L. e *Melipona fasciculata* smith. em São Bento - Baixada Maranhense**. Dissertação(Mestrado) - Universidade Estadual do Maranhão. 68p. 2007.

SILVA, M.D.; RAMALHO, M.; ROSA, J.F. Por que *Melipona scutellaris* (Hymenoptera, Apidae) forrageia sob alta umidade relativa do ar? **Iheringia**, 101, 1-2, 131-137, 2011.

SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B. **Abelhas brasileiras: Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte: Fundação Araucária, 2002.

SLAA, E. J.; SÁNCHEZ-CHAVES, L. A.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; HOFSTEDE, F. E. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**, 37,2, 293-315, 2006.

SPECIESLINK REDE. **Collaborative databasing of North American bee collections within a global informatics network project (AMNH-Bee), Coleção Entomológica Paulo Nogueira-Neto - IB/USP (CEPANN), Fototeca Cristiano Menezes (FCM), Coleção de Hymenoptera INPA (INPA-Hymenoptera), Snow Entomological Museum Collection (KU-SEMC), Coleção Camargo - FFCLRP/USP (RPSP)**, 2016. Disponível em: <<http://www.splink.cria.org.br>>. Acesso em: 17 de novembro de 2016.

TENÓRIO, E.G. **Desenvolvimento e produção de mel de colônias de abelhas tíuba, *Melipona Fasciculata* Smith, 1854 (Apidae: Meliponina), em diferentes modelos de colmeias e localidades do Maranhão**. Tese (doutorado Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011.

TENÓRIO, E.G.; BARROS, J.R.S.; PACHECO, C.C.M. (org.) **25 anos de pesquisas com abelha tíuba (*Melipona fasciculata*) no Maranhão**. 1ed. São Luís: UEMA, 2012.

VENTURIERI, G. C.; RAIOL, V. F. O.; PEREIRA, C. A. B. Avaliação da introdução da criação racional de *Melipona fasciculata* (Apidae: Meliponina), entre os agricultores familiares de Bragança - PA, Brasil. **Biota Neotrop.**, 3, 2, 2003.

VENTURIERI, G.C., ALVES, D.A., VILLAS-BÔAS, J.K., CARVALHO, C.A.L., MENEZES, C., VOLLET-NETO, A., CONTRERA, F.A.L., CORTOPASSI-LAURINO, M., NOGUEIRA-NETO, P., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. Meliponicultura no Brasil: situação atual e perspectivas futuras para o uso na polinização agrícola. In: **Polinizadores no Brasil** - contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: EDUSP, 2012, p.213-236.

VIEIRA, L. S. **A Proteção Jurídica das Zonas Úmidas de Importância Internacional.** 2008. Disponível em: <<http://gedi.objectis.net/eventos-1/ilsabrazil2008/artigos/dema/saboyavieira.pdf>>. Acesso em: 04 de maio de 2016.

VILLANUEVA-GUTIÉRREZ, R.; ROUBIK, D.W.; COLUN-UCÁN, W. Extinction of *Melipona beechei* and traditional beekeeping in the Yucatán peninsula. **Bee World**, 86, p. 35-41, 2005.

VILLAS-BÔAS, J. K. **Manual Tecnológico: Mel de Abelhas sem Ferrão.** Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), 2012.

VINHOTE, H.C.A. **A dinâmica de inundação e sua relação com o uso e manejo dos recursos vegetais nos ambientes aquáticos da região lacustre de Penalva-Contribuição à gestão dos recursos hídricos na área de proteção ambiental (APA) da Baixada Maranhense/São Luís.** Monografia (Graduação em Ciências Aquáticas) – Universidade Federal do Maranhão, 67p, 2005.

## 5. CAPÍTULO 1

---

**Comportamento de forrageamento de *Melipona (Melikerria) fusciculata* Smith, 1854 e *Melipona (Michmelia) flavolineata* Friese, 1900 em área de Floresta Amazônica**

Manuscrito submetido à “Revista  
*Entomotropica*” em 10.03.2017

Status: *em revisão*

**Comportamento de forrageamento de *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith,  
1854 e *Melipona (Michmelia) flavolineata* Friese, 1900 em área de Floresta  
Amazônica**

Luana Fontoura Gostinski<sup>a\*</sup>, Fabiana França Oliveira<sup>b</sup>, Felipe Andrés León Contrera<sup>c</sup>,  
Patrícia Maia Correia de Albuquerque<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> PPG Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal – BIONORTE, e-mail:  
lufontoura@gmail.com;

<sup>b</sup> Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão – UFMA, e-mail:  
fabianafranca16@hotmail.com; patemaia@gmail.com;

<sup>c</sup> Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará – UFPA, e-mail:  
falc75@gmail.com.

## Resumo

A atividade de voo das abelhas sem ferrão está relacionada com as condições climáticas, podendo ser modificada de acordo com a temperatura, umidade relativa, pluviosidade, insolação e padrões locais de floração. Nesse contexto, o manuscrito visou investigar a influência das condições climáticas sobre a atividade de voo de duas espécies de *Melipona* em uma área de floresta amazônica. Em um meliponário no município de Bequimão, Maranhão, Brasil foram selecionadas três caixas de *Melipona fasciculata* e três de *Melipona flavolineata* para observação do fluxo de entrada das operárias contendo recursos florais. Os dados climatológicos e atividade diária foram medidos de setembro de 2014 a agosto de 2015. As temperaturas externas e internas das colônias, das duas espécies, se correlacionaram fortemente, assim como umidade relativa externa e interna. A atividade de voo das abelhas correspondeu positivamente com a temperatura ambiental, iniciando as 6:00 horas quando a temperatura estava por volta de 25 °C, posteriormente picos de atividade das 10 - 14:00 h para *M. fasciculata* das 11 - 14:00 h em *M. flavolineata*. Para as duas espécies houve maior tendência à coleta de pólen durante as maiores médias de umidade relativa e menores temperaturas. Já para a coleta de néctar, foram os horários de menores médias de umidade externa e maiores temperaturas.

**Palavras chave:** abelhas sem ferrão, atividade de voo, fatores climáticos, recursos florais.

## Abstract

Foraging behavior of *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854 and *Melipona (Michmelia) flavolineata* Friese, 1900 in Amazonian Florest area.

The flight activity of stingless bees is associated to climatic conditions and can be modified according to temperature, relative humidity, rainfall, insolation and local flowering patterns. In this context, the manuscript aimed to investigate the influence of climatic conditions on the flight activity of two species of *Melipona* in an Amazon forest area. In a meliponary in the municipality of Bequimão, Maranhão, Brazil, three colonies of *Melipona fasciculata* and three colonies of *Melipona flavolineata* were selected to observe the entering flow of workers with floral resources. Climatological data and daily activity were measured from September 2014 to August 2015. The external and internal temperature from colonies of the two species had a strong correlation, also the external and internal relative humidity. The flight activity of the bees positively corresponded to the ambient temperature, starting at 6:00 am when the temperature was around 25° C, then activity peaks from 10:00 - 14:00 h for *M. fasciculata* and 11:00 - 14:00 H for *M. flavolineata*. For both species, there was a bigger tendency for pollen collection during the highest means of relative humidity and lower temperatures. For the nectar collection, the tendency was during the lower means of external humidity and higher temperatures.

**Keyword:** climatic factors, flight activity, floral resources, stingless bees.

## **Comportamento de forrageamento de *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854 e *Melipona (Michmelia) flavolineata* Friese, 1900 em uma área de Floresta Amazônica**

### **Introdução**

A atividade de voo das abelhas sem ferrão (Apinae, Meliponini) está associada diretamente as condições ambientais e internas das colônias (Hilario et al. 2000). Muitos estudos utilizando espécies do gênero *Melipona* constataram a influência da temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade e pluviosidade no comportamento de coleta de recursos florais e materiais para manutenção das colônias (Roubik e Buchmann 1984; Roubik 1989; Pierrot e Schlindwein 2003; Cortopassi-Laurino 2004; Souza et al. 2006; Carvalho-Zilse et al. 2007; Silva et al. 2011; Oliveira et al. 2012). Estes estudos ajudam a compreender como ocorrem o forrageamento das espécies do gênero para coleta de recursos, e assim, caracterizando o nicho ecológico de cada espécie nos ecossistemas analisados (Iwama 1977; Hilario et al. 2001; Borges e Blochtein 2005).

As diversas espécies do gênero *Melipona* existentes em ambientes tropicais apresentam tamanho corporal, pilosidade e cor do corpo variadas, estas características geram diferentes respostas no padrão de forrageamento de cada espécie (Roubik e Buchmann 1984). Alguns indivíduos são mais afetados pela temperatura e insolação, se adaptando para forrageamento em horários de menores temperaturas e maiores umidades relativas ambientais (Bruijn e Sommeijer 1997). Já outras espécies, como observado para *Melipona subnitida* Ducke, 1910, o pico de atividade de voo ocorre quando há maior intensidade de recursos florais disponíveis, independentes de temperaturas elevadas (Oliveira et al. 2012).

As características climáticas não são os únicos fatores que influenciam na atividade diária das abelhas sem ferrão, o estado da colônia e a competição com outras espécies ou muitas colônias na mesma localidade, podem interferir no padrão de forrageio. Hilário et al. (2000) observaram que colônias de *Melipona bicolor bicolor* Lepelletier, 1836, em diferentes estados (fortes, médias e fracas), apresentaram padrões distintos de coleta de recursos, ao longo das horas do dia, durante o ano. Já Bruijn e Sommeijer (1997), ressaltam que a competição por alimento é, provavelmente, o fator importante na evolução do comportamento de forrageamento em ambientes tropicais.

Roubik e Buchmann 1984 comentam que esta evolução faz com que as espécies de abelhas sem ferrão coexistem em ambientes tropicais, e possivelmente, sobreponham os táxons de plantas utilizadas como recursos alimentares.

Na região amazônica maranhense, duas espécies de *Melipona* são amplamente difundidas devido a meliponicultura (Alves 2013), a abelha Tiúba (*Melipona fasciculata* Smith, 1854) e a abelha Uruçú-amarela (*Melipona flavolineata* Friese, 1900), e seu padrão de forrageamento ainda é pouco conhecido. Para entender os padrões de atividade de voo destas espécies é necessário descrever e analisar o comportamento de forrageamento, sendo consideradas as interferências ambientais naturais. O conhecimento da atividade de voo destas abelhas pode fornecer dados sobre a biologia de cada espécie, trazendo informações sobre eventuais mudanças em suas atividades, em um cenário de modificações climáticas globais. Desta forma, este trabalho descreve o forrageamento no decorrer do dia e das épocas do ano de *M. fasciculata* e *M. flavolineata* em uma área de floresta amazônica, concentrando-se na atividade de voo para coleta de recursos florais e relação com as variações climáticas locais.

## **Material e métodos**

### *Localidade e meliponário de estudo*

A área de estudo se encontra no município de Bequimão – Maranhão (2°29'13.078"S, 44°51'35.229"O). O clima da região é caracterizado como tropical úmido, com dois períodos bem definidos durante o ano de experimento: seco (agosto a dezembro) e chuvoso (janeiro a julho), com temperatura média anual de 27°C e índice pluviométrico variando de 1000 a 2100 mm (CPTEC 2016). O local de estudo está inserido no bioma floresta amazônica, com influência de campos inundados durante o período chuvoso.

O meliponário é composto por, aproximadamente, 50 caixas contendo as espécies *M. fasciculata* e *M. flavolineata*. Foram selecionadas para observação três colônias fortes de cada espécie, todas em caixas horizontais confeccionadas de madeira, sem divisórias, com formato padrão retangular de 31cm de altura por 30cm de largura e 45cm de profundidade, contendo uma entrada para o ninho localizada na extremidade inferior esquerda da caixa. Como colônia forte, usamos como critério o número e diâmetro dos discos de cria (Hilário et al. 2000)

### *Coleta e análise de dados*

Para registro de temperatura e umidade relativa interna das colônias de cada espécie foram inseridos dispositivos para medição síncrona (SDM - datalogger) com medição durante 24 horas, a cada hora, por 365 dias. O monitoramento ocorreu de setembro de 2014 a agosto de 2015. O SDM foi inserido dentro da colônia próximo aos potes de alimentos e externos ao invólucro das células de cria. Paralelamente, foram coletados os dados climáticos externos, com outro SDM disposto a cinco metros do meliponário na vegetação presente.

A atividade de voo das operárias foi monitorada durante o mesmo tempo de coleta dos dados climáticos. As seis colônias selecionadas foram observadas uma vez por mês, durante um dia, com início às 6:00 e término 17:00h, neste período cada colônia foi monitorada 5 minutos/hora. Foi registrado o número total de abelhas que entravam nas colônias com cargas aparentes (barro, resina e pólen). As abelhas sem carga aparente foram consideradas como contendo néctar no papo e as operárias que saíam da colônia removendo material (atividade de limpeza) e logo retornavam, foram subtraídas das que entravam sem carga aparente (Lopes et al. 2007).

Foi utilizada correlação linear de Pearson ( $r$ ) para análise da relação entre atividade mensal de voo das operárias das duas espécies de *Melipona* e variáveis ambientais, assim como para a temperatura e umidade relativa interna das colônias com as variáveis climatológicas externas mensais (temperatura, umidade relativa, pluviosidade). Também foram montados gráficos de regressão linear para análise da curva de tendência e correlação entre coleta de néctar e pólen nas diferentes horas do dia e as variáveis ambientais de temperatura e umidade relativa.

### **Resultados**

Durante o período de estudo, o maior valor de precipitação acumulada registrada ao longo dos meses foi de 324 mm em maio e o menor 1.5mm em agosto (média=113.08, SD=±118.71). A temperatura média externa variou de 36.3 a 24.3 °C (média=30.7, SD=±3.02); a umidade do ar esteve entre 97.3 e 47 % (média=71.14, SD=±14.0).

Em colônias de *M. fasciculata*, a temperatura média interna esteve entre 32.2 e 25.2 °C (média=28.53, SD=±2.52) e a umidade relativa interna variou de 83.4 a 79.5 % (média=81.20, SD=±1.16). Para *M. flavolineata* a temperatura média interna nas colônias variou entre 32.3 e 24.7 °C (média=28.33, SD=±2.77) e a umidade interna entre 89.2 e 85.9 % (média=87.29, SD=±1.15).

Quando relacionamos as médias mensais de temperatura e umidade interna das colônias com as médias ambientais, percebemos que temperatura externa e interna se correlacionaram fortemente ( $r>0,9$ ) para as suas espécies de *Melipona* (Tabela 1). Assim como a temperatura, a umidade relativa ambiental e pluviosidade também demonstraram correlação forte com a variação da umidade relativa interna das colônias de *M. fasciculata* e correlação positiva, porém fraca para *M. flavolineata* (Tabela 1).

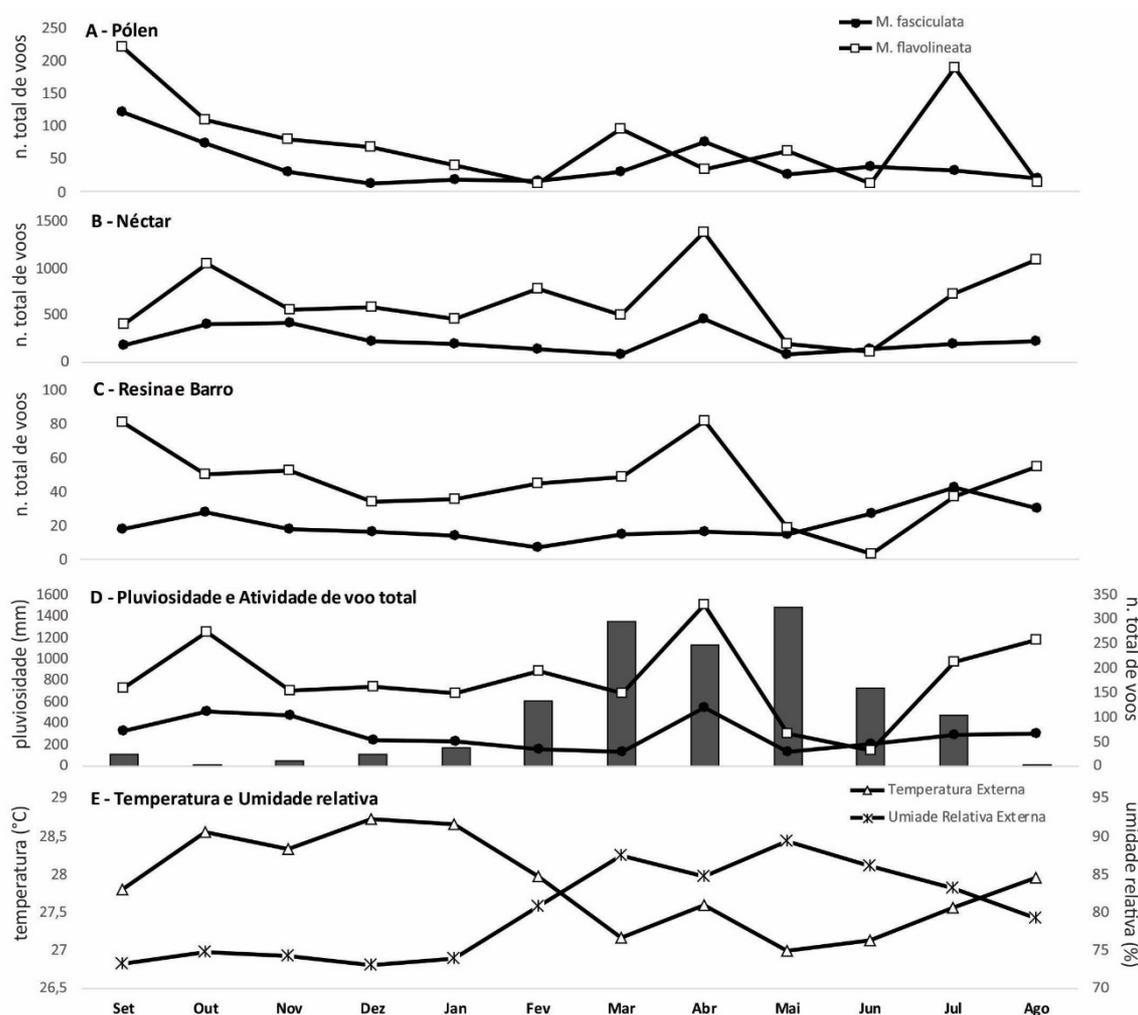
**Tabela 1** – Coeficiente de correlação linear (Pearson -  $r$ ) entre média da atividade de voo das operárias de *Melipona fasciculata* e *Melipona flavolineata*, fatores internos das colônias (temperatura e umidade relativa), as médias mensais dos fatores climáticos ambientais (temperatura, umidade relativa e precipitação) e a atividade de coleta de recursos (néctar/água, pólen, resina e barro). Dados médios ( $\pm$  dp) de três colônias de cada espécie.

Espécie	Fatores internos da colônia	Fatores climáticos ambientais		
		Temperatura (C)	Umidade relativa (%)	Precipitação (mm)
<i>Melipona fasciculata</i>	Temperatura (°C)	0,916	-0,918	-0,695
	Umidade relativa (%)	-0,870	0,957	0,647
	Atividade de voo	0,389	-0,400	-0,695
	Coleta de néctar	0,478	-0,415	-0,381
	Coleta de pólen	-0,081	-0,201	-0,101
	Coleta de resina	-0,166	0,166	-0,218
	Coleta de barro	-0,417	0,370	0,005
<i>Melipona flavolineata</i>	Temperatura (°C)	0,914	-0,892	-0,613
	Umidade relativa (%)	-0,402	0,288	0,122
	Atividade de voo	0,358	-0,234	-0,613
	Coleta de néctar	0,312	-0,146	-0,189
	Coleta de pólen	-0,017	-0,251	-0,196
	Coleta de resina	0,441	-0,260	-0,141
	Coleta de barro	-0,042	-0,326	-0,190

A atividade de voo das operárias das duas espécies de *Melipona* demonstrou ser influenciada pela temperatura ambiental e obteve correlação negativa com a umidade relativa e precipitação (Tabela 1). Contudo, em ambas espécies houve redução do

fornagem no início do período chuvoso (janeiro, Figura 1-D), um pico de atividade em abril, apresentando uma nova redução que perdurou até junho (Figura 1-D).

As operárias de *M. fasciculata* apresentaram padrões de atividade mensal com dois picos no período seco, de agosto a dezembro, e um no chuvoso, de janeiro a julho (Figura 1 - D). Os meses com maior frequência de indivíduos coletando recursos durante o período seco, foram outubro e novembro (2014), nesses meses a correlação entre atividade de voo e variáveis ambientais de temperatura (out  $r=0,801$ ; nov  $r=0,683$ ) e umidade relativa (out  $r=0,783$ ; nov  $r=0,695$ ) foram positivas. Já no período chuvoso houve um pico de atividade no mês de abril, sendo este pico o maior dentre todos os meses de observação, nele também ocorreu correlação positiva entre atividade de voo com temperatura externa ( $r= 0,588$ ) e umidade relativa ( $r=0,616$ ). Os meses de menor frequência de indivíduos foram no período chuvoso (fevereiro, março e maio de 2015) e também obtiveram correlação positiva com temperatura, umidade relativa e pluviosidade ( $r>0.6$ ).



**Figura 1** – Coleta mensal de pólen (A), néctar (B), resina e barro (C), médias mensais de pluviosidade (em barras - D) e atividade de voo total (linhas - D), médias mensais de temperatura e umidade relativa ambientais (E) em três colônias de *Melipona fasciculata* e três de *Melipona flavolineata* (D).

O forrageamento de *M. flavolineata* também apresentou dois picos no período seco e um no chuvoso (Figura 1 - D). Neste caso, os meses de outubro (2014) e agosto (2015) foram os de maior atividade no período seco, sendo que em outubro a atividade de voo teve correlação mais forte com as variáveis ambientais de temperatura ( $r= 0.901$ ) e umidade relativa ( $r= 0.898$ ), enquanto em agosto e no período chuvoso (abril) as correlações foram positivas fracas ( $r<0.5$ ).

