



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ARTUR BRUNO DA SILVA BARBOSA

ATIVIDADE DE VOO DE COLÔNIAS DA ABELHA SEM FERRÃO *Plebeia aff.*
***flavocincta* EM CONDIÇÕES TROPICAIS DO LITORAL CEARENSE**

FORTALEZA

2019

ARTUR BRUNO DA SILVA BARBOSA

ATIVIDADE DE VOO DE COLÔNIAS DA ABELHA SEM FERRÃO *Plebeia aff.*
Flavocincta EM CONDIÇÕES TROPICAIS DO LITORAL CEARENSE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção e melhoramento animal.

Orientador: Prof. Ph.D. Breno Magalhães Freitas.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B195a Barbosa, Artur Bruno da Silva.
 Atividade de voo de colônias da abelha sem ferrão *Plebeia* aff. *Flavocincta* em condições tropicais do litoral cearense / Artur Bruno da Silva Barbosa. – 2019.
 31 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2019.
 Orientação: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.
1. Abelha social. 2. Atividade de voo. 3. Meliponíneos. 4. Parâmetros meteorológicos. 5. Recursos tróficos.
 I. Título.

CDD 636.08

ARTUR BRUNO DA SILVA BARBOSA

ATIVIDADE DE VOO DE COLÔNIAS DA ABELHA SEM FERRÃO *Plebeia aff.*
flavocincta EM CONDIÇÕES TROPICAIS DO LITORAL CEARENSE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção e melhoramento animal.

Aprovada em: 12/08/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ph.D. Breno Magalhães Freitas (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Isac Gabriel Abrahão Bomfim
Faculdade Cisne de Quixadá

A Deus.

Aos meus pais, Edlene e Antônio José.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade concedida.

Ao Prof. **PhD Breno Magalhães Freitas**, pela excelente orientação durante todo o mestrado e por contribuir grandemente com a dissertação.

Aos professores participantes da banca examinadora **Dr. Francisco Deoclécio Guerra Paulino** e **Dr. Isac Gabriel Abrahão Bomfim**, pelo tempo e pelas valiosas colaborações e sugestões.

Ao meu pai, **Antônio José Araujo Barbosa** e minha mãe que não se encontra mais entre nós, **Edene Pereira da Silva**, que sempre apoiaram minhas escolhas e incentivaram o meu melhor.

À minha irmã, **Amanda Brenda da Silva Barbosa**, por nunca me deixar para baixo nos momentos mais difíceis.

Aos meus primos, **Wallady da Silva Barroso** e **Rondney da Silva Mendonça**, por estarem ao meu lado desde o início da vida e sempre me darem suporte.

Aos webamigos **Lucas Alves** e **Maycon Andrade**, por essa amizade que já perdura há anos.

À **Camila Carneiro** e **Louise Suliane**, provas vivas que amizade de colégio é forte e verdadeira.

À minha família do Ciência Sem Fronteiras **Adryanne Indá**, **Daniele Lima**, **Gabriela Almeida**, **Katyusky Ott** e **Keila Miranda**, pela amizade que perdura apesar da distância.

Aos amigos da AQUASIS **Aline Ariela**, **Amanda Oliveira**, **Caroline Castro**, **Cristine Negrão**, **Diego Ramires**, **Katherine Choi**, **Leticia Gonçalves**, **Raphael Neres**, **Thais Chaves** e **Vítor Luz**, pelas boas experiências e conselhos.

Aos amigos da Zootecnia **Amanda Matos**, **Ana Carolina**, **Ana Rosa**, **Cecília Linhares**, **Gabriela Costa**, **Jéssica Carias**, **José Neto**, **Juliana Mendes**, **Luan Mariano** e **Thiago Victor**, pelos bons tempos de vivência.

Os amigos **Ingrid Barbosa de Mendonça**, **Paloma Eleutério Bezerra** e **Felipe Lima Rosa** por nunca me deixarem desistir.

Aos amigos do Laboratório de Abelhas **Conceição Parente**, **Diego Lourenço**, **Epifânia de Macedo**, **Felipe Jackson**, **Gercy Soares**, **Jameson Guedes**, **Janaely Silva**, **Jânio**

Félix, Larysson Feitosa, Marcela Sheila, Marcos Venâncio e Victória Inna, por todo o período de convivência, troca de experiências e ajudas.

Em especial, agradeço à minha amiga **Hiara Marques**, pelo imenso suporte antes, durante e após o período de disciplinas e experimento, sendo uma grande motivação e inspiração para a conclusão deste trabalho.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, meus mais sinceros agradecimentos!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Happiness can be found, even in the darkest of times, if one only remembers to turn on the light.”