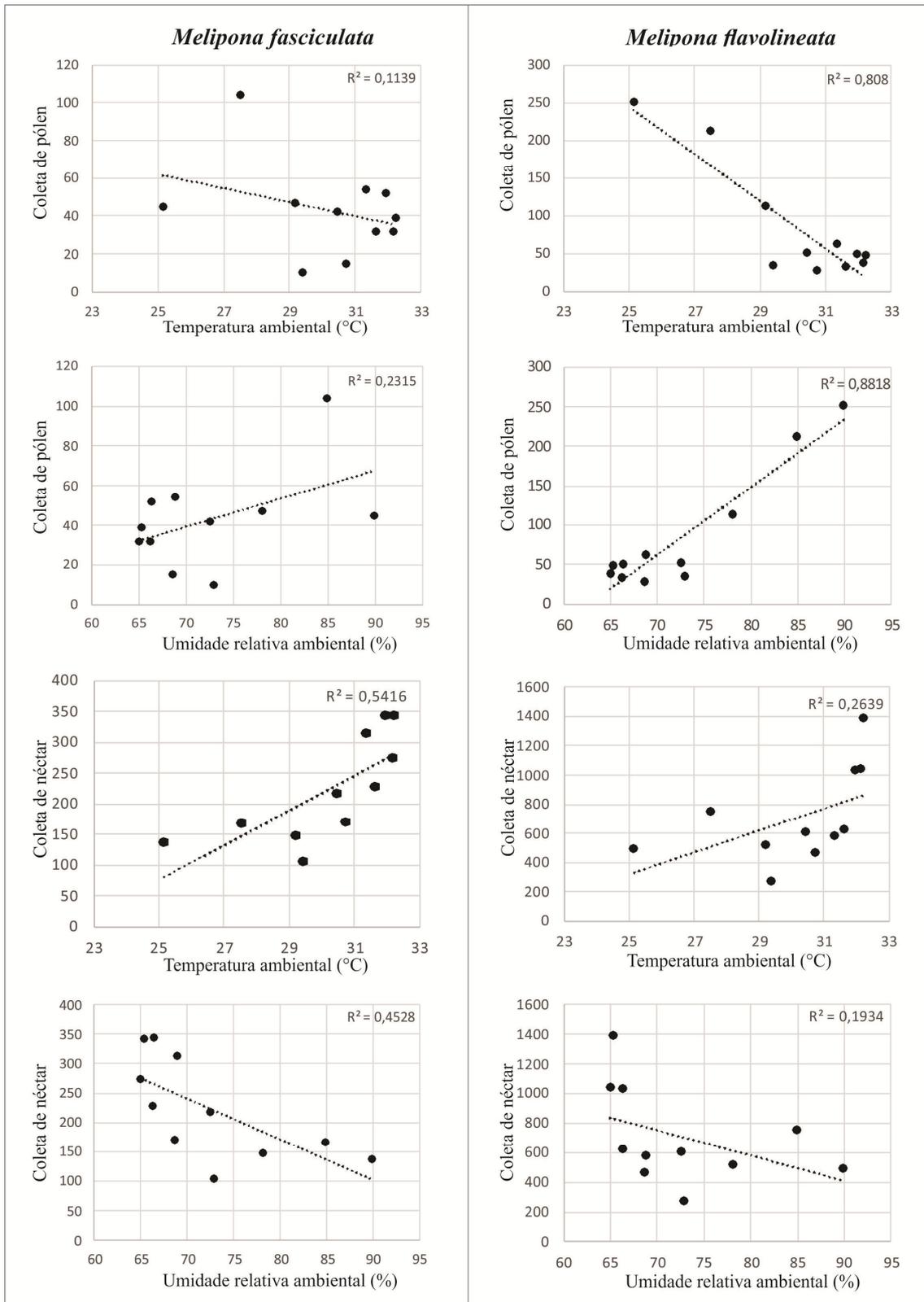
A atividade de voo das operárias no decorrer dos meses foi constante, com o néctar/água como o recurso mais coletado para as duas espécies de *Melipona*, seguido de pólen, além de resina e barro em menor proporção (Figura 1 – A,B,C). Em *M. fasciculata*, a umidade relativa ambiental pareceu afetar na atividade de coleta mensal de resina e barro, assim como a temperatura para a coleta de néctar/água. Já para *M. flavolineata* somente a temperatura demonstrou influência na atividade de coleta de

néctar/água e resina, as demais variáveis não se correlacionaram positivamente (Tabela 1).

Em relação ao ritmo diário, as duas espécies de *Melipona* apresentaram atividade externa com início por volta das 6:00 h, quando a umidade relativa se encontrava em cerca de 90% e temperatura média de 25 °C. A coleta de recursos florais por hora do dia efetuada pelas duas espécies de *Melipona* ocorreu de forma semelhante. Em todas as horas de observação, o néctar/água foi o recurso mais coletado, em maior quantidade das 10:00 às 14:00 h para *M. fasciculata*, e das 11:00 às 14:00 h em *M. flavolineata*. A coleta de pólen também foi presente em todas as horas do dia, em maior frequência das 06:00 as 08:00 para as duas espécies.

A correlação entre as variáveis demonstrou que houve uma tendência à coleta de pólen durante as maiores médias de umidade relativa e menores temperaturas, e o inverso foi observado na coleta de néctar, onde houve preferência por horários de menores médias de umidade externa e maiores temperaturas. Este padrão foi observado nas duas espécies de *Melipona* (Figura 2).

A coleta de néctar e pólen por hora do dia apresentou correlação positiva com as variáveis ambientais nas duas espécies. Para *M. fasciculata* a relação entre temperatura e coleta de néctar foi maior; e para coleta de pólen a umidade relativa mostrou maior correlação (Figura 2). Em *M. flavolineata* a temperatura também foi de maior correlação com a coleta de néctar e para a coleta de pólen houve forte correlação com as duas variáveis ambientais analisadas (Figura 2).



**Figura 2** – Correlação linear ( $R^2$ ) entre a coleta de recursos (pólen e néctar) por *Melipona fasciculata* e *Melipona flavolineata*, e fatores climáticos ambientais (temperatura e umidade relativa) por hora do dia (pontos).

## Discussão

### *Variáveis climáticas e atividade de voo*

Os valores médios de temperaturas e umidade relativa internas das colônias de *M. fasciculata* e *M. flavolineata* demonstraram baixa amplitude térmica em relação ao ambiente, assim como foram fortemente influenciadas pela temperatura e umidade relativa externas. O mesmo foi observado em colônias de *Melipona seminigra* Friese, 1903, indicando que apesar de possuírem estruturas especiais como invólucro e batume e o comportamento de ventilação por meio do batimento das asas, as espécies de *Melipona* são afetadas diretamente pelas variações de temperatura e umidade relativa ambientais (Carvalho-Zilse et al. 2007; Jones e Oldroyd 2007; Domingues e Gonçalves 2014).

Na floresta tropical maranhense, a temperatura e a umidade relativa do ar exerceram efeitos sinérgicos na atividade de voo das duas espécies de *Melipona* no decorrer dos meses do ano. O mesmo foi observado por Oliveira et al. (2012), para *M. subnitida*, no qual a ação conjunta dos efeitos individuais de cada variável ambiental exerceu mudança no padrão de atividade de forrageamento, que se apresentou de formas distintas os meses de estiagem e chuvosos.

As espécies de *Melipona* estudadas neste trabalho parecem seguir um padrão de atividade diária comum para o gênero, em ambientes com variações climáticas similares, iniciando suas atividades por volta das 5-6 horas quando a umidade relativa se encontra mais alta (entre 85 e 90%), a incidência de radiação solar baixa e a temperatura média de 20 a 25°C (Souza et al. 2006; Pierrot e Schlindwein 2003; Cortopassi-Laurino 2004; Oliveira et al. 2012).

Embora muitas espécies de *Melipona* apresentem faixas ótimas de temperatura e umidade relativa semelhantes, a atividade de voo no decorrer do dia tende a ser distinta em cada espécie e ambiente em que ela se encontra, para *M. subnitida* em região de caatinga do Rio Grande do Norte e *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 em mata atlântica de Pernambuco houve uma diminuição da atividade de voo nas horas de maior temperatura e radiação solar e menores médias de umidade relativa do ar (Pierrot & Schlindwein 2003; Oliveira et al. 2012). Já para *Melipona asilvai* Moure, 1971 no semiárido da Bahia (Souza et al. 2006) a desidratação causada pelas altas temperaturas não demonstrou afetar a atividade de voo, semelhante a *M. fasciculata* e *M.*

*flavolineata*, com maior intensidade de forrageamento nos horários de maior temperatura e menor umidade relativa.

A coleta mensal de recursos florais durante o período seco foi semelhante entre as duas espécies de *Melipona* estudadas, contudo após o início do período chuvoso houveram picos de atividade distintos, indicando possível diferenciação na preferência de fontes florais, além da maior diversidade de espécies vegetais em floração no período. Segundo Cortopassi-Laurino e Ramalho (1988), colônias mais populosas tendem a usar espectro mais amplo de fontes florais, o que pode ser o caso de *M. flavolineata* que apresentou maior número de campeiras comparado ao observado para *M. fasciculata*.

Ramalho et al. (2007) em um experimento com *M. scutellaris* constatou que as escolhas florais não são feitas aleatoriamente e a diversidade de espécies vegetais na dieta da colônia se correlaciona com a variável “espécie”, independentemente do habitat em que se encontram. As colônias de *M. scutellaris* formaram um agrupamento similar na escolha das fontes florais. Tal padrão constatado por Ramalho et al. (2007) pode ser considerado para diferenciação nos picos de atividade de voo para coleta de pólen por *M. fasciculata* e *M. flavolineata* no período chuvoso, concomitante com o aumento de fontes florais que pode alterar a oportunidade de partilha e reduzir a amplitude no nicho de cada espécie (Kleinert et al. 2009).

A atividade de coleta mensal de barro e resina foi diferente entre as duas espécies estudadas, para *M. fasciculata* houve influência da umidade relativa mensal e precipitação, contudo não houve diferença significativa no número de operária retornando com resina durante os dois períodos. Já *M. flavolineata* obteve correlação somente com a temperatura para coleta de resina, com maior número de coletoras deste material no período seco (setembro). Tal resultado difere do padrão de atividade observado por Cortopassi-Laurino (2004) para a *M. flavolineata* e mais três espécies do gênero em região de floresta amazônica, onde a coleta de resina e barro foi predominante no período chuvoso.

#### *Coleta de recursos por hora do dia*

As operárias de *M. fasciculata* e *M. flavolineata* apresentaram um padrão de atividade diária de voo para coleta de pólen e néctar semelhantes ao encontrado em outras espécies de *Melipona* em regiões tropicais, como *Melipona micheneri* Schwarz, 1951, *M. fasciata* Latreille, 1811, *M. triplaridis* Cockerell, 1925, *M. fuliginosa*

Lepeletier, 1836 (Roubik e Buschmann 1984), *M. scutellaris* (Pierrot e Schindwein 2003; Silva et al. 2011), *M. crinita* Moure & Kerr, 1950, *M. fuscopilosa* Moure & Kerr, 1950, *M. grandis* Guérin, 1844 (Cortopassi-Laurino 2004), *M. asilvai* (Souza et al. 2006), *M. seminigra* (Carvalho-Zilse et al. 2007), *M. subnitida* (Oliveira et al. 2012). Estes meliponíneos coletaram pólen em maior quantidade nas primeiras horas de atividade e após as 10 horas maximizaram a coleta do néctar até o final da atividade diária.

Para *M. fasciculata*, *M. flavolineata* e demais espécies mencionadas, a maior intensidade de voo matutino para coleta de pólen ocorre pela ampla disponibilidade do recurso nas primeiras horas do dia, e provavelmente, decresce poucas horas depois em decorrência da redução da oferta de pólen após o intenso forrageamento por outros visitantes florais (Roubik 1989; Borges e Blochtein 2005). O forrageamento de pólen também teve correlação com as horas de baixa temperatura e alta umidade, fatores que podem ser indicadores para as espécies de *Melipona* como oferta deste recurso floral no ambiente (Silva et al. 2011).

Já a estratégia de maior coleta de néctar nas horas consecutivas a coleta de pólen está associada a possibilidade de renovação deste recurso ao longo do dia e ao aumento da qualidade do néctar com concentração maior de açúcares (Roubik e Buschmann 1984; Roubik et al. 1995; Silva et al. 2011). Isto pode explicar a forte correlação do forrageamento por néctar de *M. fasciculata* e *M. flavolineata* nas horas de temperatura entre 31 a 33 °C e umidade relativa inferior a 68%, estas são variáveis ambientais ideais neste ambiente para que o néctar esteja mais concentrado. A baixa depleção do néctar ao longo das primeiras horas do dia também pode explicar o fato das operárias de *M. flavolineata* aumentarem o número de forrageiras de forma tardia (uma hora depois) em relação a *M. fasciculata*, ou mesmo a utilização da temperatura e umidade relativa como indicadores de um recurso mais calórico, assim, reduzindo o custo energético do voo para um forrageamento mais eficiente.

## Conclusões

As variáveis abióticas ambientais podem interferir de maneira sinérgica nas atividades de voo das espécies de *Melipona*, com destaque para a temperatura, a umidade relativa do ar e a pluviosidade. As duas espécies de *Melipona* iniciaram suas atividades em horários de alta umidade relativa e tiveram o néctar como recurso mais coletados em todas as horas do dia. A coleta de pólen foi preferencialmente durante as

maiores médias de umidade relativa e menores temperaturas, sendo a segundo recurso mais coletado.

A atividade de forrageamento no decorrer períodos foi constante, com picos de atividades tantos nos meses secos, como nos chuvosos. Tal fato pode indicar que outros fatores, como: a oferta de recursos florais no ambiente, a competição por recursos, as condições internas das colônias e a morfologia e fisiologia de cada espécie também podem influenciar na atividade de voo de cada espécie.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Sr. Antônio Augusto, pela permissão para trabalhar em seu meliponário e sua hospitalidade. Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA (UNIVERSAL-00642/14 e BD-01713/14) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

## Referências

- [CPTEC] Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. 2016. Clima Bequimão – Maranhão. [Internet]. Mayo 2016. Disponible em: [http://proclima.cptec.inpe.br/balanco\\_hidrico/balancohidrico.shtml](http://proclima.cptec.inpe.br/balanco_hidrico/balancohidrico.shtml)
- Alves RMO. 2013. Production and Marketing of Pot-Honey. En: Vit P, Pedro RM, Roubik DW, editors. Pot- Honey: A legacy of stingless bees. Springer.
- Borges FB, Blochtein B. 2005. Atividades externas de *Melipona marginata obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), em distintas épocas do ano, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (3):680-686.
- Bruijn LLM, Sommeijer MJ. 1997. Colony foraging in different species of stingless bees (Apidae, Meliponinae) and the regulation of individual nectar foraging. *Insectes soc.* 44: 35 – 47.
- Carvalho-Zilse G, Porto EL, Silva CGN, Pinto MFC. 2007. Atividades de vôo de operárias de *Melipona seminigra* (Hymenoptera: Apidae) em um sistema agroflorestal da Amazônia. *Bioscience Journal* 23(1): 94-99.
- Cortopassi-Laurino C. 2004. Seasonal strategies of harvesting by *Melipona* sp. in the Amazon region. En: Proceedings of the 8th IBRA International Conference on

- Tropical Bees and VI Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, Brasil: 258-263.
- Cortopassi-Laurino M, Ramalho M. 1988. Pollen harvest by Africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo: botanical and ecological views. *Apidologie* 19:1-24.
- Domingues HGT, Gonçalves LS. 2014. Termorregulação de abelhas com ênfase em *Apis mellifera*. *Acta Veterinaria Brasilica* 8 (3):151-154.
- Hilário SD, Imperatriz-Fonseca VL, Kleinert-Giovannini A. 2000. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia* 60 (2): 299-306.
- Hilário SD, Imperatriz-Fonseca VL, Kleinert AMP. 2001. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (in litt.) (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia* 61 (2):191-196.
- Iwama S. 1977. A influência dos fatores climáticos na atividade externa de *Tetragonisca angustula*. *Bol. Zool. Univ. S. Paulo* 2: 189-201.
- Jones JC, Oldroyd BP. 2007. Nest thermoregulation in social insects. *Advances in Insect Physiology*. 33:153-191.
- Kleinert AMP, Ramalho M, Cortopassi-Laurino M, Ribeiro MF, Imperatriz-Fonseca VL. 2009. Abelhas sociais (Bombini, Apini, Meliponini). En: Panizzi AR, Parra JRP, editores. Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. Londrina: Embrapa Soja.
- Lopes MTR, Silva JO, Pereira FM, Araújo RS, Camargo RCR, Vieira-Neto JM, Ribeiro VQ. 2007. Atividade de Vôo de Abelhas Jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke, 1910) Instaladas em dois Modelos de Colmeia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento: Embrapa Meio-Norte. 20 p.
- Oliveira FL, Dias VHP, Costa EW, Filgueira MA, Espínola-Sobrinho J. 2012. Influência das variações climáticas na atividade de vôo das abelhas jandairas *Melipona subnitida* Ducke (Meliponinae). *Revista Ciência Agronômica* 43 (3): 598-603.
- Pierrot LM, Schlindwein C. 2003. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu – *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). *Rev. Bras. Zool.* 20 (4): 565–571.
- Ramalho M, Silva MD, Carvalho CAL. 2007. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera, Apidae): uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae), no Domínio Tropical Atlântico.

*Neotropical Entomology* 36 :38-45.

Roubik DW, Buschmann SL .1984. Nectar selection by *Melipona* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and the ecology of nectar intake by bee colonies in a tropical forest. *Oecologia* 61:1-10.

Roubik DW, Yanega D, Aluja MS, Buchmann SL, Inouye DW. 1995. On optimal nectar foraging by some tropical bees (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie* 26: 197-211.

Roubik DW. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge: Cambridge University Press. 514p.

Silva MD, Ramalho M, Rosa JF. 2011. Por que *Melipona scutellaris* (Hymenoptera, Apidae) forrageia sob alta umidade relativa do ar? *Iheringia* 101(1-2):131-137.

Souza BA, Carvalho CAL, Alves RMO. 2006. Flight activity of *Melipona asilvai* Moure (Hymenoptera:Apidae). *Brazilian Journal of Biology* 66 (2b):731-737.

## 6. CAPÍTULO 2

---

### **Nicho trófico e partição de fontes polínicas por duas espécies de *Melipona* (Hymenoptera, Apidae) na Amazônia Oriental**

Manuscrito submetido à “*Revista Oecologia Australis*” para edição especial “Ecology and Evolution of Interactions” em 13.07.2017

Status: *em revisão*

**NICHO TRÓFICO E PARTIÇÃO DE FONTES POLÍNICAS POR DUAS  
ESPÉCIES DE *MELIPONA* (HYMENOPTERA, APIDAE) NA  
AMAZÔNIA ORIENTAL**

*Luana Fontoura Gostinski<sup>1</sup>, Fabiana França Oliveira<sup>2</sup>, Felipe Andrés León Contrera<sup>3</sup>  
and Patrícia Maia Correia de Albuquerque<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Programa de Pós-Graduação Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (BIONORTE), Laboratório de Estudo sobre Abelhas. Avenida dos Portugueses, 1966, São Luís, MA, Brasil, 65065-545.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Departamento de Biologia. Avenida dos Portugueses, 1966, São Luís, MA, Brasil, 65065-545.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de Ciências Biológicas, Laboratório de Biologia e Ecologia de Abelhas. Rua Augusto Corrêa, 01, Belém, PA, Brasil, 66075-110.

E-mails: lufontoura@gmail.com, fabianafranca16@hotmail.com, patemaia@gmail.com, falc75@gmail.com.

# NICHO TRÓFICO E PARTIÇÃO DE FONTES POLÍNICAS POR DUAS ESPÉCIES DE *MELIPONA* (HYMENOPTERA, APIDAE) NA AMAZÔNIA ORIENTAL

## Abstract

Stingless bees visit several plant species in search of floral resources for feeding and to maintain the colonies, thus they constantly present a generalist habit to maximize the collection of resources. This study aimed to identify the pollen spectrum of *Melipona flavolineata* and *M. fasciculata* and to analyze the amplitude of the trophic niche and similarity in the utilization of food resources in the Eastern Amazon. Samples of worker's corbicular loads were collected monthly in three colonies of each species, for one year (Sep / 2014 to Aug / 2015), in an area of Amazonian forest with periodically flooded fields. The Families most frequently present in the pollen spectrum of the two *Melipona* species were Arecaceae (22%), Fabaceae (18.5%), Myrtaceae (9.6%), Melastomataceae (8.4%) and Lecythidaceae. The most frequent species were: *Attalea speciosa*, *Mouriri acutiflora*, *Mimosa pudica*, *Rhynchospora cephalotes* and *Eschweilera ovata*. From the 82 pollen types identified, *M. flavolineata* collected 66 types, while *M. fasciculata* collected 58. A total of 43 plant species were shared by both bee species. The annual trophic niche amplitude was elevated, with  $H' = 3.41$  for *M. flavolineata* and 3.43 for *M. fasciculata*, as well as the uniformity in collection, 0.81 and 0.84. The two *Melipona* presented generalist foraging, collecting few plant species.

Keywords: *Melipona fasciculata*, *Melipona flavolineata*, niche overlap, stingless bees.

## Introdução

As interações estabelecidas entre abelhas e plantas são resultantes de um longo processo evolutivo, no qual os indivíduos desenvolveram relações diversas para sucesso reprodutivo e sobrevivência (Hrncir & Maia-Silva 2013). Estas relações mutualísticas geraram uma variedade de formas florais e estratégias fenológicas, fazendo com que os polinizadores criassem estratégias e mecanismos para maximizar a coleta de recursos (Roubik 1989, Goulson 1999, Hrncir & Maia-Silva 2013).

As abelhas são consideradas os principais agentes polinizadores em diferentes ambientes tropicais, em particular as abelhas sem ferrão, um grupo de abelhas

corbiculadas eussociais (Apidae) (Roubik 1979, Roubik 1989). A relação entre as abelhas sem ferrão e as Angiospermas está baseada em gratificações, tendo o pólen e o néctar como fontes alimentares essenciais para manutenção das colônias (Kerr et al. 1996). A sobrevivência de uma colônia, portanto, depende do sucesso no forrageamento para constante fornecimento e armazenamento de recursos (Hrncir & Maia-Silva 2013). A contínua demanda por alimento e compartilhamento inter e intraespecífico dos recursos existentes, resultaram em um hábito de coleta potencialmente generalista frequentemente apresentado por espécies do gênero *Melipona* (Marques-Souza 1996, Oliveira et al. 2009).

Para entender a dieta das abelhas sem ferrão e possíveis preferências por determinadas plantas é preciso diferenciar o nicho alimentar de cada espécie (Biesmeijer & Slaa 2006). Alguns estudos na região amazônica descrevem essas relações ecológicas estabelecidas entre abelhas sem ferrão e plantas utilizadas como fontes polínicas, dentre eles se destacam os de Rech & Absy (2011) que identificaram 78 tipos presentes no espectro polínico de 11 espécies de meliponíneos ao longo do Rio Negro. Ainda no Amazonas, Ferreira & Absy (2017) observaram as interações entre *Melipona (Michmelia) seminigra merrillae* Cockerell, 1919 e *M. (Melikerria) interrupta* Latreille, 1811, que usaram 70 plantas como fontes alimentar.

Na Amazônia Oriental Kerr et al. (1987) obtiveram uma listagem preliminar contendo 79 tipos polínicos coletados por *M. (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854. Posteriormente, Martins et al. (2011), Albuquerque et al. (2013), Barros et al. (2013) e Carvalho et al. (2016) analisaram as principais fontes polínicas presentes em amostras de pólen corbicular, méis e geopropolis, possibilitando o entendimento mais completo sobre o nicho alimentar utilizado por *M. fasciculata*. Contudo, os padrões gerais de coleta e compartilhamento de fontes florais de *M. fasciculata* com as demais espécies de

abelhas sem ferrão presentes na região ainda são desconhecidos. Desta forma, o presente estudo investigou as interações entre *M. fasciculata* e *M. (Michmelia) flavolineata* Friese, 1900 e as espécies vegetais utilizadas como fontes polínicas, analisando a sobreposição de nicho trófico e similaridade na partição dos recursos.

## **Materiais e Métodos**

### *Área de estudo*

A área de estudo se encontra no município de Bequimão – Maranhão (2°29'13.078"S, 44°51'35.229"O). O clima da região é caracterizado como tropical úmido, com dois períodos bem definidos: seco (agosto a dezembro) e chuvoso (janeiro a julho), com temperatura média anual de 27°C e índice pluviométrico variando de 1000 a 2100 mm (CPTEC 2017). O local de estudo está inserido no bioma floresta amazônica com influência de campos inundados durante o período chuvoso, conhecido como Baixada Maranhense.

A vegetação local possui floração abundante em todo o ano, com a presença de culturas e espécies vegetais nativas, dentre elas destacam-se: araçá (*Psidium guineense* Swartz.), acerola (*Malpighia glabra* L.), urucum (*Bixa orellana* L.), macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), ingá (*Inga cayennensis* Sagot ex Benth.), carambola (*Averrhoa carambola* L.); e espécies nativas, como: *Cariocar brasiliensis* Camb., *Platonia insignis* Mart., *Senna alata* (L.) Roxb, *Gustavia augusta* L, *Solanum juripeba* Rich, *Mimosa caesalpinifolia* Benth, *Myrcia eximia* DC e *Syzygium cumini* (L.) Skeels. Nas proximidades também são encontradas espécies aquáticas sazonais *Neptunia plena* (L.) Benth., *Eichornia azurea* (Sw.) Kunth e *Pontederia parviflora* Alexander; e algumas palmeiras presentes em grandes extensões: *Mauritia flexuosa* L., *Euterpe oleracea* Mart. e *Attalea speciosa* Mart.

O meliponário estudado era composto por aproximadamente 50 colônias contendo as espécies *M. fasciculata* e *M. flavolineata*. As colônias se encontravam próximas umas das outras com distância média de 30 cm, dispostas em duas prateleiras suportadas por vigas de madeira e protegidas do sol e chuva. Foram selecionadas três colônias fortes de cada espécie de *Melipona* para obtenção das amostras de pólen corbicular das operárias que retornavam às colônias com o recurso. Foram consideradas fortes as colônias que apresentavam cinco ou mais favos de cria com diâmetro superior a 10 cm, alimento estocado e constante postura de ovos pela rainha (Kerr et al. 1996).

As colônias foram observadas mensalmente, de setembro de 2014 a agosto de 2015, no período de 6:00 às 17:00. A entrada de cada ninho foi fechada por cinco minutos a cada hora de observação e as cargas polínicas corbiculares das primeiras cinco operárias foram extraídas e armazenadas individualmente em tubos de Eppendorff®.

#### *Análise de dados*

Em laboratório, as 570 amostras coletadas durante todo ano de amostragem foram submetidas ao método de acetólise de Erdtman (1960), no qual cada carga polínica foi considerada como uma unidade amostral, sendo transferida dos tubos de Eppendorff® para um tubo de ensaio, etiquetada e acetolisada. Em seguida, foram preparadas três réplicas de lâminas para cada unidade amostral. Posteriormente, as lâminas foram analisadas para identificação dos tipos polínicos coletados. A avaliação dos grãos de pólen foi baseada na contagem de pelo menos 500 grãos para cada amostra, agrupando em porcentagem mensal de cada tipo polínico. A análise de frequência mensal foi elaborada separadamente para cada espécie de *Melipona* estudada.

Após análise das lâminas, os tipos polínicos foram caracterizados como: pólen dominante (PD) - mais de 45% do total de grãos de pólen contados; pólen acessório (PA) - de 15 a 45%; pólen isolado (PI) - até 15%, subdividido em: pólen isolado importante (PIi): 3 a 15%; e Pólen isolado ocasional (PIo): menos de 3% (Barth 1989).

A identificação dos grãos de pólen foi realizada com base nas características morfológicas (polaridade, tamanho, forma, zonas de superfície e número de aberturas) por meio de comparação com a palinoteca de referência do Laboratório de Estudo sobre Abelhas da UFMA e literatura especializada (Roubik & Moreno 1991, Carreira *et al.* 1996). Para auxílio na identificação dos tipos polínicos, foram coletadas espécies vegetais floridas durante o mesmo período de coleta de pólen em um raio de um quilometro do meliponário. Essa distância foi delimitada por estar dentro do raio de ação médio das espécies de *Melipona* estudadas, considerando-se seu tamanho corporal (Araújo *et al.*, 2004). As plantas foram catalogadas e identificadas por pesquisadores do Herbário da Universidade Federal do Maranhão, UFMA e uma palinoteca referente a área de estudo foi elaborada usando as amostras coletadas.

A amplitude de nicho alimentar foi calculada por mês e por ano utilizando o índice de diversidade de Shannon (Shannon & Wiener 1949), os quais foram comparados pelo teste-*t* de Hutcheson (1970). Para análise da uniformidade na visitação das fontes florais disponíveis, foi aplicado o  ndice de equitabilidade de Pielou (1977), contabilizado por mês e por ano. Complementarmente, foi avaliada a similaridade de recurso coletado pelas duas espécies através do  ndice de Morisita, comparando a utiliza o dos tipos polínicos mensalmente e anualmente. Para esta e demais análises, foi utilizado o programa PAST (Hammer *et al.* 2001).

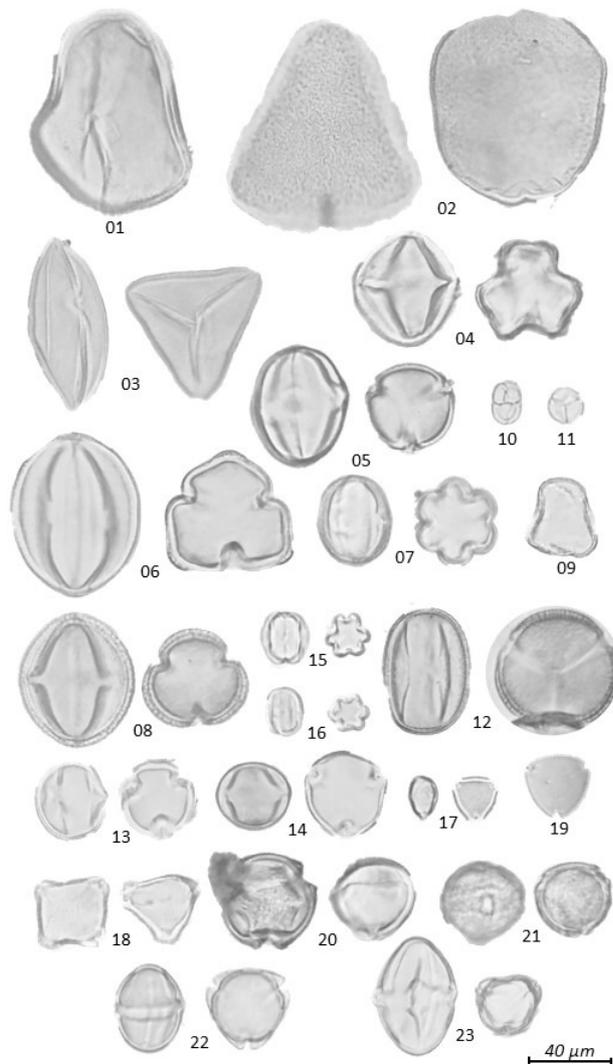
## **Resultados**

Um total de 82 tipos polínicos foram identificados nas cargas corbiculares das forrageiras de *M. fasciculata* e *M. flavolineata* (Tabela 1). Dentre as 31 famílias visitadas, Fabaceae (18 spp.), Myrtaceae (11 spp.), Arecaceae, Rubiaceae e Solanaceae (4 spp. cada) apresentaram maior número de espécies. As famílias de maior frequência de ocorrência nas amostras durante o ano foram Arecaceae (22%), Fabaceae (18,5%), Myrtaceae (9,6%), Melastomataceae (8,4%) e Lecythidaceae (6%). De forma geral, os tipos polínicos presentes em mais de 45% das amostras foram *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng., *Mouriri acutiflora* Naudin, *Rhynchospora cephalotes* (L.) Vahl e Tipo Bombacaceae 3.

As operárias de *M. flavolineata* utilizaram como fonte de recurso polínico 66 tipos, pertencentes a 25 famílias e 43 gêneros. As Famílias botânicas com maior número de tipos polínicos foram: Fabaceae (13), Myrtaceae (11) e Arecaceae (4). Os tipos mais frequentes durante o ano foram *A. speciosa* (presente em 20,2% das amostras de pólen de *M. flavolineata*), *M. acutiflora* (9,7%), *Astrocaryum vulgare* Mart. (4,9%), *Chamaecrista* sp.2 (3,8%) e *M. pudica* (3,4%). *Attalea speciosa* e *M. acutiflora* também foram os únicos tipos classificados como pólen dominante (PD), nos meses de março e julho respectivamente (Figura 1; Tabela 1).

Já para *M. fasciculata* o espectro polínico foi composto de 58 tipos, pertencentes a 29 famílias e 44 gêneros. Assim como *M. flavolineata*, as famílias de maior número de tipos polínicos foram Fabaceae (13), Myrtaceae (5) e Arecaceae (3), com acréscimo de Lecythidaceae e Solanaceae (com 3 tipos cada). Os tipos mais frequentes nas amostras foram *A. speciosa* (11,4%), *R. cephalotes* (9,4%), *Merremia* sp. (6,6%), *Senna georgica* H. S. Irwin & Barneby (6,4%) e *E. ovata* (6,1%). Os tipos polínicos que se apresentaram nas amostras em quantidade dominante (PD; Figura 1) foram *A. speciosa*

nos meses de novembro e maio, *R. cephalotes* em outubro e Tipo Bombacaceae 3 em agosto.



**Figura 1** - Tipos polínicos mais frequentes (dominantes e acessórios) coletados por *M. fasciculata* e *M. flavolineata* na Amazônia Oriental Maranhense [*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng. (01), *Astrocaryum vulgare* Mart. (02), *Cocos nucifera* L. (03), *Bixa orellana* L. (04), *Cochlospermum* sp. (05), Tipo Bombacaceae 3 (06), *Combretum lanceolatum* Pohl ex Eichler (07), *Merremia* sp. (08), *Rhynchospora cephalotes* (L.) Vahl (09), *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (10), *Mimosa pudica* L. (11), *Senna georgica* H.S. Irwin & Barneby (12), *Eschweilera ovalifolia* (DC.) Nied. (13), *Eschweilera ovata* (Cambess.) Mart. ex Miers (14), *Mouriri acutiflora* Naudin (15), *Mouriri guianensis* Aubl. (16), *Eugenia flavescens* DC. (17), *Syzygium cumini* (L.) Skeels (18), Tipo Myrtaceae (19), *Ouratea castaneifolia* (DC.) Engl. (20), *Spermacece* sp.2 (21), *Solanum jamaicense* Mill. (22) e *Solanum paniculatum* L. (23)].

**Tabela 1** – Classe de frequência dos tipos polínicos utilizados por *Melipona flavolineata* (A) e *Melipona fasciculata* (B) durante o período de setembro 2014 a agosto 2015, na Baixada Maranhense, Amazônia oriental.

Familia	Tipo polínico	Meses																							
		Set		Out		Nov		Dez		Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul		Ago	
		A*	T*	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T
Alismataceae	<i>Echinodorus paniculatus</i> Vent.													2,41	1,00										
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze				0,76																				
	<i>Mandevilla hirsuta</i> (A.Rich.) K.Schum.				3,00																				
Apocynaceae	<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.																								
Arecaceae	<i>Attalea butyracea</i> (Mutis ex L.f.) Wess.Boer			2,88																					
	<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	33,8	5,39	0,48	0,76	76,85	58,96	6,94		13,43			1,00	28,30	3,00	27,27	12,50		46,66				24,8	2,94	2,7
	<i>Cocos nucifera</i> L.	5,26		5,76	0,76															15,00				2,94	2,7
Asteraceae	<i>Chromolaena</i> sp.				0,76																				12,6
	Tipo Asteraceae			2,88																					
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.			5,78												18,18	4,16	25,00	6,66					2,94	
	<i>Cochlospermum</i> sp.																			15,00	42,30				
Bombacaceae	Tipo Bombacaceae 1			1,44																					
	Tipo Bombacaceae 2	2,33	7,19	5,76	7,52																				
	Tipo Bombacaceae 4												15,00	2,41			2,85							5,17	45,46
Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	0,58	3,59																						
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	1,16	0,60	2,40		1,85																			
Cleomaceae	<i>Tarenaya spinosa</i> (Jacq.) Raf.				3,76																				
	<i>Combretum lanceolatum</i> Pohl ex Eichler		1,19		0,76					2,00														2,94	1,34
Convolvulaceae	<i>Merremia</i> sp.	2,33	27,55	0,96			3,57																		36,36
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i> L.		0,60	0,48																					
Cyperaceae	<i>Cyperus sphaelatus</i> Rottb.				2,25																				
	<i>Rhynchospora cephalotes</i> (L.) Vahl			3,36	53,38																				
Dilleniaceae	<i>Tetracera willdenowiana</i> Steud.																4,16								
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i> L.			1,44																					
	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	0,58	1,19	0,96																					
Fabaceae	<i>Caesalpinia</i> sp.																							5,90	
	<i>Cassia</i> sp.		0,60	1,44																					
	<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench																							8,84	
	<i>Chamaecrista</i> sp.							2,77	13,96															2,94	
	<i>Chamaecrista</i> sp. 2								5,78					4,83											

Pólen dominante (PD) - mais de 45% do total de grãos de pólen contados; pólen acessório (PA) - de 15 a 45%; pólen isolado (PI) - até 15%, subdividido em: pólen isolado importante (PIi): 3 a 15%; e Pólen isolado ocasional (PIo): menos de 3%.

Cont...

Familia	Tipo polínico	Meses																							
		Set		Out		Nov		Dez		Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul		Ago	
		A*	T*	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T		
	<i>Inga</i> sp.	1,16	1,79																						
	<i>Macroptilium erythroloma</i> (Mart. ex Benth.) Urb.	1,16	7,79		4,52		3,57		4,47		7,50														
	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	2,92	1,19														6,68	35,00						25,86	
	<i>Mimosa pudica</i> L.	1,75	3,59	1,44		2,79								1,00	27,27	8,33	25,00			15,00	3,76	5,56	2,58		
	<i>Neptunia plena</i> (L.) Benth.																						8,82		
	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.				1,44																				
	<i>Senna georgica</i> H.S.Irwin & Barneby		14,99																					23,52	
	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby										7,50	4,83													
	<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S.Irwin & Barneby	1,75																							
	<i>Teramnus volubilis</i> Sw.			1,92		5,35							1,61												
	Tipo Leguminosae																							2,94	
	Tipo Papilionoideae								8,95																
	<i>Vicia</i> sp.	1,16		13,94																					
Gentianaceae	<i>Coutoubea spicata</i> Aubl.				1,50																				
Lamiaceae	<i>Hyptis</i> sp.	3,50																							
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovalifolia</i> (DC.) Nied.				2,25		4,16	26,93	4,00																
	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	1,75	11,38	4,50								37,50										3,70		5,17	18,18
	<i>Eschweilera pedicellata</i> (Rich.) S.A.Mori				13,88	14,28																			
Malpighiaceae	<i>Bysonima</i> sp.	5,24						1,00																	
	Tipo Malpighiaceae																							7,70	
Melastomataceae	<i>Mouriri acutiflora</i> Naudin																							62,96	11,76
	<i>Mouriri guianensis</i> Aubl.													9,9	25,00	25,00	26,67								
Myrtaceae	<i>Campomanesia</i> sp.		4,20				8,33	13,96																	
	<i>Eucalyptus angulosa</i> Schauer			3,36																					
	<i>Eugenia flavescens</i> DC.													18,19	4,16										
	<i>Myrceugenia</i> sp.	1,75		1,44		14,27																			
	<i>Myrcia cuprea</i> (O.Berg) Kiaersk.			0,48																					
	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.			1,00																			1,85		
	<i>Myrcia</i> sp.						41,66	29,78																	
	<i>Psidium guajava</i> L.	2,33		7,21																					

Pólen dominante (PD) - mais de 45% do total de grãos de pólen contados; pólen acessório (PA) - de 15 a 45%; pólen isolado (PI) - até 15%, subdividido em: pólen isolado importante (PIi): 3 a 15%; e Pólen isolado ocasional (PIo): menos de 3%.

Cont...

Familia	Tipo polínico	Meses																							
		Set		Out		Nov		Dez		Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul		Ago	
		A*	T*	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T
	<i>Psidium</i> sp.			5,28				4,21																	
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	1,75												16,93						1,00					
Ochnaceae	Tipo Myrtaceae <i>Ouratea fieldingiana</i> (Gardner) Engl.				4,51	0,92			16,66	6,85	1,49	6,66													
	<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.			0,96				15,27	7,52		13,34		7,50												
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.	14,61			4,51										2,41										
Pontederiaceae	<i>Pontederia rotundifolia</i> L.f.			1,9														25,00	13,33					1,85	
Rubiaceae	<i>Borreria alata</i> (Aubl.) DC.														9,68										
	<i>Borreria tenella</i> (Kunth) Cham. & Schltdl.		0,59																						
	<i>Spermacoce</i> sp.1		1,79	0,48																					2,94
	<i>Spermacoce</i> sp.2								16,41																
Salicaceae	<i>Casearia javitensis</i> Kunth	1,16		12,50																					
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.					0,92																			
	<i>Paullinia</i> aff. <i>bilobulata</i>	11,69	2,99																						
	<i>Paullinia pinnata</i> L.					2,79																			
Solanaceae	<i>Solanum jamaicense</i> Mill.	1,00											15,00	9,67	2,00										
	<i>Solanum paniculatum</i> L.							4,47	2,00					16,92	3,00		2,84				19,24				
	<i>Solanum</i> sp.			0,96																					
Turneraceae	Tipo Solanaceae <i>Turnera ulmifolia</i> L.		1,80			2,25																			
	Indeterminado I			1,48	2,25																				
	Indeterminado II																			1,00					
<b>Total de Tipos polínicos</b>		<b>23</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
<b>Shannon_H</b>		<b>2.391</b>	<b>2.382</b>	<b>2.957</b>	<b>1.907</b>	<b>0.8362</b>	<b>1.262</b>	<b>1.707</b>	<b>1.762</b>	<b>1.468</b>	<b>1.459</b>	<b>0</b>	<b>1.75</b>	<b>2.04</b>	<b>1.505</b>	<b>1.547</b>	<b>1.864</b>	<b>1.386</b>	<b>1.338</b>	<b>1.682</b>	<b>1.241</b>	<b>1.064</b>	<b>2.239</b>	<b>1.798</b>	<b>1.036</b>
<b>Equitabilidade_J</b>		<b>0.7626</b>	<b>0.795</b>	<b>0.8695</b>	<b>0.6596</b>	<b>0.4297</b>	<b>0.7046</b>	<b>0.821</b>	<b>0.9054</b>	<b>0.7542</b>	<b>0.9068</b>	<b>0</b>	<b>0.8993</b>	<b>0.8509</b>	<b>0.935</b>	<b>0.961</b>	<b>0.8966</b>	<b>1</b>	<b>0.8313</b>	<b>0.9386</b>	<b>0.8952</b>	<b>0.5941</b>	<b>0.8728</b>	<b>0.924</b>	<b>0.9432</b>
<b>Índice de Morisita</b>		<b>0.2306</b>	<b>0.1236</b>	<b>0.9402</b>	<b>0.7705</b>	<b>0.0344</b>	<b>0</b>	<b>0.7814</b>	<b>0.4732</b>	<b>0.4125</b>	<b>0.4163</b>	<b>0.3106</b>	<b>0.2541</b>												

Pólen dominante (PD) - mais de 45% do total de grãos de pólen contados; pólen acessório (PA) - de 15 a 45%; pólen isolado (PI) - até 15%, subdividido em: pólen isolado importante (PIi): 3 a 15%; e Pólen isolado ocasional (PIo): menos de 3%.