Albus Dumbledore

RESUMO

As abelhas são os principais agentes polinizadores, sendo responsáveis pela polinização da maioria das plantas silvestres e cultivadas pelo homem. O presente trabalho teve como objetivos conhecer o comportamento de atividade de voo da abelha sem ferrão *Plebeia* aff. *flavocincta* em condições tropicais ao longo do ano e investigar quais fatores podem exercer influência nesse tipo de comportamento. As atividades de voo da abelha *P.* aff. *flavocincta* foram registradas durante 5 dias consecutivos mensalmente em quatro colônias mantidas em colmeias racionais. O fluxo de abelhas foi quantificado por meio de contadores manuais, durante 10 minutos a cada hora enquanto havia luz natural. O número de abelhas realizando as atividades de voo foi avaliado por meio de uma análise de variância pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dunn com ajuste pela metodologia de Bonferroni. As colônias de *P.* aff. *flavocincta* mantiveram-se ativas durante todo o ano. Os parâmetros meteorológicos que tiveram efeito significativo sobre os comportamentos foram temperatura, umidade relativa e velocidade do vento. Foi possível distinguir dois períodos de atividade externa: Período 1, com maior oferta de alimento no campo, onde houve grandes floradas, e o período 2, que correspondeu à época de transição entre o período chuvoso e o seco, apresentando poucos recursos alimentares disponíveis. Foi observado que a atividade externa de voo de *Plebeia* aff. *flavocincta* não está diretamente relacionada aos períodos de ocorrência ou ausência de chuvas, mas à momentos do ano de maior e menor disponibilidade de recursos alimentares dentro do raio de voo da espécie.

Palavras-chave: Abelha social. Atividade de voo. Meliponíneos. Parâmetros meteorológicos. Recursos tróficos.

ABSTRACT

Bees are the main pollinators and are responsible for the pollination of most wild and cultivated plants by man. The present study aimed to understand the flight activity behavior of the stingless bee *Plebeia* aff. *flavocincta* in tropical conditions throughout the year and also to investigate which factors may influence in this type of behavior. The flight activities of the *P.* aff. *flavocincta* bee were recorded monthly for 5 consecutive days in four colonies kept in rational hives. The flow of bees was quantified by manual counters for 10 minutes per hour while there was natural light. The number of bees performing the flight activities was evaluated by means of an analysis of variance by the Kruskal-Wallis test, followed by the Dunn test adjusted by the Bonferroni methodology. The colonies of *P.* aff. *flavocincta* remained active throughout the year. The meteorological parameters that had significant effect on the behaviors were temperature, relative humidity and wind speed. It was possible to distinguish two periods of external activity: period 1, with more food supply in the field which there were great flowerings, and period 2, which corresponded to the transition period between the rainy and dry season, presenting few available food resources. It was observed that the external flight activity of *Plebeia* aff. *flavocincta* is not directly related to the periods of occurrence or absence of rainfall, but at the time of the year of greater and lesser availability of food resources within the flight range of the species.

Keywords: Behavior. Meteorological parameters. Social bees. Stingless bees. Trophic resources.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Parâmetros comportamentais da atividade de voo de *Plebeia* aff. *flavocincta* ao longo dos meses do ano. 23
- Figura 2 – Número médio de abelhas *Plebeia* aff. *flavocincta* por colônia em atividade de voo em diferentes horários do dia ao longo do ano. 26
- Figura 3 – Média do número de indivíduos de *Plebeia* aff. *flavocincta* que realizavam atividade de voo em relação ao horário, durante o período seco e chuvoso. ... 27

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Análise de correlação de Spearman relacionando a influência dos fatores meteorológicos (temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e precipitação pluviométrica) às atividades de voo de *Plebeia aff. flavocincta*. 22
- Tabela 2 – Número médio de abelhas, seguido do erro padrão, desempenhando os parâmetros comportamentais de atividade de voo de *Plebeia aff. flavocincta* nos períodos de setembro a março e abril a agosto em Fortaleza/CE. 23
- Tabela 3 – Parâmetros comportamentais da atividade de voo de *Plebeia aff. flavocincta* entre os meses do ano. 25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Gênero <i>Plebeia</i>	16
2.2	Atividade de voo e efeitos meteorológicos	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Área de estudo	18
3.2	Atividade de voo	19
3.3	Análises estatísticas	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