As duas espécies de *Melipona* apresentaram amplitude de nicho alimentar semelhantes quando analisamos o ano de amostragem como um todo ( $H' = 3.41$  para *M. flavolineata* e 3.43 para *M. fasciculata*; teste t de Hutchison  $t = 0,5624$ ,  $p = 0,05$ ). Na uniformidade da utilização dos tipos polínicos durante o ano foram observados,  $J' = 0.81$  para *M. flavolineata* e 0.84 para *M. fasciculata*.

A comparação entre os índices demonstrou que houve diferença significativa na visitação das plantas, sendo os meses secos (ago-dez) com maior número de tipos polínicos coletados do que no período chuvoso (jan-jul), assim como as maiores médias de amplitude de nicho ( $t = 0,1180$ ,  $p = 0,05$ ;  $H'$ -Tabela 1). A amplitude de nicho de *M. flavolineata* variou de 0.83 em novembro a 2.95 em outubro e para *M. fasciculata* de 1.24 em junho a 2.38 em setembro.

A coleta mensal de pólen demonstrou que *M. flavolineata* utilizou maior número de tipos polínicos durante o período chuvoso em comparação à *M. fasciculata* ( $t = 0,7535$ ,  $p = 0,05$ ; Tabela 1). As duas *Melipona* apresentaram comportamento distintos em cada mês, com *M. fasciculata* tendo um espectro polínico maior nos meses de fevereiro, abril e maio. No mês de fevereiro, provavelmente as forrageiras de *M. flavolineata* exploraram com maior frequência o néctar e a resina, e não coletaram pólen.

#### *Compartilhamento de fontes florais*

Participaram do espectro polínico exclusivo de *Melipona flavolineata* 23 tipos, com representantes das famílias Lamiaceae e Salicaceae coletados somente por esta espécie. Os tipos polínicos de uso exclusivo de *M. flavolineata* estiveram presentes em um ou dois meses de amostragem e, em sua maioria, ocorreram nas amostras em quantidade reduzidas como polens isolados (PI), com exceção de *Syzygium cumini* (L.) Skeels e *Spermacoce* sp.2 que foram consideradas pólen acessório (PA) (Tabela 1).

Para *M. fasciculata*, 16 tipos polínicos foram encontrados somente em suas amostras. As famílias Amaranthaceae, Apocynaceae, Cleomaceae, Dilleniaceae e Gentinaceae foram utilizadas como fonte de recurso exclusivamente desta espécie. Com exceção de *S. georgica* (PA em setembro e julho) e *Cocos nucifera* L. (PI em outubro de julho), os demais tipos polínicos exclusivos de uso de *M. fasciculata* estiveram presentes em apenas um mês, fazendo parte do espectro polínico como PI, assim como *C. nucifera*.

As duas espécies de *Melipona* compartilharam ao longo do ano de amostragem um total de 43 tipos polínicos (Tabela 1). O índice de Morisita indicou que 58% das plantas listadas foram utilizadas como fonte polínica compartilhadas pelas duas espécies. Os meses de maior similaridade de tipos polínicos coletados foram novembro (94%), dezembro (77%) e março (78%). Nos demais meses de observação, a similaridade de tipos não ultrapassou 50%, tendo menor média em janeiro e fevereiro, inferiores a 5% (Tabela 1).

## **Discussão**

### *Espectro polínico*

A diversidade de plantas fornecedoras de pólen presentes nas amostras das espécies de *Melipona* da Amazônia Oriental corroboram com a assertiva que os meliponíneos possuem hábito de forrageamento generalista (Marques-Souza 1996, Oliveira *et al.* 2009). Contudo, em uma análise mensal foi possível observar que as duas espécies de *Melipona* utilizaram em maior quantidade poucos tipos polínicos, como *A. speciosa*, *R. cephalotes* e Tipo Bombacaceae 3.

No presente estudo, participaram do espectro polínico de *M. fasciculata* 58 tipos. Na mesma região Carvalho *et al.* (2016) encontraram no carregamento corbicular de *M. fasciculata* um total de 55 tipos pertencentes a 20 famílias botânicas. Ainda na Baixada

Maranhense, Martins *et al.* (2011) observaram em amostras de méis de *M. fasciculata* 45 tipos polínicos de 22 famílias vegetais e Barros *et al.* (2013) identificaram 10 tipos de 8 famílias em amostras de geopropolis da mesma espécie de abelha. Desta forma, é possível observar que *M. fasciculata* apresentou um número maior de tipos polínicos provenientes da carga corbicular. Já para as amostras de mel estocado e da geopropolis houve um menor número de tipos compondo o espectro polínico, indicando que *M. fasciculata* provavelmente adota estratégias de forrageamento diferentes para coleta de cada recurso.

Na região de estudo, o espectro polínico de *M. flavolineata* foi composto de 66 tipos. Este amplo espectro pode indicar que essa espécie apresenta um comportamento generalista, assim como outros meliponíneos estudados em região amazônica (Oliveira *et al.* 2009, Rech & Absy 2011, Ferreira & Absy 2017). *Melipona compressipes manaosensis* Schwarz, 1932 visitou somente 30 plantas na Amazônia Central (Marques-Souza 1996). Da mesma forma que *Melipona fulva* Lepeletier, 1836, *Cephalotrigona femorata* (Smith, 1854), *Melipona seminigra merrillae* Cockerell, 1919 e *Trigona fulviventris* Guérin, 1844 coletaram, respectivamente 25, 34, 41 e 58 tipos polínicos em região amazônica (Oliveira *et al.* 2009). Apenas *Scaptotrigona fulvicutis* Moure 1964, visitou maior número de tipos que *M. flavolineata*, coletando em 97 espécies vegetais, principalmente das famílias botânicas Fabaceae, Myrtaceae e Sapindaceae (Marques-Souza *et al.* 2007), semelhante ao apresentado por *M. flavolineata* em floresta amazônica no Maranhão.

Assim como encontrado por Martins *et al.* (2011), Barros *et al.* (2013) e Carvalho *et al.* (2016) na mesma região do presente estudo, as famílias Arecaceae, Asteraceae, Bixaceae, Burceraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lecythidaceae, Malpighiaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Ochnaceae, Rubiaceae e Sapindaceae estiveram presentes no espectro polínico das espécies de *Melipona*. Os membros da família Arecaceae, como A.

*speciosa*, *Attalea butyracea* (Mutis ex L.f.) Wess.Boer, *A. vulgare* e *Cocos nucifera* L., visitados por *M. flavolineata* e *M. fasciculata*, são palmeiras típicas de floresta mista com influência de cursos d'água e formam agregações de indivíduos próximos as matas ciliares (Oliveira-Pereira & Rebêlo 2000). Tais palmeiras foram catalogadas anteriormente em amostras de méis e carregamento corbicular de *M. fasciculata* na região (Martins *et al.* 2011, Albuquerque *et al.* 2013) e presentes em 15,9% das amostras em Anajatuba como pólen acessório (Carvalho *et al.* 2016).

Durante o período chuvoso ocorre na região da Baixada Maranhense o extravasamento dos rios e os campos sofrem inundações, formando grandes lago temporários (Araújo *et al.* 2003), onde se estabelecem espécies das famílias Lecythidaceae e Pontederiaceae, típicas de áreas alagadas. Essas espécies são importantes fornecedoras de pólen e néctar para os meliponíneos (Martins *et al.* 2011, Albuquerque *et al.* 2013), sendo representadas no presente estudo pelas espécies *Eschweilera ovalifolia* (DC.) Nied., *E. ovata*, *Eschweilera pedicellata* (Rich.) S.A.Mori e *Pontederia rotundifolia* L.f., verificadas como pólen acessório para *M. fasciculata* e *M. flavolineata* durante o período chuvoso, assim como o encontrado por Martins *et al.* 2011 na mesma região.

Em áreas com menor influência hídrica as espécies vegetais dos gêneros *Mouriri* e *Inga*, presentes no espectro polínico das duas *Melipona* estudadas, são frequentes e abundantes (Araújo & Pinheiro 2011). Nestas áreas, os gêneros *Cyperus*, *Rhynchospora* e *Mimosa* formam pequenos campos herbáceos em ambientes de terra firme da Baixada Maranhense (Araújo & Pinheiro 2011). Desta forma as espécies vegetais *Mouriri guianensis* Aubl., *M. acutiflora*, *Mimosa caesalpiniifolia* Benth e *M. pudica* são comumente descritas em estudos como fonte polínica de *M. fasciculata* (Martins *et al.* 2011, Albuquerque *et al.* 2013, Carvalho *et al.* 2016). Já os tipos *R. cephalotes* e *Cyperus*

*sphacelatus* Rottb. foram incluídas no espectro polínico de *M. fasciculata* e *M. flavolineata* através do presente experimento.

Um maior número de tipos polínicos foi caracterizado como pólen isolados importantes e ocasionais (PII e PIIo) nas amostras das duas espécies de *Melipona*. Roubik (1988, 1989) relata que espécies do gênero coletam recursos em um grande número de plantas, contudo sem uniformidade, coletando pólen em fontes menos atraentes, quando necessário. Outra alternativa para explicar a presença dos tipos polínicos isolados, é a contaminação de forma acidental durante a coleta de outros recursos. No qual uma forrageira pode ter coletado néctar em uma flor e simultaneamente os grãos de pólen se aderiram ao seu corpo, ou ainda, pode ter ocorrido contaminação durante o voo, com grãos de pólen dispersos no ar (Thorp 2000). Tais alternativas podem justificar a presença do tipo *Eucalyptus angulosa* Schauer e outros tipos polínicos de espécies nectaríferas (Almeida *et al.* 2003).

#### *Sobreposição de nicho*

A variação no número de fontes polínicas encontradas na Amazônia Oriental pode estar relacionada a fatores externos a colônia, como fatores climáticos que interferem na fenologia e disponibilidade de plantas floridas ou geram condições adversas que prejudicam a atividade das forrageiras (Roubik 1989, Hilgert-Moreira *et al.* 2013). De forma geral as duas espécies de *Melipona* estudadas foram ativas em quase todo o ano, com exceção de *M. flavolineata* que não apresentou atividade de coleta de pólen no mês fevereiro, possivelmente coletaram somente néctar e barro. Provavelmente as colônias de *M. flavolineata* interromperam a coleta de pólen para atender necessidade dos outros recursos na colônia, comportamento já observado por Gostinski *et al.* (2017) para *M. fasciculata* na mesma área de estudo.

As espécies de *Melipona* apresentaram variações quantitativas na coleta de pólen, sendo setembro (para *M. fasciculata*) e outubro (*M. flavolineata*) os meses de maior amplitude de nicho, contudo a partição dos recursos polínicos nesses meses foi inferior a 25%. O que indicou que nos dois meses as espécies buscaram diferentes fontes florais, coletando principalmente em plantas de uso exclusivo de cada *Melipona*. A coleta de pólen em fontes florais diferentes é indicativa de uma maior quantidade de flores disponíveis, fator que comprova a hipótese de Kleinert *et al.* (2009) de que o forrageamento para coleta de pólen envolve preferências florais, de maneira que maximize a eficiência individual.

A maior similaridade e partição de fontes florais ocorreu no mês de novembro, com *Attalea speciosa* como a principal fonte de pólen compartilhada pelas duas *Melipona* nos meses de sua floração na região amazônica maranhense (Albuquerque *et al.* 2013).

Não houve um padrão estabelecido quanto a uniformidade na coleta do pólen, para *M. flavolineata* novembro foi o mês de menor uniformidade e também foi o de menor largura de nicho. Já para *M. fasciculata* julho foi o mês de menor uniformidade, com a segunda mais baixa média de amplitude de nicho, sendo a primeira em agosto. Em ambos os casos, a menor amplitude de nicho corroborou com a baixa uniformidade de coleta, o que contrapõe o observado por Cortopassi-Laurino & Ramalho (1988) que concluíram que o padrão de coleta de pólen por abelhas sem ferrão ocorre com a exploração de muitas fontes com baixa uniformidade.

Os valores de amplitude de nicho observados para *M. flavolineata* e *M. fasciculata* foram maiores que o encontrado para *Melipona obscurior* Moure, 1971 que variou de 0.41 a 1.74 em Mata Atlântica (Hilgert-Moreira *et al.* 2013) e para *Melipona marginata* Lepeletier, 1836 de 0.88 a 0.95 em Floresta Amazônica (Oliveira *et al.* 2009). Contudo se aproximaram ao apresentado por *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 de 1.33 a 2.16 em Mata Atlântica e 1.59 a 3.0 em Floresta Amazônica.

A sobreposição de nicho entre *M. flavolineata* e *M. fasciculata* de 58% pode ser associada a elevada amplitude no uso das espécies vegetais fornecedoras de pólen e baixa uniformidade de coleta apresentadas pelas espécies de *Melipona* durante um ano de observação. O número de tipos polínicos coletados pelas duas espécies pode indicar suas estratégias de forrageamento em resposta as variáveis ambientais, que possivelmente influenciaram na abundância e na diversidade de plantas floridas na área de estudo, gerando assim, a sobreposição de nicho observada entre as duas espécies .

A presença de *M. flavolineata* e *M. fasciculata* como visitantes florais durante todo o ano indica o importante papel dessas abelhas para a polinização e manutenção das espécies nativas e cultivadas na região amazônica maranhense, um ecossistema em risco pelo crescente desflorestamento no Estado (Bezerra 2002, Albuquerque *et al.* 2013). Desta forma, os resultados obtidos nesse estudo servem de subsídios para meliponicultura local e o reflorestamento empregando plantas nativas utilizadas como fontes florais para abelhas sem ferrão.

### **Agradecimento**

Agradecemos ao Sr. Antônio Augusto, pela permissão para trabalhar em seu meliponário e sua hospitalidade. À Dra Léa Maria Medeiros Carreira pelo auxílio na identificação dos tipos polínicos e ao Dr. Eduardo Bezerra de Almeida Jr. pela classificação das espécies vegetais coletadas. Este trabalho foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA (UNIVERSAL-00642/14 e BD-01713/14) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

### **Referencias**

- Albuquerque, P.M.C., Gostinski, L.F., Rêgo, M.M.C., Carreira, L.M.M. 2013. Flores e Abelhas: a interação da tíuba (*Melipona fasciculata*, Meliponini) com suas fontes florais na Baixada Maranhense. São Luís: Edufma: p. 163.
- Almeida, D., Marchini, L.C., Sodré, G.S., D'Ávila, M., Arruda, C.M.F. 2003. Plantas visitadas por abelhas e polinização. Piracicaba: ESALQ: p. 40.
- Antonini, Y., Costa, R. G., Martins, R. P. 2006. Floral preferences of a Neotropical stingless bee, *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Apidae: Meliponina) in an urban Forest fragment. Brazilian Journal of Biology, 66 (2A), 463-471.
- Araújo, E. D., Costa, M., Chaud-Netto, J., Fowler, H. G. 2004. Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): inference of flight range and possible ecological implications. Braz. J. Biol., 64(3B): 563-568.
- Araújo, N. A. & Pinheiro, C. U. B. 2011. Caracterização florística de unidades de paisagens e tipologias vegetacionais em áreas inundáveis da bacia hidrográfica do Rio Pindaré, região da Baixada Maranhense. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, 24(1), 33-50.
- Araújo, S.E., Souza, S.R., Fernandes, M.S. 2003. Morphological and molecular traits and accumulation of grain protein in rice varieties from Maranhão, Brazil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38, 1281-1288.
- Barrosa, M.H.M.R., Luz, C.F. da, Albuquerque, P.M.C. 2013. Pollen analysis of geopropolis of *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854 (Meliponini, Apidae, Hymenoptera) in areas of Restinga, Cerrado and flooded fields in the state of Maranhão, Brazil. Grana, 52(2), 81-92.
- Barth, O.M. 1989. O pólen no mel brasileiro. Rio de Janeiro: Luxor: p. 50.
- Batagelj, V. & Mrvar, A. 1998. Pajek – Program for Large Network Analysis. Connections, 21 (2), 47-57.
- Bezerra, M.D.B. 2002. Beekeeping, an essential activity to the household economy of the humid tropics. In: Moura, E.G. de (Org.) Agroenvironments of transition: from the humid tropics and semi-arid. p. 144-203. São Luís: UEMA:p. 300.
- Biesmeijer, J.C. & Slaa, E.J. 2006. The structure of eusocial bee assemblages in Brazil. Apidologie 37:240–258.
- Carreira, L.M.M., Silva, M.F., Lopes, J.R.C., Nascimento, L.A.S. 1996. Catálogo de Pólen das leguminosas da Amazônia Brasileira. 1ª ed. Belém: Museu Goeldi: p. 137.
- Carvalho, G.C.A., Ribeiro, M.H.M., Araújo, A.C.A.M., Barbosa, M.M., Oliveira, F.S.O., Albuquerque, P.M.C. 2016. Flora de importância polínica utilizada por *Melipona (melikerria) fasciculata* Smith, 1854 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) em uma área de floresta amazônica na região da Baixada Maranhense, Brasil. Oecologia Australis, 20(1), 58-68.
- Cortopassi-Laurino, M. & Ramalho, M. 1988. Pollen harvest by Africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo: botanical and ecological views. Apidologie, 19(1), 1–2.
- CPTEC. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. 2017. Clima Bequimão – Maranhão. From: [http://proclima.cptec.inpe.br/balanco\\_hidrico/balancohidrico.shtml](http://proclima.cptec.inpe.br/balanco_hidrico/balancohidrico.shtml)
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. Svensk Botanisk Tidskrift, 54(4), 561-564.
- Ferreira, M.G. & Absy, M.L. 2017. Pollen analysis of honeys of *Melipona (Michmelia) seminigra merrillae* and *Melipona (Melikerria) interrupta* (Hymenoptera: Apidae) bred in Central Amazon, Brazil, Grana, DOI: 10.1080/00173134.2016.1277259
- Gostinski, L.F., Albuquerque, P.M.C., Contrera, F.A.L. 2017. Effect of honey harvest on the activities of *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854 workers. Journal of Apicultural Research, DOI: 10.1080/00218839.2017.1329795
- Goulson D. 1999. Foraging strategies of insects for gathering nectar and pollen, and implications for plant ecology and evolution. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 2:185–209.
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. Paleontologia Eletrônica, 4 (1), 1-9.
- Hilgert-moreira, S.B., Nascher, C.A., Callegari-Jacques, S.M., Blochtein, B. 2013. Pollen resources and trophic niche breadth of *Apis mellifera* and *Melipona obscurior* (Hymenoptera, Apidae) in a subtropical climate in the Atlantic rain forest of southern Brazil. Apidologie, 45 (1), 129-141.
- Hrnčir, H. & Maia-Silva, C. 2013. On the Diversity of Foraging-Related Traits in Stingless Bees. In: Vit, P., Pedro, S.R.M., Roubik, D.W. (eds.) Pot-Honey: a legacy of stingless bees. New York: Springer.
- Hutcheson, K. 1970. A Test for Comparing Diversities Based on the Shannon Formula. *J. theor. Biol.*, 129, 151-154.
- Kerr, W.E. 1987. Biologia, Manejo e Genética de *Melipona compressipes fasciculata* Smith (Hymenoptera, Apoidea). Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão.

Kerr, W.E., Carvalho, G.A., Nascimento, V.A. 1996. Abelha Urucu: Biologia, Manejo e Conservação. Paracatu: Fundação Acangaú.

Kleinert, A.M.P., Ramalho, M., Cortopassi-Laurino, M., Ribeiro, M.F., Imperatriz-Fonseca, V.L. 2009. Abelhas sociais (Meliponini, Apini, Bombini). In: Panizzi, A.R., Parra, J.R.P. (eds.) Bioecologia e nutrição de insetos—Base para o manejo integrado de pragas, pp. 373–426. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.

Marques-Souza, A.C. 1996. Fontes de pólen exploradas por *Melipona compressipes manaosensis* (Apidae: Meliponinae), abelha da Amazônia Central. Acta Amazônica, 26(1/2): 77-86.

Marques-Souza, A.C., Absy, A.L., Kerr, W.E. 2007. Pollen harvest features of the Central Amazonian bee *Scaptotrigona fulvicutis* Moure 1964 (Apidae: Meliponinae), in Brazil. Acta bot. bras., 21(1), 11-20.

Martins, A.C.L., Rêgo, M.M.C., Carreira, L.M.M., Albuquerque, P.M.C. 2011. Espectro polínico de mel de tiúba (*Melipona fasciculata* Smith, 1854, Hymenoptera, Apidae). Acta amazônica, 41(2), 183 – 190.

Oliveira, F.P.M., Absy, M.L., Miranda, I.L. 2009. Recurso polínico coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus – Amazonas. Acta amazônica, 39(3), 505 – 518.

Oliveira-Pereira, Y.N. & Rebêlo, J.M.M. 2000. Species of *Anopheles* in Pinheiro municipality (Maranhão), endemic area of malária. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 33: 443-450.

Pielou, E. C. 1977. Mathematical ecology. New York: John Wiley: 385p.

Ramalho, M., Kleinert-Giovannini, A., Imperatriz-Fonseca, V. L. 1989. Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae, Meliponinae): floral preferences. Apidologie, 20 (3), 185-195.

Rech, A. R. & Absy, M. L. (2011) Pollen sources used by species of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) along the Rio Negro channel in Amazonas, Brazil, Grana, 50: 2, 150 — 161.

#### Referencias

Roubik, D. W., & Moreno, J. E. P. 1991. Pollen and Spores of Barro Colorado Island. 1ª ed. Saint Louis, MO: Monographs in Systematic Botany from Missouri Botanical Garden: p. 268.

Roubik, D.W. 1979. Nest and a colony characteristics of stingless bees from French Guiana (Hymenoptera: Apidae). J. Kans Entomol. Soc., 52, 443-470.

Roubik, D.W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press, New York.

Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949). The Mathematical Theory of Communication. Illinois: University of Illinois Press.

Sommeijer, M.J., Ryoo, G.A. de, Punt, W., Bruijn, L.L.M. de. 1983. A comparative study of foraging behavior and pollen resources of various stingless bees (Hym., Meliponinae) and honeybees (Hym., Apinae) in Trinidad, West-Indies. Apidologie, 14 (3), 205-22.

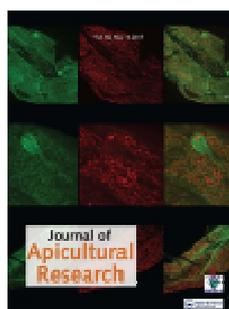
Thorp, R.W. 2000. The collection of pollen by bees. Plant Syst. Evol. 222, 211-223.

## 7. CAPÍTULO 3

---

**Effect of honey harvest on the activities of *Melipona (Melikerria) fasciculata*  
Smith, 1854 workers**

Manuscrito publicado na revista  
“*Journal of Apicultural Research*, 56:4,  
319 – 327, 2017”



## Journal of Apicultural Research

ISSN: 0021-8839 (Print) 2078-6913 (Online) Journal homepage: <http://www.tandfonline.com/loi/tjar20>

# Effect of honey harvest on the activities of *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854 workers

Luana Fontoura Gostinski , Patrícia Maia Correia de Albuquerque & Felipe Andrés León Contrera

To cite this article: Luana Fontoura Gostinski , Patrícia Maia Correia de Albuquerque & Felipe Andrés León Contrera (2017) Effect of honey harvest on the activities of *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854 workers, *Journal of Apicultural Research*, 56:4, 319-327, DOI: [10.1080/00218839.2017.1329795](https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1329795)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/00218839.2017.1329795>

 View supplementary material 

 Published online: 30 Jun 2017.

 Submit your article to this journal 

 Article views: 38

 View related articles 

 View Crossmark data 

 Citing articles: 1 View citing articles 

Full Terms & Conditions of access and use can be found at  
<http://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=tjar20>

**Effect of honey harvest on the activities of *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854 workers****Efecto de la cosecha de miel en las actividades de las obreras de *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854**

*Luana Fontoura Gostinski, Patrícia Maia Correia de Albuquerque & Felipe Andrés León Contrera*

Pages 319-327 | Received 26 Sep 2016, Accepted 03 Apr 2017, Published online: 30 Jun 2017

<http://dx.doi.org/10.1080/00218839.2017.1329795>

**Abstract**

The foraging behaviour of stingless bees is related to the availability of resources and the needs of the colony. Stingless bees have preferences for specific resources to maintain the nest that can change in response to natural or anthropogenic environmental stresses such as the honey harvest. To understand their behaviour after traditional honey harvest, six colonies of *Melipona fasciculata* were monitored during three different periods. Foraging standards and biometric parameters of the colonies determined during the period before honey harvest (PI) and 5 and 35 days after the honey harvest (PII and PIII, respectively). The amount of foraging activity significantly increased after the harvest with the colonies preferring nectar for food and mud or resin for rebuilding the colony. During PIII, foraging activity re-stabilised with the workers being less active, similar to that in PI, and revealed a trade-off between required resources over a short period. Most of the foraging bees were classified as specialists, and this did not vary in response to the harvest. The colonies responded defensively to honey extraction with more workers acting as guards after the harvest.

El comportamiento de pecoreo de las abejas sin aguijón está relacionado con la disponibilidad de recursos y las necesidades de la colonia. Las abejas sin aguijón tienen preferencia por recursos específicos para mantener el nido que pueden cambiar en respuesta a los estreses naturales o antropogénicos, como la cosecha de miel. Para entender su comportamiento después de la tradicional cosecha de miel, se monitorearon seis

colonias de *Melipona fasciculata* durante tres periodos diferentes. Los estándares de pecoreo y los parámetros biométricos de las colonias se determinaron durante el periodo anterior a la cosecha de miel (PI), y 5 y 35 días después de la recogida de miel (PII y PIII, respectivamente). La cantidad de la actividad de pecoreo aumentó significativamente después de la cosecha con las colonias prefiriendo néctar como comida y barro o resina para reconstruir la colonia. Durante el PIII, la actividad de pecoreo se re-estabilizó con las obreras siendo menos activas, de forma similar al P1, y se reveló un equilibrio entre los recursos requeridos durante un corto período de tiempo. La mayoría de las abejas pecoreadoras se clasificaron como especialistas, y esto no varió en respuesta a la cosecha. Las colonias respondieron defensivamente a la extracción de miel, con más obreras como guardianas después de la cosecha.

**Keywords:** beekeeping; food storage; honey harvest; honey pot; stingless bee

## **Introduction**

Stingless bees (Apidae, Meliponini) live in perennial colonies composed of hundreds (or thousands) of workers, a small number of males, and usually only one queen (Michener, 2013). The workers exhibit age polyethism in which there is an ontogenetic sequence of behaviours: the younger bees work in cell construction and brood care and the older bees receive and dehydrate nectar, protect the colony, and perform foraging activities (Sakagami, 1982). Stingless bee colonies need a large quantity of food for daily survival and so they store resources to use in periods of low resource availability (Hofstede and Sommeijer, 2006). For this reason, workers constantly collect nectar, pollen, and other materials for construction/maintenance of the nest, storing them in pots (Michener, 2013).

The effectiveness of resource collection can be modified by adjusting the pattern of foraging according to external or internal changes in the colony (Giannini, 1997; Hofstede and Sommeijer, 2006). For example, workers can relocate to exploit new resources, which can cause a change in the foraging behaviour of the entire colony. Studies with stingless bees have found a relationship between foraging behaviour, food availability, and state of the colony in which workers assume the role of specialist foragers or mixed foragers depending on which results in greater success of collection of a particular resource

(Biesmeijer and Tóth, 1998; Hofstede and Sommeijer, 2006; Sommeijer, Rooy, Punt and Bruijn, 1983).

The adaptive flexibility adopted by foragers in the absence of a resource has been observed by Kolmes and Sommeijer (1992) who submitted colonies of *Melipona* (*Melipona*) *favosa* (Fabricius, 1798) to wax deprivation. In response, the workers prioritised production of brood combs and reduced construction of the involucre, redistributing efforts between the tasks. Several rudimentary techniques of harvesting honey from stingless bee colonies can lead to a lack of resources for the bees due to the destruction of honey pots and death of the workers (Eardley and Kwapong, 2013). However, the response mechanisms for the recovery of food stocks through foraging activities are not well understood. In this context, foraging behaviour in response to stress caused by handling by beekeepers is still a relatively unexplored topic. As such, in this work we analysed the response mechanisms employed by *Melipona fasciculata* colonies, a widely used species for beekeeping in the eastern Brazilian Amazon (Alves, 2013; Venturieri et al, 2012) after a honey harvesting process.

## **Materials and methods**

### ***Study area***

The Environmental Preservation Area of the Maranhão lowlands covers vast fluviomarine and fluviolacustrine plains of extremely flat topography that form extensive areas of periodically flooded fields, mangroves, tidal plains, and estuarine channels (Bandeira, 2013). In addition, it is influenced by the Amazon rainforest from the west, forest palm grove from the south, and the cerrado from the east (Brazil, 1984). The regional climate is characterised as humid tropical with two well-defined seasons: dry (July-December) and rainy (January-June). The rainy season has an average annual temperature of 27 °C and a rainfall index ranging from 1600 to 2000 mm, and during this time fields are flooded (Maranhão, 2002).

The meliponary selected for the study was composed of approximately 50 colonies of *M. fasciculata* and other stingless bee species. It was located in the municipality of Bequimão (Maranhão) in the Amazon rainforest biome area and influenced by flooded fields (2°29'13.078"S, 44°51'35.229"W). The surrounding vegetation had abundant flowers blooming throughout the year, and several crops were present, including cultivated

*Psidium guineense* Swartz., *Malpighia glabra* L., *Bixa orellana* L., *Manihot esculenta* Crantz, *Phaseolus vulgaris* L., *Inga cayennensis* Sagot ex Benth., and *Averrhoa carambola* L., as well as many native species such as *Caryocar brasiliense* Camb., *Platonia insignis* Mart., *Senna alata* (L.) Roxb, *Gustavia augusta* L, *Solanum juripeba* Rich, *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth, *Myrcia eximia* DC, and *Syzygium cumini* (L.) Skeels. Nearby, seasonal aquatic species could also be found such as *Neptunia plena* (L.) Benth., *Eichornia azurea* (Sw.) Kunth, and *Pontederia parviflora* Alexander. Some palm trees were also present in large areas including *Mauritia flexuosa* L., *Euterpe oleracea* Mart., and *Attalea speciosa* Mart.

### **Honey harvest**

The rudimentary extraction method performed by a beekeeper was similar to that described by Kerr, Carvalho and Nascimento (1996) and consisted of drilling honey pots with some variations including the removal of all geopropolis, honey pots, and attached cerumen structures and the completion of the harvesting process by washing the whole colony with water and turning it upside-down to drain. These steps differ from other, more efficient, and hygienic methods proposed by Villas-Bôas (2012) and Venturieri (2008) that result in less disturbance to the colony and comprise honey suction procedures directly from pots by means of a small opening and the use of nests with divisions that allow honey extraction without damaging the rest of the colony. Therefore, the honey harvesting procedure used by the beekeeper was considered a traditional method, although rudimentary when compared to those mentioned above.

According to the beekeeper, the honey harvest was conducted as taught by his parents and ancestors. No interference (suggestions or criticisms) was made by the researchers to ensure the most traditional method was used and to prevent any suggestions being made that would influence the performance of the traditional method. Harvest of the *M. fasciculata* colonies was done during the period chosen by the beekeeper, October 2015, which was during the dry season.

The extraction of honey was performed in all the nests according to the following steps: (1) A colony was taken out from the meliponary and transported to an outdoor open area (approximately 5 meters away) where it was placed on a wooden bench 70 cm high. Inside the meliponary, a small box was left in the place where the extracted colony had been so that returning bees did not enter into other sister colonies. (2) The nest was opened with the help of a chisel; all geopropolis deposited in the upper margins of the nest to seal

it was removed and discarded. (3) The colony was tilted to approximately 45° and, with the aid of a pointed instrument, the honey pots were drilled so that the contents could be drained through an opening made in the bottom of the box (posterior to the nest entrance). (4) All of the liquid contents of the box were drained into an aluminium "pan" on the ground. The volume of the extracted honey of each colony was measured in mL. (5) The remaining structures of the nest (empty honey pots and other frames) were withdrawn, leaving only the brood combs and some pollen pots that had not been drilled in the process. (6) After the honey was drained, the beekeeper poured approximately 2 L of water into the nest and suspended it and shook it rapidly to remove any remaining honey and other residues. All the water was drained through the same posterior opening as used to extract the honey by tilting the nest. (7) The extracted honey was filtered three times through tissues of different wefts and thickness. It was then packaged in previously sanitised reused glass bottles with screw-on caps (Supplementary Material).

### ***Colony parameters, flight activity, and resource collection***

We selected six *M. fasciculata* colonies based on the timing of their last honey harvest. In three colonies (numbers 1, 2, and 3), honey extraction had last been performed 12 months before the start of the study, whereas in the other three (4, 5, and 6), extraction had been performed 4 months before (Figure 1).

Various activities were observed in each colony during three distinct periods for five days, each starting at 6.00 h and ending at 17.00 h. The first period (PI) was defined as the 5 d prior to honey extraction. During this period, activities were performed without any interference to the colony. The second period (PII) was defined as the first 5 d after the extraction of honey, and the third period (PIII) began 35 d after extraction. In PIII, the workers present are comprised primarily of a new group of individuals performing new activities due to the natural death of the foragers, which was accelerated from the moment they began leaving the nest (Gomes, Menezes and Contrera, 2015). At the end of each period, colony parameters (colony weight, number of brood combs, number of honey pots, and number of pollen pots) were recorded for subsequent analysis of stock resources before and after extraction (Figure 1).

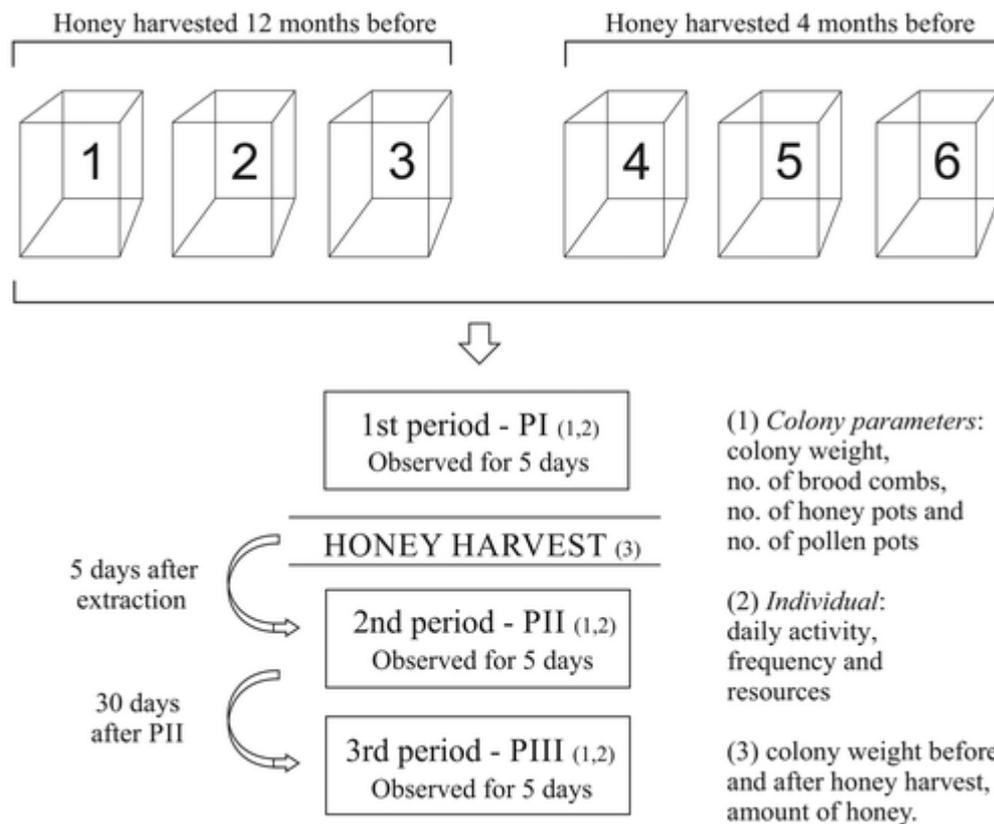


Figure 1. Workflow showing *Melipona fasciculata* colony parameters measured in 1st period (PI): the 5 d before extraction; 2nd period (PII): the 5 d after extraction; and 3rd period (PIII): a 5 d period beginning 35 d after extraction.

Ten randomly selected workers per nest were individually marked (with different colours) to observe their individual activity during the three specified periods. In order to not interfere in the dynamics of the workers, at the beginning of each period, ten workers leaving the colony to forage were selected. Workers with worn wings, indicating old age, were not chosen. Each colony was observed by a second observer for 10 min/h every hour each day. During these periods, the frequency with which foragers entered with resources or performed other activities, such as exiting with waste or guarding the colony entrance, was monitored. Based on their activities, the selected workers were classified as specialist foragers (collected one type of resource per day) or mixed foragers (collected more than one resource on the same day).

In parallel, we also analysed the unmarked workers entering and exiting the six colonies during each period. Each colony was observed individually for 5 min per period. We recorded the frequency of all bees that arrived with resources, such as pollen, nectar, resin, or mud, or that left with waste during the 5-d period.

### ***Data analysis***

To compare the frequency of resource collection, guarding, and cleaning activities (exiting with waste) between colonies and periods, we performed an analysis of variance (ANOVA) on the parametric data and a Kruskal-Wallis test on the nonparametric data. The tests were performed for each activity separately, and activity frequencies were combined.

## **Results**

### ***Colony parameters***

The six colonies exhibited different responses to honey harvesting. Regarding colony weight in the three periods (PI, PII, and PIII), colonies 3, 4, 5, and 6 experienced the greatest loss. Colony 3 was the only one that exceeded its initial weight before honey extraction (PI) after the 35 days (PIII), increasing by more than 1.8 kg, and it was the only colony that also had fewer honey pots during PI and better recovery in PIII (Table 1).

The amount of stored honey varied between colonies that had experienced honey extraction four versus 12 months before. In colonies recently submitted to honey extraction, we found a greater amount of honey (320 mL in colonies 4 and 6 and 500 mL in colony 5) and, therefore, more honey pots (24-38 units of honey pots; Table 1). However, colonies that were submitted to longer periods without extraction had fewer honey pots (2-10 units of honey pots) with 30 mL extracted from colony 3, 150 mL from colony 1, and 300 mL from colony 2.

During PII, no new honey pots were built. Only in PIII did we observe new operculated pots. Nests that were harvested four months before contained a greater number of pots, particularly in colony 6, which had more pots than it did before extraction (PI). Only colony 3 achieved the same response; the other colonies harvested 12 months before recovered exactly half the number of honey pots present in PI.

Regarding the pollen pots, there was a reduction in most of the colonies in PIII, except for colony 3, which tripled the number of operculated pots (Table 1). The number of brood combs remained constant in PI and PII, whereas the number of combs present during PIII in colonies 1, 3, 5, and 6 decreased by up to three combs per colony as opposed to colonies 2 and 4, each which built another comb (Table 1).

Table 1. Colony parameters of *M. fasciculata* colonies in the 1st period (PI): the 5 d before honey extraction; 2nd period (PII): the 5 d after extraction; and 3rd period (PIII): a 5 d period beginning 35 d after extraction.

Colony parameters	Periods		
	PI	PII	PIII
weight col.1 (kg)	9.4*/9.2**	9.2	9.2
weight col. 2(kg)	13.4*/12.8**	13.0	13.2
weight col. 3 (kg)	8.2*/7.0**	8.2	8.8
weight col.4 (kg)	11.2*/7.0**	7.2	8.0
weight col.5 (kg)	8.4*/7.5**	7.6	8.2
weight col. 6 (kg)	13.0*/8.0**	8.0	8.0
n° of honey pots col. 1	10	0	5
n° of honey pots col. 2	8	0	4
n° of honey pots col. 3	2	0	14
n° of honey pots col. 4	34	0	20
n° of honey pots col. 5	38	0	24
n° of honey pots col. 6	24	0	33
n° of pollen pots col. 1	1	1	0
n° of pollen pots col. 2	2	2	0
n° of pollen pots col. 3	1	1	3
n° of pollen pots col. 4	9	8	2
n° of pollen pots col. 5	6	5	1
n° of pollen pots col. 6	6	6	3
n° of brood combs col. 1	8	8	5
n° of brood combs col. 2	6	6	7
n° of brood combs col. 3	7	7	5
n° of brood combs col. 4	6	6	7
n° of brood combs col. 5	7	7	5
n° of brood combs col. 6	5	5	4

\* Weight of the colony before honey extraction;

\*\* Weight of the colony after honey extraction.

### ***Colony activity by time of day***

In the early hours of PI, there was intense activity that decreased until 10.00-11.00 h with a good amount of activity occurring until 14.00 h after which time it gradually decreased (Figure 2). During PII, the amount of activity overall significantly increased. Nevertheless, the pattern of activity was similar to that of PI with less activity occurring in the early hours of the day followed by a significant increase from 10.00 to 14.00 h and a decrease after that.

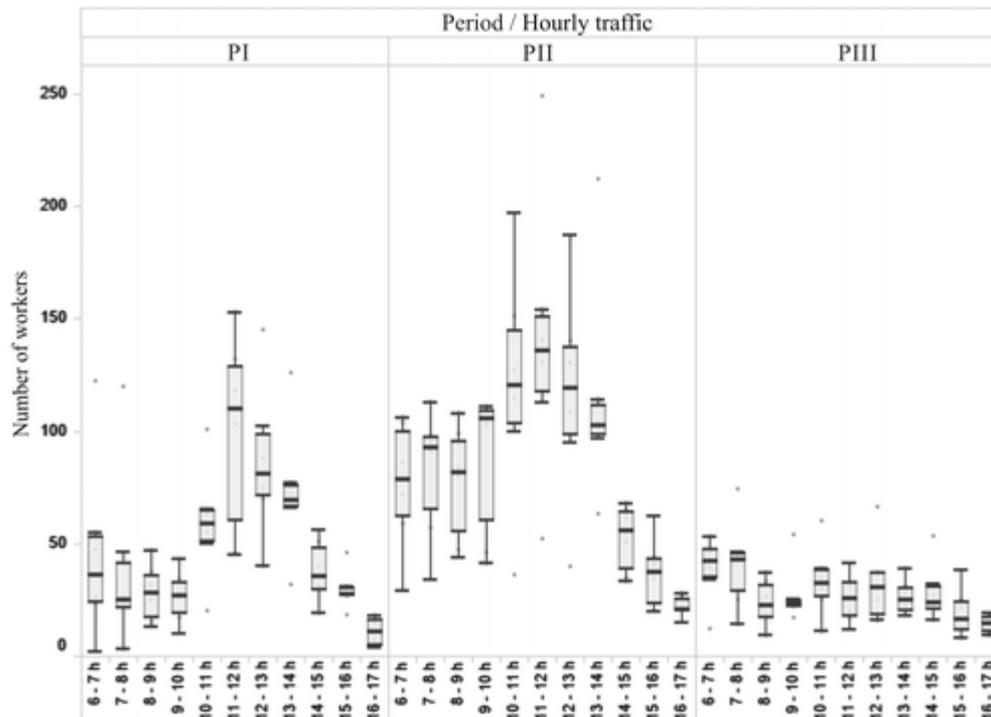


Figure 2. Total activity pattern of *Melipona fasciculata* resource collection and waste removal/cleaning by time of day before and after honey extraction. PI, 1st period: the 5 d before extraction; PII, 2nd period: the 5 d after extraction; and PIII, 3rd period: a 5 d period beginning 35 d after extraction.

Contrary to what was observed in PII, in PIII there was a significant reduction in the number of active workers. All colonies exhibited little activity at all hours of the day compared to the previous periods. Most activity was concentrated in the early morning with no other peak times (Figure 2). Colonies 3 and 6 exhibited distinct activity patterns during PIII in that colony 3 maintained the same activity level as in PI and PII, and in colony 6 there was a peak of activity from 14.00-15.00 h only. Both colonies experienced a reduction in the amount of activity in comparison with that in the other periods as in the other colonies.