As abelhas são os principais agentes polinizadores, sendo responsáveis pela polinização da maioria das plantas silvestres e cultivadas pelo homem (IPBES, 2016). No entanto, eventos recentes de perdas significativas de colônias de *Apis mellifera*, a espécie de abelha mais utilizada para a polinização agrícola no mundo, têm demonstrado a alta dependência dos cultivos dessa única espécie e apontado para a necessidade de diversificar as espécies de abelhas usadas para esse fim. Sendo assim, tem se intensificado os estudos com outras espécies de *Apis*, além de espécies dos gêneros *Megachile*, *Nomia*, *Osmia*, *Centris*, *Bombus*, e meliponíneos (MAGALHÃES; FREITAS, 2013; PUTRA et al., 2014; STERK et al., 2016; BRUNET; SYED, 2017; CANE et al., 2017).

Os meliponíneos, ou abelhas sem ferrão, formam o principal grupo de abelhas sociais nativas do continente americano. Devido ao grande número de espécies com marcantes diversificações morfológicas, funcionais e hábitos alimentares, essas abelhas tornaram-se excelentes polinizadoras da flora nativa silvestre, e recentemente têm despertado o interesse do seu uso na polinização agrícola (KAKUTANI et al., 1993; KERR, 1996; NOGUEIRA-NETO, 1997; AMANO; NEMOTO; HEARD, 2000; SLAA et al., 2006; BOMFIM et al., 2015). No entanto, os estudos com esse grupo de abelhas têm se concentrado nas espécies de médio e maior porte dos gêneros *Melipona*, *Scaptotrigona* e *Trigona*, deixando de lado abelhas menores, como aquelas do gênero *Plebeia* (CRUZ et al., 2004; DEL-SARTO et al., 2005; GRECO et al., 2011; BOMFIM et al., 2015).

O gênero *Plebeia* é caracterizado por abelhas de pequeno porte, normalmente entre 3 e 7,5 mm (MICHENER, 2000), e se apresenta amplamente distribuído nas zonas tropicais e subtropicais do continente americano, sendo encontrados exemplares do sul do México ao norte da Argentina. No Brasil, são catalogadas 21 espécies desse gênero (MOURE et al., 2011; ASCHER; PICKERING, 2020).

Devido ao menor volume de recursos alimentares demandados por colônia, estratégia de forrageamento extremamente generalista e plasticidade de adaptação às condições ambientais, espécies desse gênero conseguem apresentar ampla distribuição geográfica e potencial de polinizar flores pequenas normalmente não visitadas por abelhas maiores (HRNCIR; MAIA-SILVA, 2013; LEMOS, 2014; SILVA; MENESES; FREITAS, 2019). No entanto, para realizarem esse importante papel é necessário que as colônias estejam ativas, fortes e com nível de postura alto para gerar maior demanda de pólen e estimular o comportamento de forrageio nas flores (RAMALHO et al., 1985; NUNES-SILVA et al., 2010;

PICK; BLOCHTEIN, 2002a).

As atividades das abelhas, seja dentro dos ninhos ou de voo, indo e vindo do campo, são bons indicativos do potencial de polinização daquela população ou colônia em um dado momento (FILMER, 1932; LICHTENBERG, IMPERATRIZ-FONSECA; NIEH, 2010; NUNES-SILVA et al., 2013; LEMOS, 2014). Porém, enquanto as atividades das abelhas dentro dos ninhos refletem o *status* da colônia em abelhas sociais, a colônia, por sua vez, depende diretamente da atividade externa de voo das abelhas responsáveis pela obtenção de recursos alimentares e água, materiais para construção e manutenção do ninho, além de descarte de dejetos (POLATTO; CHAUD-NETTO; ALVES-JUNIOR, 2014). Dessa forma, a atividade de voo das abelhas se qualifica como um parâmetro efetivo para avaliar o estado geral das populações ou colônias, os padrões de forrageamento e o potencial de polinização daquelas abelhas, e tem sido utilizado em vários estudos que possuem isso como finalidade (HEARD, 1999; PICK; BLOCHTEIN, 2002b; NUNES-SILVA, 2013).

Um fator de grande influência sobre os padrões de atividade de voo é o ambiente externo, bem como os parâmetros meteorológicos (HILÁRIO; IMPERATRIZ-FONSECA; KLEINERT-GIOVANNINI, 2001; HILÁRIO; RIBEIRO; IMPERATRIZ-FONSECA, 2007b). Assim, as condições externas têm maior importância no momento de decisão de forrageio do que a disposição de alimento em campo, fazendo com que abelhas que podem atuar em faixas de temperatura e umidade mais amplas, ou seja, abelhas maiores, tendam a ter vantagem no forrageio sobre as demais (KLEINERT et al., 2009).