### **Resource collection**

The colonies exhibited differences in the pattern of resource collection among the three periods. Nectar ( $F_{(3,1)} = 48$ ;  $p = 8.9$ ), resin ( $F_{(3,10)} = 17.45$ ;  $p = 4.25$ ), and mud ( $F_{(3,1)} = 48.68$ ;  $p = 6.49$ ) collection all differed among the periods. However, pollen collection ( $p = 0.4757$ ) and cleaning/waste removal ( $p = 0.0265$ ) did not differ between periods.

Nectar was the predominant resource collected in all three periods and was more frequently collected immediately after extraction (PII). All the colonies collected more mud in PII than the other periods except for colony 1, which collected more pollen; in all

other colonies, pollen was the second most collected resource (Figure 3). The pattern of resin collection was also higher in PII (Figure 3). Such behaviour was not followed by colonies 1 and 5. In colony 1, more resin was collected in PI with a gradual decrease in the following periods. In colony 5, the opposite occurred, and collection increased from the first to the third period. Colonies 2, 3, 4, and 6 collected greater quantities of mud and resin during PII, particularly colony 3, which had the largest number of individuals collecting these resources.

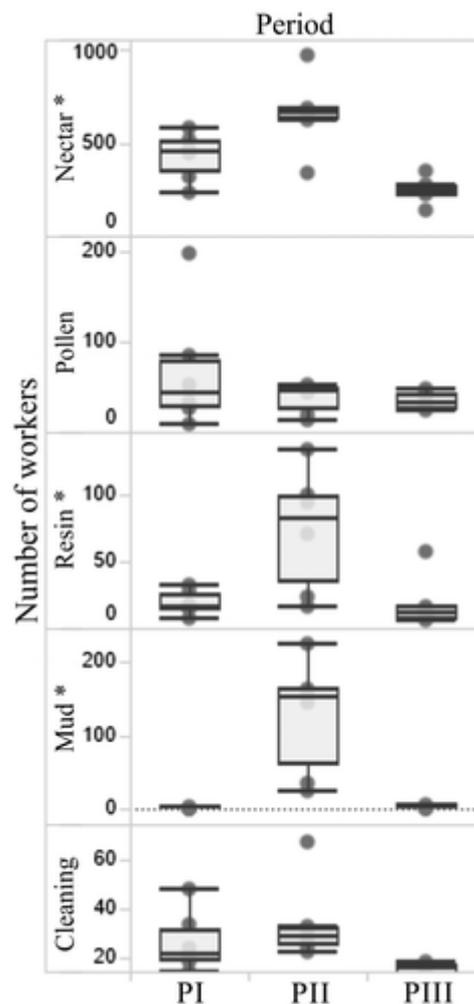


Figure 3. Pattern of *Melipona fasciculata* nectar, pollen, resin, and mud collection as well as removal of waste/cleaning by six colonies before and after honey extraction. PI, 1st period: the 5 d before extraction; PII, 2nd period: the 5 d after extraction; and PIII, 3rd period: a 5 d period beginning 35 d after extraction.

Pollen collection occurred during the three periods and was highest in PI ( $n = 406$ ). In the following periods, pollen collection remained constant (Figure 3). The exiting activity of removing waste for cleaning also occurred in all three periods but was reduced

in PIII and was almost non-existent in colony 6 (Figure 3). Neither activity differed among the periods ( $p > 0.05$ ).

### ***Frequency of foragers***

We detected some patterns in the frequency of activities performed by the individually marked bees during the different periods. Before the honey harvest (PI), nectar collection was the main flight activity of the colonies (65% of flights), cleaning the main activity of those leaving the colonies (18% of exits), and guarding the main activity of those inside the colonies (6.29%). After extraction (PII), the frequency of exiting to foraging activities increased ( $n_{PI} = 275$  and  $n_{PII} = 399$ ), and 35 days later (PIII), there was a large reduction in the number of exiting activities ( $n_{PIII} = 91$ ), and the most frequent activity was guarding the colony (51%). In contrast, the marked individuals in colonies 1 and 3 exhibited a higher frequency of flights during PI with a gradual reduction in the subsequent periods.

The marked bees exhibited distinct flight patterns with foragers specialising in the collection of nectar, pollen, and mud/resin in addition to the individuals that were only observed guarding (Table 2). Another group performed, to a lesser degree, resource collection with load variation, and these have been named mixed foragers. Bees that collected nectar, pollen, or mud/resin and also kept guard or cleaned the colony were considered specialist foragers that performed two activities (Table 2).

Over the three observation periods, most foragers were classified as specialists, carrying out only one activity. This fact became more evident during PIII, in which we observed that 88.6% of the marked bees were specialist foragers and only 11.4% of these foragers performed two activities ( $n = 4$ ). The first worker collected nectar only on three observation days, but on the last day collected nectar and mud. The second worker collected nectar and kept guard at alternate times on the same day. The third and fourth workers collected nectar and pollen and sometimes kept guard and even alternated between resource collecting and guarding on the same day.

Foragers participating in two activities during PI and PII also alternated what type of resource they collected. Some collected different resources during the same day, and others collected only one resource in a day and on the following day varied the resource collected or activity performed. During PI, about 30% of the foragers performed more than one activity; however, 17% were specialist foragers mainly alternating resource collection with guarding the colony. In PII, the number of foragers performing two activities was

similar to that of PI (27.5%) and those performing two activities and collecting only one resource decreased to 10% (Table 2).

Table 2. Number of *Melipona fasciculata* foragers collecting pollen, nectar, or mud/resin; guarding; and cleaning during the periods immediately before (PI) and 5 and 35 d after (PII and PIII, respectively) honey extraction.

<b>Activity</b>	<b>PI</b>	<b>PII</b>	<b>PIII</b>
<b>1 activity</b>	33 (70.2%)	42 (72.4%)	31 (88.6%)
pollen (P)	1	2	1
nectar (N)	29	34	19
mud/resin (M/R)	1	0	2
guarding (G)	2	6	9
<b>2 activities *</b>	11 (23.4%)	14 (24.1%)	2 (5.7%)
P + N	2	1	0
N + M/R	0	7	1
P + G	0	1	0
M/R + G	0	1	0
N + G	7	3	1
N + cleaning (C)	1	1	0
G + C	1	0	0
<b>3 activities *</b>	3 (6.4%)	2 (3.4%)	2 (5.7%)
N + P + M/R	1	2	0
N + P + G	0	0	2
N + P + C	2	0	0
<b>Specialist foragers</b>	39 (82.9%)	42 (72.4%)	23 (65.7%)
<b>Mixed foragers</b>	5 (10.6%)	10 (17.2%)	3 (8.6%)

\* Activities were performed at different times throughout the day, and the resources were collected during different flights.

## Discussion

Significant differences were detected in the foraging behaviour of *M. fasciculata* between the three periods studied. In the present work, *M. fasciculata* exhibited behavioural flexibility with redistribution of efforts in response to the stressful conditions induced by honey extraction. Similar results were obtained by Kolmes and Sommeijer (1992) in a study of *M. favosa*. However, in contrast to Kolmes and Sommeijer (1992), the *M. fasciculata* colonies prioritised foraging for resource recovery, collecting mud, resin, and nectar instead of building new brood combs.

The increase in the collection of resin and mud after the harvest likely occurred in response to the removal of geoproplis. This resource is used by stingless bees to build the

walls of the nest, and cerumen forms a solid and compact layer that helps in the prevention of water infiltration and invasions (Roubik, 2006). The associated increase in mud and resin collections is associated with the need to mix these materials for geopropolis elaboration produced by this genus of bees (Roubik, 2006). By PIII, 35 days after honey extraction, the collection of these resources stabilised returning to close to pre-extraction levels (PI) indicating rebuilding of the layers to protect the majority of the colonies. The increase in colony 3, the only one that recovered 1.8 kg between PI and PIII, was possibly due to the deposition of geopropolis.

Similar to the collection of resin and mud, nectar collection also increased after honey extraction, which was expected due to the recent extraction of all the honey provisions. This behaviour is common since the colony tends to prioritise the collection of a resource when there is an immediate need for it, and the collection of another resource can be paused until the balance between the amount of each resource is restored (Faquinello et al., 2013). We observed that pollen collection decreased after honey extraction since there was a greater need for nectar (a high caloric food) and of mud and resin (for rebuilding the colony). Consequently, the number of honey pots observed during PIII was greater than the number observed in PI in two of the colonies coinciding with the stabilisation of nectar collection. In the other colonies, there was a tendency to reach an equilibrium since we counted only operculated honey pots; however, we observed some pots under construction that, frequently, contained deposits of newly produced honey.

The amount of honey extracted from the *M. fasciculata* colonies was less than that found by Magalhães and Venturieri (2010) in the northeastern part of the state of Pará, which produce 3-4 L/colony·year. It has been shown that honey production is strongly related to the number of honey pots (Faquinello et al., 2013), a fact that was evident in this study before extraction (PI) since the colonies that had experienced a longer interval since the last harvest had fewer honey pots and thus resulted in less honey being extracted. As for the recently managed colonies, they had a similar number of honey pots in PI to those of *M. quadrifasciata anthidioides* Lepeletier 1836 investigated by Oliveira et al. (2015), which had an average of 30 honey pots/colony.

The interval between honey harvests influenced the biometric parameters of the colonies. Those colonies submitted to recent extraction recovered better in terms of the number of honey pots. It is possible that the removal of food stocks influenced the behaviour of the workers, acting as a stimulus for the continued search of resources and restoration of balance in the colony. As such, the amount of honey produced depended not

only on the availability of resources, as found by Faquinello et al. (2013), but also on the need of the colony to maintain balance between the vital resources required for its maintenance.

Finally, the results indicate that the colonies did not demonstrate a strategy of population growth via the formation of new brood combs; only two colonies produced new disks, and they were small. In the other colonies, there was a decrease in the number of brood combs indicating that a new generation of workers had emerged. According to Fonseca and Kerr (2006), an increase in the number of brood combs induces a need for pollen collection; however, this response was not observed in this work as only one colony increased the number of pollen pots, and it did not follow the same pattern with construction of new brood combs. Faquinello et al. (2013) found no correlation between the number of pollen pots and the number of brood combs in *M. quadrifasciata anthidioides*, corroborating what we observed in *M. fasciculata*.

### ***Daily foraging activity***

The foraging pattern of *M. fasciculata* in PI and PII indicated greater activity in the hottest hours of the day coinciding with the largest number of workers returning to the colony with nectar as load. This result corroborates the findings of Roubik and Buchmann (1984) in a study of four species of *Melipona* in tropical forest in which all species showed a preference for nectar collection from 10.00 to 13.00 h, the period when nectar may have a higher concentration of sugar (Roubik et al., 1995).

After honey extraction, flight activity increased indicating that the recently managed colonies had more workers foraging than before the extraction (PI). The opposite was observed by Biesmeijer, Born, Lukács and Sommeijer (1999) in a study in which pollen deficiency was induced in colonies of *Melipona (Melikerria) beecheii* Bennett, 1831. The result of this was that the workers allocated a larger number of foragers to meet the need for pollen, but there was no increase in the total activity of the colony.

The preference for nectar collection was maintained in PIII, but foraging activity was consistent at all hours of the day. Even with the reduction in activity, there was no difference in the periods before and after extraction indicating that foraging activity restabilised in the majority of the *M. fasciculata* colonies. This preference for nectar collection was independent of the stress caused by honey extraction. In other species of *Melipona*, nectar collection as the main source of food was constant during daily flights

(Brujn and Sommeijer, 1997; Hilário, Imperatriz-Fonseca and Kleinert, 2000; Pierrot and Schlindwein, 2003).

The behaviour of the marked foragers did not vary in response to honey extraction. Overall, most of the bees were characterised as specialist foragers with slightly more specialists present before honey extraction and gradually decreasing in the subsequent periods. However, these numbers are still in accordance with the averages determined for *M. beecheii* (Biesmeijer and Tóth, 1998) and *M. favosa* (Sommeijer, Rooy, Punt and Bruijn, 1983) with about 70% of the foragers collecting only one resource per day. Foragers that collected more than one resource on the same day mostly collected pollen early in the morning and nectar later similar to the behavioural patterns of other *Melipona* species as observed by Roubik and Buchmann (1984). The only activity that differed between the marked workers was guarding the colony, which increased after extraction (PII and PIII). Such behaviour can be due to recent honey extraction after which time the colony may enact a defensive response correlated to induced stress in addition to the increase in the total activity of the colonies (Wray, Mattila and Seeley, 2011).

The present work provides information on the adaptive flexibility of *M. fasciculata* in response to honey extraction. The management action did not influence the production of honey by the colonies; it did, however, influence the activity of the foragers, which was allocated in greater number to the collection of certain resources needed for the colony at different times. Shorter intervals between honey extractions were shown to act as a strong stimulus on the workers to perform food replacement activities and, consequently, contribute to the rapid stabilisation of colony activities.

Colony disturbance, either by deprivation of pollen, resin or stored honey, as well as by predator or parasite attack, causes an adaptive response. This response may be observed as a rapid stabilization of all activities performed in *M. fasciculata* colonies after harvesting. This species is commonly used in meliponiculture in the region (Alves, 2013; Venturieri et al., 2012) in the same way *M. beecheii* is used in Mexico (Villanueva-G, Roubik and Colli-Ucan, 2005). Both species have been managed for a long time, and the honey harvest methods used on them remain similar to those taught generation to generation without formal instruction (Alves, 2013; Villanueva-G, Roubik and Colli-Ucan, 2005). These traditional honey harvest methods, along with the expansion of *Apis mellifera* breeding and environmental devastation, have caused a gradual loss of *M. beecheii* colonies in the Yucatán peninsula (Villanueva-G, Roubik and Colli-Ucan, 2005).

The traditional honey harvest method observed in this study might be considered rustic, due to the existence of other less invasive or destructive procedures as described by Venturieri (2008), Leão et al. (2016), and Villas-Bôas (2012). Jaffé et al. (2015) found that beekeepers collecting honey by “flipping the nest”, which is the method evaluated in this work, increased the mortality rate of workers and made the colony more susceptible to phorid flies. Beekeepers using more hygienic techniques, which imply shorter exposures of honey to the environment and employ a syringe or pump to collect it, reduce the number of honey pots ruptured and preserve the remaining structures of the colony, thus resulting in fewer colony losses (Villas-Bôas, 2012; Jaffé et al., 2015).

Our results provide information on how *M. fasciculata* workers recover after an artificial disturbance caused by honey harvest. These systems are still largely unexplored in Brazil where there is a large amount of variation in the management practices of stingless bees including honey harvest methods and the use of appropriate nest types for each species and for honey storage (Villas-Bôas, 2012; Leão et al., 2016). We observed that many beekeepers are still resistant to the introduction of new management techniques, and we believe that the creation and consolidation of state cooperatives might unify efforts for the development and optimization of regional meliponiculture creating extension programmes to improve management methods.

Future experimental work might further test the patterns observed herein, analysing the response of stingless bees to different harvest methods or adaptations of the colony to the different hives. This would, therefore generate information about efficient honey harvesting methods that are less harmful to stingless bees.

### **Disclosure statement**

No potential conflict of interest was reported by the authors.

### **Funding**

This work was supported by Research and Scientific Development Foundation of Maranhão (Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA) [grant number UNIVERSAL-00642/14], [grant number BEPP-01245/15], [grant number BD-01713/14].

## Acknowledgements

We would like to acknowledge Mr Antônio Augusto for letting us use the meliponary for this research and for his hospitality.

## References

Alves, R.M.O. (2013). Production and Marketing of Pot-Honey. In Vit, P., Pedro, S.R.M., Roubik, D.W. (Eds.) Pot- Honey: A legacy of stingless bees. Springer.

Bandeira, I. C. N. (org.). (2013). Geodiversidade do estado do Maranhão. CPRM: Teresina. 294 p

Biesmeijer J.C., Toth E. (1998). Individual foraging, activity level and longevity in the stingless bee *Melipona beecheii* in Costa Rica (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Insectes Sociaux*, 45, 427-443.

Biesmeijer, J. C., Born, M., Lukács, S., Sommeijer, M. J. (1999). The response of the stingless bee *Melipona beecheii* to experimental pollen stress, worker loss and different levels of information input. *Journal of Apicultural Research*, Cardiff, 38, 33-41.

Brasil. (1984). Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Diagnostico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão. São Luis, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Turismo do Maranhão, SEMATUR.

Brujn, L. L. M., Sommeijer, M. J. (1997). Colony foraging in different species of stingless bees (Apidae, Meliponinae) and the regulation of individual nectar foraging. *Insectes sociaux*, Leuven, 44, 35-47.

Eardley,C., Kwapong,P. (2013). Taxonomy as a Tool for Conservation of African Stingless Bees and Their Honey In: Vit, P., Pedro, S.R.M., Roubik, D.W. (Eds.), Pot-honey: a legacy of stingless bees (pp. 3-17). New York: Springer, 175 p.

Faquinello, P., Brito, B. B. P., Carvalho, C. A. L., Paula-Leite, M. C., Alves, R. M. O. (2013). Correlação entre parâmetros biométricos e produtivos em colônias de *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae). *Ciênc. anim. bras.*, 14, 312-317.

Fonseca, V. M. O., Kerr, W. E. (2006). Influência da troca de rainhas entre colônias de abelhas africanizadas na produção de pólen. *Bioscience Journal*, 22, 107118.

Giannini, K.M. (1997) Labor Division in *Melipona compressipes fasciculata* Smith (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae). An. Soc. Entomol. Brasil, 26,1, 153-162.

Gomes, R.L.C., Menezes, C., Contrera, F.A.L. (2015). Worker longevity in an Amazonian *Melipona* (Apidae, Meliponini) species: effects of season and age at foraging onset. Apidologie, 46, p. 133-143.

Hilário, S. D., Imperatriz-Fonseca, V. L., Kleinert, A. M. P. (2000). Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, 60, 299-306.

Hofstede, E., Sommeijer, M.J. (2006). Effect of food availability on individual foraging specialisation in the stingless bee *Plebeia tobagoensis* (Hymenoptera, Meliponini). Apidologie, Springer Verlag, 37,3, 387-397.

Jaffé, R., Pope, N., Carvalho, A.T., Maia, U.M., Blochtein, B., de Carvalho, C.A.L., Carvalho-Zilse, G.A., Freitas, B.M., Menezes, C., Ribeiro, M.F., Venturieri, G.C., Umperatriz-Fonseca, V.L. (2015) Bees for Development: Brazilian Survey Reveals How to Optimize Stingless Beekeeping. PLoS ONE, 10, 3. e0121157.

Kerr, W. E., Carvalho, G. A., Nascimento, V. A. (Org.). (1996). Abelha Urucu: Biologia, Manejo e Conservação. Paracatu: Fundação Acangaú.

Kolmes, S.A., Sommeijer, M.J. (1992) Ergonomics in stingless bees: changes in intranidal behavior after partial removal of storage pots and honey in *Melipona favosa* (Hym. Apidae, Meliponinae). Insectes Sociaux. 39, 215-232.

Leão, K.L., Queiroz, A.C.M., Veiga, J.C., Contrera, F.A.L., Venturieri, G.C. (2016). Colony development and management of the stingless bee *Scaptotrigona aff. postica* (Apidae: Meliponini) using different hive models. Sociobiology, 63,4, 1038-1045.

Magalhães, T. L., Venturieri, G. C. (2010). Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (Apidae: Meliponini) no Nordeste Paraense. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 36p.

Maranhão. (2002). Atlas do Maranhão: Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Laboratório de Geoprocessamento - UEMA. São Luís: GEPLAN, 44p.

Michener, C.D. (2013). The Meliponini. In: Vit, P., Pedro, S.R.M., Roubik, D.W. (Eds.), Pot-honey: a legacy of stingless bees (pp. 3-17). New York: Springer, 175 p.

Oliveira, K. N., Paula-Leite, M. C., Faquinello, P., Carvalho, C. A. L., Lino-Lourenço, D. A., Sampaio, R. B., Santos, E. B. (2015). Parâmetros genéticos para características

produtivas e biométricas em abelha *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 67, 819-826.

Pierrot, L. M.; Schlindwein, C. (2003). Variation in dialy flight activity and foraging patterns in colonies of uruçú – *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). Revista Brasileira de Zoologia, 20, 565-571.

Roubik, D.W. (2006). Stingless bee nesting biology. Apidologie, 37, 124–143.

Roubik, D. W., Buchmann, S. L. (1984). Nectar selection by *Melipona* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and the ecology of nectar intake by bee colonies in a tropical forest. Oecologia, 61, 1-10.

Roubik, D. W., Yanega, D., Aluja, M.S., Buchmann, S.L., Inouye, D.W. (1995). On optimal nectar foraging by some tropical bees (Hymenoptera: Apidae). Apidologie, 26, 197-211

Sakagami, S. F. (1982). Stingless bees, p. 361 423. In H. R. Hermann (ed.). Social insects. Academic Press, NewYork, 459p.

Sommeijer, M. J., Rooy, G. A., Punt, W., Bruijn, L.L.M. (1983). A comparative study of foraging behaviour and pollen resources of various stingless bees (Hym., Meliponinae) and honey bees (Hym., Apinae) in Trinidad, West-Indies. Apidologie, 14, 205–224.

Venturieri, G.C. (2008). Contribuições para a criação racional de Meliponíneos Amazônicos. Belém: Embrapa Amazônia Oriental.

Venturieri, G.C., Alves, D.A., Villas-Bôas, J.K., Carvalho, C.A.L., Menezes, C., Vollet-Neto, A., Contrera, F.A.L., Cortopassi-Laurino, M., Nogueira-Neto, P., Imperatriz-Fonseca, V.L. (2012). Meliponicultura no Brasil: situação atual e perspectivas futuras para o uso na polinização agrícola. In: Polinizadores no Brasil - contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: EDUSP, p.213-236.

Villas-Bôas, J. (2012) Manual Tecnológico Mel de Abelhas sem Ferrão. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza. 96 p.

Villanueva-G, R., Roubik, D.W., Colli-Ucan, W. (2005) Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatán peninsula. Bee World, 86, 2, 35-41.

Wray, M. K., Mattila, H. R., Seeley, T. D. (2011). “Collective Personalities in Honeybee Colonies Are Linked to Colony Fitness.” Animal Behaviour, 81, 559–568.

## Online Supplementary Material

### Effect of honey harvest on the activities of *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854 workers

Luana Fontoura Gostinski<sup>a\*</sup>, Patrícia Maia Correia de Albuquerque<sup>a,b</sup> and Felipe Andrés León Contrera<sup>c</sup>

<sup>a</sup>*Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil.*

<sup>b</sup>*Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil.*

<sup>c</sup>*Laboratório de Biologia e Ecologia de Abelhas, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.*

(Received 26 September 2016, accepted 3 April 2017)

\*Corresponding author: Email: [lufontoura@gmail.com](mailto:lufontoura@gmail.com)

#### *Honey harvest method*



- (1) The colony was opened using a chisel and positioned on a bench outside the meliponary.
- (2) All deposited propolis was removed and discarded.
- (3) The colony was tilted and, with the aid of a pointed instrument, the honey pots were drilled.
- (4 and 5) The liquid in the box was drained into an aluminum pan on the ground.
- (6) The structures remaining in the colony (empty honey pots and other frames) were removed.
- (7) After the honey was fully drained, the beekeeper poured approximately 2 l water inside the colony, suspended it, and stirred it rapidly to remove any remaining honey and other residues.
- (8) The water was drained by tilting the nest and letting it drain through the same posterior opening from which the honey was drained.
- (9 and 10) The extracted honey was filtered with tissues of different wefts and thickness and packaged in reused glass bottles.

## 8. LISTA DE PRODUÇÕES

---

Os artigos e livro abaixo listados são resultantes de disciplinas e experimentos desenvolvidos com vínculo ao Programa Bionorte.

<sup>1</sup>GOSTINSKI, L. F. (Org.) **Estudos em Biotecnologia e Inovação Tecnológica: subsídios para o desenvolvimento sustentável**. 1. ed. Saarbrücken - Germany: Novas Edições Acadêmicas, 94p.2014.

<sup>2</sup> VILANOVA, C. M.; GOSTINSKI, L. F. Estudo de caso em Biotecnologia: mapa tecnológico dos subprodutos odontológicos de *Ziziphus joazeiro* Mart. In: GOSTINSKI, L. F. (Org.). **Estudos em Biotecnologia e Inovação Tecnológica**. 1ed.Saarbrücken - Germany: Novas Edições Acadêmicas, p. 52-68, 2014.

<sup>3</sup> FIRMO, W.; COSTA, H.; MENDES, H.; GOSTINSKI, L.; DIAS, I.; SABBADINI, P.; NUNES, G. Antibacterial activity of medicinal plants: an exploration technology. **GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias**, 4,2014.

<sup>4</sup> MENDES, H.B.; FIRMO, W.C.A.; COSTA, H.D.; GOSTINSKI, L. F.; CRUZ, G.B.V.; DIAS, I. C. L.; MONTEIRO-NETO, V. Prospecção Tecnológica sobre Probióticos oriundos de Microrganismos Presentes no Leite Humano. **Cadernos de Prospecção**, v. 08, p. 479-494,2015.

<sup>5</sup> CRUZ, G.B.V.; MONTEIRO-NETO, V.; FIRMO, W.C. A.; COSTA, H.D.; MENDES, H.B.R.; GOSTINSKI, L. F.; NUNES, G. S. Prospecção tecnológica de micro-organismos probióticos com atividade imunomoduladora. **Cadernos de Prospecção**, v. 08, p. 684-690,2015.

<sup>6</sup>GOSTINSKI, L.F.; COSTA, H.D.; FIRMO, W.C.A.; CRUZ, G.B.V.; ALBUQUERQUE, P.M.C. Prospecção Tecnológica: O Uso de Dispositivos de Georreferenciamento para Análise da Distribuição e Comportamento de Abelhas Sociais. **Cadernos de Prospecção**, v.09, n. 1, p. 63-69,2016.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variáveis ambientais podem interferir nas atividades de forrageamento das operárias de *Melipona flavolineata* e *M. fasciculata*. A temperatura, umidade relativa e pluviosidade influenciaram diretamente no forrageamento das operárias e nos padrões observados internamente às colônias.

As espécies de *Melipona* apresentaram uma tendência à coleta de pólen durante as maiores médias de umidade relativa e menores temperaturas, e o inverso foi observado na coleta de néctar.

Os principais recursos polínicos utilizados por *Melipona flavolineata* e *M. fasciculata* são pertencentes às famílias: Arecaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Melastomataceae e Lecythidaceae. Com maior frequência das espécies *Attalea speciosa*, *Mouriri acutiflora*, *Mimosa pudica*, *Rhynchospora cephalotes* e *Eschweilera ovata*.

A partição de recursos polínicos utilizados pelas duas *Melipona* na região foi elevada, assim como a amplitude de nicho apresentado por cada espécie, evidenciando o hábito generalista na coleta de alimentos pelas duas espécies.

A colheita de mel tradicionalmente efetuada na Baixada Maranhense demonstrou afetar intensamente a atividade de voo das operárias e determinar o padrão de forrageio, priorizando a coleta de néctar, resina e barro após extração do estoque.

O método de colheita de mel observado na região de estudo pode ser caracterizado como uma técnica ainda rústica, sem critérios sanitários adequados, além de gerar maior parcela de mortalidade de operárias e deixar a colônia mais susceptível a predadores.

Os resultados obtidos nesta pesquisa podem fornecer informações para o desenvolvimento de métodos mais adequados para o manejo das espécies de abelha sem ferrão em região amazônica, correlacionando o padrão de forrageamento de cada espécie em relação as mudanças climáticas ambientais e em resposta as atividades de colheita do mel.

Acreditamos que a criação e consolidação de cooperativas estaduais poderiam unificar esforços para desenvolvimento e otimização da meliponicultura regional, criando programas de extensão para aperfeiçoamento dos métodos de manejo.



**ANEXOS**

---

## **Anexo 1 – Normas Revista Entomotropica (Capítulo 1).**

### **Directrices para autores/as**

#### **INSTRUCCIONES A LOS AUTORES**

ENTOMOTROPICA es una publicación electrónica, seriada, de carácter científico, de la Sociedad Venezolana de Entomología; que publica trabajos relacionados con la fauna entomológica neotropical, siguiendo un concepto amplio de entomología que incluye Parainsecta (Collembola, etc.), pero también arácnidos y miriápodos. Todos los manuscritos serán arbitrados por especialistas en el área, quienes sugerirán al Comité Editorial (CE) la pertinencia para su publicación; no obstante, la decisión final sobre la aceptación de un manuscrito compete exclusivamente al CE. Al ser aceptado y editado, al manuscrito se le asignará un número correlativo y se publicará en el volumen correspondiente al año de su edición.

#### **Tipos de trabajos que publica**

*Foros.* Discusiones realizadas por un grupo de especialistas o “expertos”, para analizar los diferentes aspectos de un tema, aclarar controversias o tratar de resolver problemas de interés sobre temas relacionados con la entomología.

*Artículos Científicos.* Documentos que describen los resultados originales de investigaciones y que no han sido previamente publicados en otros medios divulgativos.

*Notas.* Breves descripciones de técnicas o equipos novedosos, registros faunísticos, migraciones, hospederos nuevos y otros temas biológicos o taxonómicos de interés para los usuarios de la revista.

*Artículos de Revisión.* Revisiones sobre temas importantes de interés entomológico que resuman, analicen y discutan informaciones ya publicadas y esbozen opciones para investigaciones futuras.

*Recensiones* o valoración personal de libros entomológicos o con capítulos dedicados a la entomología.

Notas necrológicas de entomólogos que contribuyeron notablemente al conocimiento de esta ciencia.

#### **Presentación del Manuscrito**

El manuscrito debe ser enviado preferiblemente a través de nuestro sistema de recepción y seguimiento editorial en línea (<http://www.entomotropica.org>), en los idiomas español, inglés o portugués. Si tiene dificultades para enviarlo por este medio, hágalo al correo electrónico [entomotropica@gmail.com](mailto:entomotropica@gmail.com)

#### **Estructura del manuscrito**

En la primera página debe colocarse:

Título completo, sin abreviaturas y que refleje claramente el contenido del trabajo.

Título de página ó cabecera.

El nombre del autor o autores (en el orden en que deben aparecer en la publicación) con sus respectivas afiliaciones institucionales y correos electrónicos, indicando quién es el autor de contacto para la correspondencia (si usa el sistema en línea, el contacto para correspondencia será el autor que lo envía).

En la segunda página debe aparecer el Resumen, no mayor de 200 palabras en el idioma del manuscrito y además una versión en inglés, si el manuscrito está en español y en español, si el manuscrito está en inglés o portugués (Ambas versiones deben incluir el título del trabajo). Debe ser conciso, específico, no evaluativo y exponer claramente el propósito y contenido del manuscrito (incluir en forma resumida los conceptos, métodos empleados, hallazgos o implicaciones más importantes y las conclusiones). Para cada resumen, debe incluirse las palabras clave adicionales (hasta seis) colocadas en orden alfabético y que no formen parte del título.

A partir de la tercera página, debe estructurarse el resto del manuscrito en las siguientes secciones:

**Introducción:** Debe presentar el fundamento racional y justificación del estudio y suministrar suficientes antecedentes para la comprensión y evaluación de los resultados.

**Materiales y Métodos:** Describir en forma clara y dar detalles suficientes de los materiales y métodos utilizados en la investigación, de tal manera que un investigador pueda repetir los experimentos.

**Resultados y Discusión:** Los resultados deben expresarse clara y sencillamente, y la discusión debe ocuparse de decir lo que éstos significan, presentando los principios, relaciones y generalizaciones que los resultados indican y su concordancia, o no, con trabajos anteriormente publicados.

**Conclusiones:** Deben presentarse de la forma más clara posible y resumir las pruebas que la respaldan.

**Agradecimiento:** Si lo hubiere, agradecer cualquier ayuda técnica o financiera.

**Referencias:** Debe basarse en trabajos relevantes al tema, ya publicados y citados debidamente en el texto del manuscrito.

## **Recomendaciones Generales**

### **Formato digital del Manuscrito**

El archivo deberá estar en formato OpenOffice, Microsoft Word, RTF o Word Perfect. El manuscrito deberá ser presentado sin formatos de estilo, o tratando de emular el estilo de la revista.

Los encabezados como Resumen, Abstract, Introducción, etc. deben estar separados del texto subordinado por una línea en blanco.

En el texto, los nombres científicos de organismos deben estar en *itálicas* acompañados por el nombre del autor (no abreviado) y el año de publicación, al señalarlos por primera vez [ej. *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762); *Paromenia venata* Young, 1977]; en adelante, se abreviarán los géneros con la letra inicial, sin incluir el autor y el año. En caso de que se deban abreviar dos o más géneros con la misma inicial, se permitirán dos letras según la convención del grupo (ej. *Ae. aegypti*; *An. albimanus*).

Las medidas deben seguir el sistema métrico decimal, empleando las abreviaturas oficiales, sin punto (salvo que sea final de una oración). Los decimales deben separarse mediante una coma; las unidades mil deben ser separadas por un espacio (1 998 m), con excepción de los años (1998). Grados Celsius se indican como °C y las coordenadas geográficas como se indica en el ejemplo (lat 03° 05' 10" N, long 60° 18' 03" W).

Los plaguicidas deben ser indicados por sus nombres comunes o técnicos (en minúsculas) y pueden ir acompañados por sus nombres comerciales (en mayúsculas y entre paréntesis).

Los términos “Figura” y “Cuadro” no deben ser abreviados en el texto y van con la primera letra en mayúscula.

Las citas en el texto serán indicadas como sigue: Batemann (1972), (Batemann 1972), Olivares y Angulo (1996), (Olivares y Angulo 1996), Geraud-Pouey et al. (1997), (Geraud-Pouey et al. 1997), Anónimo (1998), (Anónimo 1998). Si es una Institución, con las letras indicativas en mayúsculas, por ejemplo: (IUCN 1994).

Todas las obras citadas en el texto deben ser colocadas en las referencias, ordenadas por el apellido del primer autor y por año. El apellido del autor y la inicial o iniciales de su nombre se separaran por un espacio y los autores por una coma (ej. Marcano RV, Gaiani MA. 2015). El nombre de la publicación debe ir completo (Ej.: Boletín de Entomología Venezolana, Journal of Economic Entomology, etc.).

Ejemplos:

#### Revistas

Geraud-Pouey F, Chirinos D, Rivero G. 1997. Dinámica poblacional y daños causados por Gelechiidae minadores en tomate en la región noroccidental del estado Zulia, Venezuela. *Boletín de Entomología Venezolana* (NS) 12(1): 43-50.

Batemann MA. 1972. The ecology of fruit flies. *Annual Review of Entomology* 17: 493-518.

Olivares TS, Angulo A. 1996. El órgano timpánico en la clasificación de Lepidoptera: Noctuidae. *Boletín de Entomología Venezolana* 11(2): 155-183.

#### Libros

[IUCN] International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. 1994. IUCN Red list categories. Gland (Switzerland): mCN. 22 p.

Ross H. 1948. A textbook of entomology. New York: J Wiley. 532 p.

Schubert C. 1980. Aspectos geológicos de los Andes venezolanos: historia, breve síntesis, el cuaternario y bibliografía. En: Monasterio M, editora. Estudios ecológicos en los páramos andinos. Mérida (Venezuela): Universidad de Los Andes. pp. 29-46.

#### Tesis

Pantchenko G. 1978. Arrastre (“Drift”) de insectos béticos en el Rio Limón, Edo. Aragua [Tesis de Grado]. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias. 57 p.

#### Publicaciones electrónicas

Etxebeste I, Pajares JA. 2010. Verbenone protects pine trees from colonization by the six-toothed pine bark beetle, *Ips sexdentatus* Boern. (Col.: Scolytinae). *Journal of Applied Entomology*. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.2010.01531.x>

Martínez NJ, Franz NM, Acosta JA. 2008. Structure of the scarab beetle fauna (Coleoptera: Scarabaeoidea) in forest remnants of western Puerto Rico. *ENTOMOTROPICA* 24(1): 1-9. [Internet]. Mayo 2010. Disponible en: <http://www.entomotropica.org/index.php/entomotropica/article/view/228>.

#### Cuadros

Los cuadros deben usarse para presentar datos precisos, en formato de Word, con letra tamaño 12, sin cuadrícula y deben insertarse en el texto del manuscrito lo más cercano a la primera referencia del mismo. Deben ir numerados progresivamente (Cuadro 1, 2..., n). El título debe escribirse en la parte superior, con letras minúsculas, excepto la inicial de la primera palabra y las iniciales de los nombres propios. Cada variable será identificada con su nombre y unidades y para diferenciar medias de tratamientos se emplearán letras minúsculas (a, b, c, etc.). La información contenida en los cuadros no debe duplicarse en las figuras.

El tamaño de un cuadro no debe exceder a una página tamaño carta. En forma excepcional se aceptarán cuadros de varias páginas, si están debidamente justificados o hayan sido aceptados y recomendados por los editores de la revista.

#### Figuras

Las figuras deben usarse para presentar datos que exhiben tendencias o patrones importantes, en uno de los siguientes formatos electrónicos (en orden de preferencia): .ai (Adobe Illustrator<sup>TM</sup>), .eps (Enhanced Postscript), .wmf (Windows Metafile). No enviarlos como un documento de Word. Deben insertarse en el texto del manuscrito lo más cercano a la primera referencia de la misma. Deben ir numeradas progresivamente (Figura 1, 2..., n). El título debe escribirse en la parte inferior, con letras minúsculas, excepto la inicial de la primera palabra y las iniciales de los nombres propios.

El tamaño de la figura no debe exceder a una página tamaño carta y debe permitir su reducción hasta 1/8 de página, sin perder legibilidad ni detalles. Deben tener líneas y letras nítidas.

En caso de figuras compuestas (conjunto de figuras con una sola leyenda) los componentes se identificarán con letras mayúsculas (A, B, C), del mismo tamaño, tipo y grosor. La información contenida en las figuras, no debe duplicarse en los cuadros.

#### Gráficos, Dibujos.

Deben representar de forma clara y concisa los conceptos que se quieren transmitir. Para separar series de datos en los gráficos deberá usarse diferentes tipos de relleno, color, líneas ó marcadores de puntos. Las escalas deberán ser ajustadas a los valores mínimo y máximo de la gráfica, evitando en lo posible zonas sin representación de datos, y que permita a la vez una clara visualización de todas las series involucradas. Los gráficos y dibujos deben colocarse, con sus respectivas leyendas, en el texto del manuscrito lo mas cercano a la primera referencia del mismo.

Deben ser enviados en archivos separados (un gráfico, dibujo o lámina por archivo) en uno de los siguientes formatos electrónicos (en orden de preferencia): .ai (Adobe Illustrator<sup>TM</sup>), .eps (Enhanced Postscript), .wmf (Windows Metafile). No enviarlos como un documento de Word.

#### Fotografías

Deben tener al menos 300 dpi de resolución y mostrar claramente el motivo a ilustrar. Deben colocarse con sus respectivas leyendas en el texto del manuscrito lo mas cercano a la primera referencia del mismo.

Deben ser enviadas en archivos separados (de preferencia una imagen por archivo) en uno de los siguientes formatos electrónicos (en orden de preferencia): .tif (Tagged Image File), .jpg (Joint Photographic Group, de al menos 85 % de calidad), .bmp (Bitmap File). No enviarlos como un documento de Word.

#### Mapas

Deben ser claros, precisos y tener al menos 300 dpi de resolución. Mostrar la escala gráfica, el norte geográfico, contener la ubicación relativa (país -> región -> área de interés) y tener una grilla de coordenadas geográficas. Deben colocarse con sus respectivas leyendas en el texto del manuscrito lo mas cercano a la primera referencia del mismo.

Deben ser enviadas en archivos separados (una imagen por archivo) en uno de los siguientes formatos electrónicos (en orden de preferencia): .tif (Tagged Image File), .jpg (Joint Photographic Group, de al menos 85% de calidad), .bmp (Bitmap File). No enviarlos como un documento de Word.



# AUTHOR'S GUIDELINES

August 2015

## Overview

***Oecologia Australis* publishes papers in Ecology and related topics, without any cost to authors, and with complete open access content to all readers.** Submission of articles is electronic, running directly from our website ([www.oecologiaaustralis.org](http://www.oecologiaaustralis.org)) via submission form.

**Manuscripts are accepted in three languages: Portuguese, English and Spanish. In 2014, Oecologia Australis has two new features: 1) the possibility of submitting the manuscript with simplified formatting and 2) the possibility of simplified evaluation if the manuscript has already been reviewed by other indexed journal and re-submitted version was rejected by editor.** To start the process, the corresponding author should register and follow guidelines for submission.

It is necessary the inclusion of Cover Letter in the submission process, clearly manifesting:

- (1) The agreement of all authors (if written in collaboration) with the publication;
- (2) That it is not already published elsewhere;
- (3) That it is not simultaneously submitted in other journal;
- (4) At least 5 (five) independent referees with institutional address and e-mail;
- (5) The letter must be signed by all authors and sent as digital file to the journal, by using "supplementary files" field in the submission form.

The Cover Letter indicates that authors acknowledge the authorship of the manuscript and agree with the rules presented here. **The submission will not be considered without the inclusion of the letter.** In the case of a manuscript previously reviewed by other indexed journal

– only for those who have received at least one favorable opinion for publication, were revised, and still rejected by the editor –, the Cover Letter must be accompanied by: (1) the editorial decision e-mail with editor comments, (2) referees' reviews, (3) the revised version of the manuscript and (4) a response letter to referee comments or the manuscript file clearly

showing the changes made. The submission of the original version of the manuscript, although optional, is recommended when the manuscript passed through great changes.

All submitted manuscripts will be evaluated in a double-blind peer-review process, or passing through a shorter way, reviewed by an editor and possibly other referee, if it has already revised previously in other indexed journal. If accepted, the article will be published in following issues, respecting a schedule defined by the editors concerning topic relevance, article type, and submission/acceptance order. The content of Opinions does not reflect the point of view of *Oecologia Australis*; it is civil and intellectual responsibility of authors. Published articles are free of charge for authors and fully available/indexed in Google, Google Scholar, Scopus / Elsevier, SEER / IBICT, Scientific Commons, and Dialnet Latindex databases.

## **Sections**

### ***Original Articles***

Original articles should present novel results Ecology research. Emphasis is placed on concise, clear articles documenting important ecological phenomena, hypothesis testing, the development of new techniques and new approaches. **We discourage submission of articles that are purely descriptive.** Manuscripts for this section should be divided into Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements and References. **Maximum length allowed is 6,000 words** (Introduction to References, Figures and Tables legends, and Tables). **Articles written in English do not need abstracts in Portuguese or Spanish.**

### ***Scientific notes***

Scientific Notes report narrow or regional ecological results, with local appliance or restrict theoretical and/or practical consequences. Eventually, *Oecologia Australis* may accept natural history and geographical distribution information concerning locally relevant species (endangered or not), crucial to the understanding of ecosystem functioning, especially those currently threatened, area-restricted, or presenting high endemism. **Scientific Notes written in English do not need an Abstract.** Except for Acknowledgements and References, the text does not have section division. Materials and Methods section should come in the end of the manuscript. **Scientific notes should not exceed 3,000 words.**

### ***Reviews***

Reviews should be comprehensive and synthetic papers that establish new benchmarks in Ecology. **Authors should bring critical and interpretive views of a particular subject, fundamental to understanding of ecological principles. Reviews should be more than simple 'state of the art' articles.** Rather than focusing only on the recent literature and highlighting trendy topics, Reviews should reflect the development of a topic and encompass relevant natural history, observational and experimental data, analyses, models, and theory. **Author(s) may also present future directions for the research field, i.e., it is expected that authors can bring their own view or novel interpretation to the research field. Reviews can contain up to 8,000 words** and the Material and Methods section must be positioned in the end of the text, after Acknowledgments and before the References, with a detailed explanation on the procedures adopted for literature search, selection and analyses or meta-analyses techniques.

### ***Opinions***

Opinions must bring to readers novel insights and opinions regarding current and controversial topics in Ecology. Manuscripts in this section have no division. Eventually, authors can be asked to use Materials and Methods section separately, as in Scientific Notes, if unpublished data or meta-analyses are presented in a simplified manner. Acknowledgements and References sections can be used, if appropriate. **Maximum length allowed is 1,500 words.** The main objective of this session is to promote broad discussion among researchers and, thus, replies are encouraged.