Portanto, é de se esperar que abelhas pequenas, como as do gênero *Plebeia* tenham suas atividades de campo limitadas a condições climáticas pouco flexíveis quando comparadas às abelhas de maior porte. De fato, estudos concentrados no Sul e Sudeste do Brasil apontam que, enquanto a umidade relativa em torno de 60 % é ideal para o pico de atividade de *Plebeia emerina* e *Plebeia saiqui*, a temperatura mínima para as campeiras iniciarem o forrageamento em *P. saiqui* não é a mesma em *P. emerina* e *Plebeia remota* (KLEINERT-GIOVANNINI, 1982; PICK; BLOCHTEIN, 2002b). Kleinert-Giovaninni (1982) e Hilário, Ribeiro e Imperatriz-Fonseca (2007a) identificaram que *P. emerina* e *P. remota* restringem as atividades conforme a velocidade do vento. Estudos mostram também que em regiões de alta latitude, abelhas do gênero *Plebeia* apresentam diapausa reprodutiva e diminuição ou até interrupção das atividades externas da colônia decorrentes das condições ambientais desfavoráveis nos meses frios do ano (JULIANI, 1967; PICK; BLOCHTEIN, 2002b).

No entanto, poucos são os estudos sobre espécies do gênero *Plebeia* em condições

tropicais, sendo em sua maioria em condições subtropicais. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivos: (a) conhecer o comportamento da abelha sem ferrão *Plebeia* aff. *flavocincta* (Cockerell, 1912) em condições tropicais ao longo do ano, no que se refere à atividade de voo; (b) investigar quais fatores podem exercer influência nesse tipo de comportamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gênero *Plebeia*

Ao lado de *Protoblebeia*, o gênero *Plebeia* é considerado o representante mais antigo entre os meliponíneos, com exemplares conservados em âmbar (resina fóssil) datando de 25 a 40 milhões de anos atrás (POINAR JR., 1994). De acordo com Camargo e Wittmann (1989), o gênero *Plebeia* teve sua origem na região sudeste do Brasil. Por isso, também são consideradas de grande importância nos estudos de sociabilidade, já que se encontram em um grupo com o comportamento e morfologia mais rudimentares entre os meliponíneos (VAN BENTHEM et al., 1995).

O gênero *Plebeia* pode ser encontrado na região neotropical do continente americano, com indivíduos identificados do norte da Argentina ao sul do México (MICHENER, 2000). Dentre as 42 espécies catalogadas, 21 delas já foram identificadas em território brasileiro (MOURE et al., 2011; ASCHER; PICKERING, 2020). No Brasil, podem ser observadas algumas peculiaridades entre as espécies, como, por exemplo, a *P. emerina*, que é a única que constrói na entrada do ninho um tubo feito de cerume. Outro exemplo está na espécie *Plebeia minima*, a qual as células de cria são construídas como uma unidade separada, onde formam uma matriz irregular na qual nenhuma parede é compartilhada com uma célula adjacente, formando “cachos”. Nos discos de cria das espécies *Plebeia nigriceps* e *Plebeia wittmanni* não há a presença de invólucros, mas sim pilares de cerume em torno dos discos; e ainda há aquelas que não constroem estrutura alguma em torno dos discos de cria, como é o caso da *P. minima* (NOGUEIRA-NETO, 1997; DRUMOND et al., 2000).

A espécie *Plebeia* aff. *flavocincta* é encontrada no nordeste brasileiro e está habituada ao seu clima quente e seco, além das variações de recursos apresentadas ao longo do ano na região (OLIVEIRA, 2015). A abreviação “aff.” (*species affini*) indica uma maior afinidade dos caracteres de diagnóstico com a espécie *Plebeia flavocincta*, estando dentro dos limites aceitáveis da variabilidade da espécie (SIGOVINI; KEPPEL; TAGLIAPIETRA, 2016).

2.2 Atividade de voo e efeitos meteorológicos

Dentro do ninho, as abelhas exercem várias funções. Nos primeiros dias, após emergirem, executam funções de limpeza, construção de células de cria e manipulação do alimento. Em seguida, após dias de atividade interna, variando conforme a espécie, as abelhas desempenham papel de guarda e, então, passam para atividades de voo (NOGUEIRA-NETO, 1997).