## **Simplified formatting**

During revision, it is extremely relevant the quality of the manuscript, *i.e.*, its theoretical context, objectives, hypotheses, methods, results and conclusions. Formatting of the sections is, therefore, secondary at this moment. So, we simplified the submission process to *Oecologia Australis*, to save time of authors, editors and referees.

If this is your first submission to *Oecologia Australis*, pay attention to simplified formatting rules below. We designed it to speed up the submission and review processes. Only manuscripts accepted for publication will require formatting details (detailed in Full Format section). Simplified formatted manuscripts should not contain author names, affiliation and acknowledgments, so we can simplify evaluation by double-blind system. It should only be included in the final version of the manuscript, after acceptance. Please, add word count after the title of the manuscript, including tables, figures, legends and references. Abstracts do not count.

### ***Text Formatting:***

- Font: Times New Roman, 11-point, justified, double-spaced (figures, tables, legends and references); do not hyphenate.
- Item sequence: title page, abstract and keywords, body text, references, tables (one per page), figure legends (all in the same page);
- All pages should be numbered (including table and figure pages), beginning in the title page.

### ***Languages and Abstract***

All manuscripts should contain Abstracts in English. Abstracts follow text format and should be immediately followed by keywords. Word limit is 350, but it should not be included in manuscript word-count. Abstracts should be informative, showing the main objective of the study findings, key statistics, conclusions and most important ecological consequences. **Articles written in English do not have a second Abstract.** Immediately below, authors should provide up to five keywords, separated by a semicolon, alphabetically ordered, and not included in the title.

### ***References***

For simplified formatting, it is not required a particular format for references. Citations in the text should be in chronological order, lowercase. For example: Odum (1983), Margulis & Sagan (2002), Walstad *et al.* (1970). Use comma to separate multiple quotes, for example: (Tencaten 1989, Silva & Costa 1993, Carmo *et al.* 2009), and also different papers from the same author (*e.g.*, Wetzel 1990, 1995). When published in the same year, use lowercase letters to differentiate them (*e.g.*, Wetzel 1983a, 1983b).

Avoid using unpublished material as reference, especially meeting communications and conference proceedings, as they are not usually available to broad audience. Only special cases, essential to studies understanding, will be allowed. Master and PhD. Thesis may be cited, preferably those which digital format files are properly available from database at the thesis home University. In this case, web links must be informed in the literature section.

For **Full formatted manuscripts guidelines** access our web site  
[www.oecologiaaustralis.org](http://www.oecologiaaustralis.org) or  
<http://www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/about/submissions#authorGuideline>  
 S.

## Full formatted manuscripts

Accepted manuscripts will be asked to be fully formatted following general rules below.

- Manuscripts should have pages and lines numbered (learn more in <http://office.microsoft.com/pt-br/word/HP052312431046.aspx>);
- Word-counting should come just below authors' affiliation. It includes text, acknowledgments, legends, tables and references;
- **Names and phrases in Latin or foreign languages should be italicized, not underlined.** Research equipment should have the notation ® in superscript.
- Authors must signalize in text where tables and figures should be proximately positioned. High resolution figures must be uploaded separately. Appendages, if necessary, must also be uploaded separately.

### ***First page:***

- Title
- Authors full names (excessive number of authors must be avoided);
- Complete affiliation address of each author;
- Correspondence author e-mail address;
- Word count, including tables, figures, legends and references.
- Running head: up to 65 characters with spaces (capitals, 10-point font, Times New Roman, centralized).

### ***Authors and affiliation***

Name of authors should be in lower case, 12-point font, Times New Roman, italic, centralized. Identify authors with superscript numbers equivalent to institutional affiliation. Separate names with commas, except for the last two, which may be linked with an "and". Affiliation should be placed immediately below, in lower case, 8-point font, Times New Roman, justified, double-spaced. Affiliation information should be filled with institution, research

division, department, graduate program, research group or laboratory, street, PO box, city, state (acronym), country, postal code. Include all authors' names, as well as e-mails, and mark the corresponding author with an asterisk. Once the corresponding author is already indicated, it is not necessary to repeat the mark on e-mail list.

*Example:*

*Nei Freitas Nunes Neto*<sup>1, 2\*</sup> *Ricardo Santos do Carmo*<sup>1, 3</sup> and *Charbel Niño El-Hani*<sup>1, 2, 3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Geral, Grupo de Pesquisa em História, Filosofia e Ensino de Ciências Biológicas. Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Campus Universitário de Ondina, Salvador, BA, Brasil. CEP: 40170-115.

<sup>2</sup> Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento. Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Campus Universitário de Ondina, Salvador, BA, Brasil. CEP: 40170-115.

<sup>3</sup> Universidade Federal da Bahia/Universidade Federal de Feira de Santana (UEFS), Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Campus Universitário de Ondina, Salvador, BA, Brasil. CEP: 40170-115.

E-mails: nunesneto@gmail.com, rscarmo@ufba.br, charbel@ufba.br

### ***Titles, subheadings, sub-items, and text***

- Set all margins at 2 cm width. The text should be in lower case, double-spaced (text, quotations, figure legends, references), with 11-point font, Times New Roman, justified, with no spaces between paragraphs. Paragraphs should have 1.25 cm indentation. Page footnotes are not allowed. Do not hyphenate.
- *Oecologia Australis* accepts up to three (3) levels of organization in the manuscript (title, subheadings and sub-items). Separate the three levels with a line space.
- The **TITLE OF THE ARTICLE** should be in capital letters, Times New Roman, size 13, bold and centered. Separate authors' names and title with a two-line space.
- **SUBHEADINGS** should be in capital letters, Times New Roman, size 11, bold, left aligned.
- *Sub-Items* must be in lower case, Times New Roman, size 11, italic, left aligned.

### ***Manuscript sections***

***Introduction:*** It is essential to well-present the addressed topic of study, its context, study's questions, well delimited objectives and expectations/hypotheses to be evaluated and tested.

**Material and Methods, Results:** please detail all used procedures, study area, statistical methods (justifying its use with references), the software used for statistical analyses. For example, mention of the use of 2-way ANOVAs to assess the effects of sex and season should be made in Materials and Methods, and only outcomes of those analyses  $F$  (with d.f. as subscripts) and  $P$  values -in the Results. All details of statistical outcomes reported should be provided, and degrees of freedom must be reported as subscripts of test statistics. When using other statistics, such as model selection, inform and justify the models and their choice, as well as the complete report of the statistics AIC, Wald, and others. Authors should present here information on license numbers and processes for biological inventories and collecting specimens.

**Discussion:** essential to this section is a broad discussion of ecological implications of the achieved results. Please return to the main objectives and hypotheses and highlight the main conclusion (take-home message).

### **Acknowledgments**

**Acknowledgments should be included before reference list section, 8-point font, Times New Roman, justified, single-spaced.** Use this section to thank anyone who helped you in any way other than in writing, in the theoretical complexity and conclusions of your study.

**Please, enumerate sources of funding, including process numbers.**

**Example:** "...This study was supported by CNPq (PPG-7), CAPES / MEC and the Monte Sinai School of Medicine (USA) through Grant 1D43TW000640 (Fogarty-NIH)..."

### **References**

**Reference list must have 9-point font, Times New Roman, justified, single-spaced, with no spaces between paragraphs. Paragraphs should have 0.5 cm hanging indent.** We encourage the use OA style, available at <http://cs1.mendeley.com/styles/12134/OecologiaAustralis2015> and bibliography manager software to fill citation format automatically (for example, *Mendeley desktop*, <http://www.mendeley.com/>). **References should come, whenever possible, with DOI numbers at the end of citation.**

#### *Articles*

- Einstein, A. 1905. On the electrodynamics of moving bodies. *Annalen Der Physik*, 17(4), 1–26. DOI: 10.1088/0143-0807/27/4/007
- Campbell, J. L., & Pedersen, O. K. 2007. The varieties of capitalism and hybrid success. *Comparative Political Studies*, 40(3), 307–332. DOI: 10.1177/0010414006286542
- Watson, J. D., & Crick, F. H. C. 1953. Molecular structure of nucleic acids; a structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature*, 171(4356), 737–738. DOI: 10.1038/171737a0

- Accadia, T., Acernese, F., Alshourbagy, M., Amico, P., Antonucci, F., Aoudia, S., ... Zhang, Z. 2012. Virgo: a laser interferometer to detect gravitational waves. *Journal of Instrumentation*, 7(03), P03012–P03012. DOI: 10.1088/1748-0221/7/03/P03012
- Foderaro, L. W. 2012, April 6. Rooftop greenhouse will boost city farming. *New York Times*, p. A20. New York.

### *Books*

- Borges, J. L. 1999. Selected non-fictions. E. Weinberger, Ed., E. Allen, S. J. Levine, & E. Weinberger, Trans. New York: Viking: p. 559.
- Dunnett, N., & Kingsbury, N. 2008. *Planting green roofs and living walls*. 2nd ed. Portland, OR: Timber Press: p. 328.
- Hancké, B., Rhodes, M., & Thatcher, M. (Eds.). 2007. *Beyond varieties of capitalism: conflict, contradiction, and complementarities in the European economy*. Oxford and New York: Oxford University Press: p. 438.

### *Book chapters*

- Mares, I. 2001. Firms and the welfare state: When, why, and how does social policy matter to employers? In: P. A. Hall & D. Soskice (Eds.), *Varieties of capitalism. The institutional foundations of comparative advantage*. pp. 184–213. New York: Oxford University Press.

### *PhD. Thesis and Master Dissertations*

- Brennand, P. G. de G. 2010. *Variação geográfica do gênero Hylaeamys Weksler, Percequillo, Voss (2006) (Cricetidae: Sigmodontinae) na Floresta Atlântica*. Departamento de Sistemática e Ecologia da Universidade Federal da Paraíba. p. 214.

### *Technical reports*

- Ahlquist, J. S., & Breunig, C. 2009. Country clustering in comparative political economy. MPIfG Discussion Paper No. 09-5; p. 32. Cologne: Max-Planck Institute for the Study of Societies. Retrieved from [www.mpifg.de/pu/mpifg\\_dp/dp09-5.pdf](http://www.mpifg.de/pu/mpifg_dp/dp09-5.pdf)
- CSLsearch by example. (n.d.). Retrieved December 15, 2012, from <http://editor.citationstyles.org/searchByExample/>
- Soares, M.L.G. 2002. Diagnóstico de danos causados aos manguezais da baía de Guanabara pelo derramamento de óleo ocorrido em janeiro de 2000. Relatório Técnico. Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMADS), Rio de Janeiro. p. 270.
- Projeto PLANÁGUA SEMADS, & GTZ de Cooperação Técnica Brasil - Alemanha. 2001. *Bacias hidrográficas e rios fluminenses - Síntese informativa por macroregião ambiental*. p. 741a. ed. SEMADS, Rio de Janeiro, RJ.

### *Normative acts, resolutions, regulations, among others*

According to NBR 6023 ABNT, 2002 (Brazilian Technical Standards Association):

"The essential elements are: jurisdiction (or entity header, if it is standards), title, number, date and publication data. In the case of Constitutions and its amendments, among the name of the jurisdiction and the title, the word Constitution, followed by the year promulgation of the year in parentheses should be added. "If available on the Internet, enter the url address and the date of access (month, day, year).

Brasil. 1943. Decreto-lei nº 5.452, de 1 de maio de 1943. Lex: coletânea de legislação: edição federal, São Paulo, v. 7. Suplemento.

Brasil. 2003. Presidência da República. Grupo de Trabalho Interministerial. Bases para o enfrentamento da crise emergencial das universidades federais e roteiro para a Reforma Universitária Brasileira. Brasília, DF. (Retrieved in Dec 09<sup>th</sup>, 2009).

#### *Personal communication and unpublished data*

*Oecologia Australis* discourages authors to use such reference, except in special cases, essential to the understanding of the manuscript results and conclusions. When necessary, personal communications or unpublished data must be informed in the text only as follows: "[...] JD Santos (personal communication)" or "[...] JD Santos (unpublished data)."

#### *Software and Models*

The valid reference is the published paper that originally explains how to use the software, or describes the model. In the body text, inform the article reference. In the reference list, include the complete reference following the style already described above. Example: "[...] used the software SAM (Rangel *et al.* 2006)."

#### ***In-text citations***

In-text citations to the literature should be cited chronologically by author's surname followed by year of publication, lower case, for example: Odum (1983), Margulis & Sagan (2002), Walstad *et al.* (1970). Use a comma to separate different citations, for example: (Tencaten 1989, Silva & Costa 1993, Carmo *et al.* 2009) and different citations of the same author (*e.g.* Wetzel 1990, 1995). When references are made to more than one published study in the same year by the same author, use lower case letters to distinguish them (*e.g.* Wetzel 1983a, 1983b). Avoid using unpublished material as reference, especially meeting communications and conference proceedings, as they are not usually available to broad audience. Only special cases, essential to studies understanding, will be allowed. Master and PhD. Thesis may be cited, preferably those which digital format files are properly available from database at the thesis home University. In this case, web links must be informed in the literature section.

#### *Literal Transcriptions*

These citations, of any extension, must be delimited by double quotation marks followed by the data and the reference consulted, *i.e.*, name(s) of author(s), year of publication, page. The transgression of this rule implies plagiarism.

**Example:** "Despite all the controversies, biologists continue to generalize. Not only in textbooks but also in specialized journals, biological generalizations and implications are presented and discussed all the time. It is evident, therefore, that empirical generalizations play important roles in research and scientific understanding of the biological world "(El-Hani, 2006, p. 19).

#### *Indirect transcriptions*

**Avoid it. Eventually, Oecologia Australis may accept indirect citation of original material, unavailable to consultation, and essential to manuscript conclusions.** In these cases, the Latin word *apud* must be used. Include only the consulted study in literature section, in the example's case, Gall & Crandell (2008).

**Example:** "The results suggest that the current distribution of honeybees in the New World reflects niche breadth of originally introduced subspecies (Wales 1939 *apud* Gall & Crandell 2008)."

#### *Acronyms and Abbreviations*

The meaning of acronyms should be informed the first time it appears in the text. **Avoid using abbreviations.** Where necessary, make sure to follow typical native speakers use. In Table and Figure legends present it unabbreviated, with acronyms and abbreviations in parentheses. Use the abbreviation "vs." in italics, both the text and figures and tables, to mean *versus*.

#### *Figures and tables*

**Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers.** Reference to original source should be included in the legend and into the reference list. Tables and Figures should be labeled with Arabic numerals followed by legends (in the original language of the article and in English), 10-point font, Times New Roman, justified (e.g., Figure 2. Legend). Tables are labeled in the top while Figures are on the bottom. There is not a limit for the number of Figures, but only strictly necessary material may be accepted.

Figures should be submitted as individual files ('jpeg', 'giff' or 'tiff') with a 300dpi minimum resolution. **Figures have no outer margin or line. Figures not conforming to**

**this format will be returned for revision. Colored figures are published at no cost.**

Authors must

indicate where Tables and Figures must be placed in the text. Low resolution figures may be placed within text for didactic purposes. **Accompanying notes to tables should come below it, using the same font size as the source table, but in single-spaced lines.** Text within figures should be 10-14 point to ensure legibility. Authors must be aware that figure symbols must be large-enough to be readable after reduction in size in the final publication. **Tables should not exceed 16.5 x 24.0 cm;** first column must be justified or left aligned. Insert tables at the end of the main text with the title, and built it using the "Table" option of MS Word processor or any open-source application (and not typed "manually" or pasted from spreadsheet programs).

**Table headings must be repeated if tables are larger than one page (use MS Word processor options to set it automatically). Articles with tables outside the specified dimension will be returned for revision.** Tables must contain only horizontal borders at the beginning and end of the table and to separate headings from data. Do not use vertical lines. Use 10-point font, Times New Roman, justified or centralized for table contents. It is important that the information be presented in an organized fashion, and, in this respect, horizontal lines must be used sparingly.

**Avoid passive and indicative sentences when refer to Tables and Figures in the text.**

Instead of "As we can see in Figure 2, the number of [...]" use "The rainfall was higher between September and March (Figure 2)." Figures and Tables should bring information with minimum dependence to the text, legends should be self-explanatory, and that information should not be, under any circumstances, redundantly described in the text.

#### *Scientific names*

**The scientific names should be highlighted with italics. The first appearance of a species name should be accompanied by the name of the author of the species, followed by Order and Family names into parenthesis.** Other situations should follow the *International Code of Zoological Nomenclature* (<http://iczn.org/code>) or the *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi, and Plants* (<http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php>). After the first appearance, the generic epithet can be abbreviated. At the beginning of sentences, tables and figures the species name should be spelled out, especially in subtitles, making them independent of body text.

#### *Units*

The format of all numbers and units adopted by Oecologia Australis follow the International Metric System and the Brazilian National Standards Organization ([http://www.bipm.org/utis/common/pdf/si\\_brochure\\_8\\_en.pdf](http://www.bipm.org/utis/common/pdf/si_brochure_8_en.pdf)).

<http://www.oecologiaaustralis.org/>

**Anexo3**– Listagem de plantas coletadas de setembro de 2014 a agosto de 2015 no raio de 1km do meliponário, Povoado Monte Alegre, município de Bequimão – Maranhão.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>N<sup>a</sup> do coletor</b>	<b>Voucher*</b>	
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	06	007738	
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	26	007725	
Apocynaceae	<i>Mandevilla hirsuta</i> (A.Rich.) K.Schum.	51	007732	
	<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	36	007746	
	<i>Secondatia densiflora</i> A.DC.	80	007744	
Asteraceae	<i>Chromolaena maximiliani</i> (Schrad. ex DC.) R.M.King & H.Rob.	10	007715	
	<i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz & Pav.) O'Donell	33	007742	
	<i>Mikania cordifolia</i> (L.f.) Willd.	94	007723	
	<i>Chromolaena</i> sp	11	007770	
	<i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lam.) H.Rob.	96	007745	
Bignoniaceae	<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos.	09	007686	
	<i>Lundia obliqua</i> Sond.	62	007750	
	<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos.	59	007753	
	<i>Lundia virginalis</i> DC.	89	007760	
Boraginaceae	<i>Varronia multispicata</i> (Cham.) Borhidi	58	007743	
	<i>Heliotropium indicum</i> L.	85	007719	
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	63	007717	
Convolvulaceae	<i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz & Pav.) O'Donell	82	007734	
	<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.	31	007755	
Cyperaceae	<i>Rhynchospora cephalotes</i> (L.) Vahl.	54	007752	
Dilleniaceae	<i>Davilla nitida</i> (Vahl) Kubitzki	29	007692	
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> aff. <i>matourensis</i> Aubl.	92	007766	
	<i>Dalechampia tiliifolia</i> Lam.	50	007733	
	<i>Croton cajucara</i> Benth.	90	007771	
	<i>Crotalaria retusa</i> L.	35	007729	
	<i>Stylosanthes angustifolia</i> Vogel.	55	007730	
	<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	27	007718	
	<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.	08	007731	
	<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	52	007739	
	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	28	007691	
	<i>Zornia latifolia</i> Sm.	25	007690	
Fabaceae	<i>Senna georgica</i> H.S.Irwin & Barneby	21	007687	
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	60	007713	
	<i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. ex Benth.	37	007716	
	<i>Macroptilium erythroloma</i> (Mart. ex Benth.) Urb.	47	007747	
	<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Amshoff	42	007759	
	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	43	007749	
	Indeterminada	41	007767	
	Indeterminada	67	007761	
	Gentianaceae	<i>Coutoubea spicata</i> Aubl.	44	007740
	Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	30	007727
<i>Vismia</i> aff. <i>cayennensis</i> (Jacq.) Pers.		61	007748	
Lamiaceae	Indeterminada	19	007775	
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovalifolia</i> (DC.)Nied.	23	007689	
	<i>Eschweilera pedicellata</i> (Rich.) S.A.Mori	24	007688	
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	34	007728	
	<i>Banisteriopsis muricata</i> (Cav.) Cuatrec.	66	007751	
Malvaceae	<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.	48	007735	
	<i>Waltheria indica</i> L.	45	007714	
	<i>Sida</i> sp.	57	007773	
Myrtaceae	<i>Psidium guineense</i> Sw.	78	007726	
	<i>Myrcia</i> aff. <i>multiflora</i> (Lam.) DC.	12		
	<i>Myrceugenia</i> sp	07		
	Indeterminada	39	007763	
Ochanaceae	<i>Ouratea fieldingiana</i> (Gardner) Engl.	64	007721	

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>N<sup>o</sup> do coletor</b>	<b>Voucher*</b>
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	18	<b>007692</b>
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.	56	<b>007720</b>
Polygalaceae	<i>Securidaca</i> aff. <i>lanceolata</i> A.St.-Hil. & Moq.	65	<b>007754</b>
	<i>Coccoloba</i> sp.	38	<b>007722</b>
Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i> L.	22	<b>007737</b>
	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	46	<b>007736</b>
	<i>Palicourea rigida</i> Kunth	86	<b>007758</b>
	<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schltld.	88	<b>007756</b>
Salicaceae	<i>Casearia javitensis</i> Kunth.	32	<b>007741</b>
Sapindaceae	<i>Paullinia</i> aff. <i>bilobulata</i> Radlk.	79	<b>007724</b>
	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	40	<b>007757</b>
Solanaceae	Indeterminada	49	<b>007762</b>
	Indeterminada	93	<b>007772</b>
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	84	<b>007778</b>
	<i>Lantana camara</i> L.	95	<b>007769</b>
Vitaceae	<i>Cissus</i> sp.	81	<b>007777</b>
Indeterminada I	Indeterminada	97	<b>007776</b>
Indeterminada II	Indeterminada	53	<b>007774</b>
Indeterminada III	Indeterminada	87	<b>007768</b>
Indeterminada IV	Indeterminada	83	<b>007765</b>
Indeterminada V	Indeterminada	91	<b>007764</b>

\* Plantas depositadas e identificadas pelo Herbário do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão (MAR).

**Anexo 4** – Palinoteca referência da área de coleta, espécies vegetais identificadas pelo Herbário do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão (MAR). Número no pólen = nº do coletor (anexo 3).