Essa atividade de voo, também chamada de atividade externa, a qual inclui a de forrageamento, realizada pelos meliponíneos, consiste na dispersão das abelhas campeiras pelos arredores do ninho com o intuito de encontrar e coletar materiais para construção e manutenção do mesmo, além de descartar dejetos e obter recursos alimentares e água (HILÁRIO et al., 2001). Os estudos comportamentais das atividade de voo são de vital importância na indicação do potencial de polinização da população, buscando o entendimento da relação entre os polinizadores e as plantas visitadas (NUNES-SILVA et al., 2013; LICHTENBERG, IMPERATRIZ-FONSECA; NIEH, 2010; FILMER, 1932; LEMOS, 2014)

Um fator de grande influência sobre os comportamentos da atividade de forrageamento é o ambiente externo. Precipitação, temperatura, velocidade do vento, umidade relativa do ar, além da disponibilidade de recursos alimentares, tem efeito direto sobre os padrões de atividade externa da colônia (HEARD; HENDRIKZ, 1993; HILÁRIO; IMPERATRIZ-FONSECA; KLEINERT-GIOVANNINI, 2001; HILÁRIO; RIBEIRO; IMPERATRIZ-FONSECA, 2007b; BARTOMEUS et al., 2011).

Em relação a influência do vento, Kleinert-Giovaninni (1982) identificou que *P. emerina* restringe as atividades com ventos acima de 4 m/s. Hilário et al (2017b) observaram a menor atividade de voo em colônias de *Plebeia remota* quando a velocidade do vento estava abaixo de 0,5 m/s, e houve restrição de voo quando a velocidade superava 5,5 m/s. A maior intensidade de voo observada por Kleinert-Giovaninni (1982) em *P. emerina* foi sob umidade relativa de 40 a 70 %, resultados aproximados dos encontrados por Pick e Blochtein (2002b) para *P. saiqui* com 40 a 79 %. Para *P.*, a intensidade de voo foi maior sob umidade relativa de 60 a 84 % (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 1985). Para valores de temperatura mínima para início das atividades externas, as campeiras de *P. saiqui* iniciaram as atividades a partir de 11°C e *P. emerina* e *P. remota* a 16°C (KLEINERT-GIOVANNINI, 1982; IMPERATRIZ-FONSECA et al., 1985; PICK; BLOCHTEIN, 2002b).

Trabalhos que avaliaram o efeito da precipitação pluviométrica sobre as abelhas geralmente mencionam que a chuva causa interrupção ou diminuição na atividade externa (OLIVEIRA, 1973; MICHENER, 1974; IWAMA, 1977; KLEINERT-GIOVANNINI, 1982;

KLEINERT-GIOVANNINI; IMPERATRIZ-FONSECA, 1986; HILÁRIO; IMPERATRIZ-FONSECA; KLEINERT-GIOVANNINI, 2001). Porém, em experimento, foi observado *A. mellifera*, *Plebeia* sp. e *Nannotrigona testaceicornis* coletando pólen e néctar em condições de chuva (NOGUEIRA-NETO; CARVALHO; ANTUNES FILHO, 1959). Condições semelhantes foram observadas em *Meliponula nebulata* por Kajobe e Echazarreta (2005).

Pick e Blochtein (2002b) verificaram que durante o período de postura, as abelhas *P. saiqui* iniciaram o voo às 06 h e enceraram às 19 h, com maior intensidade entre 11 e 12 h. No total, a amplitude máxima de horas diárias de atividade foi de 13 h durante o período de postura e 09 h durante o período de diapausa. Para *P. emerina*, o pico de atividade de voo foi entre 13 h e 14h30min (KLEINERT-GIOVANNINI, 1982).

O conhecimento da atividade de voo das abelhas auxilia na compreensão de sua biologia, do estado geral da colônia e do seu padrão de forrageamento (OLIVEIRA, 1973). O estudo da atividade externa é contabilizado através da entrada e saída de abelhas da colônia, com ou sem carga aparente, durante um dado período de tempo (HILÁRIO et al., 2007a).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido com a espécie *Plebeia* aff. *flavocincta* durante o período de setembro de 2017 a agosto de 2018, no Setor de Abelhas, Departamento de Zootecnia (Campus do Pici - Universidade Federal do Ceará), situado em Fortaleza, Ceará (03° 43' 02"S e 38° 32' 35"W e 16 m de altitude).

O Setor de Abelhas encontra-se em um remanescente florestal urbano do tipo vegetacional Floresta de Tabuleiro (DIOGO et al., 2014). O clima característico de Fortaleza é o tropical quente subúmido, com período chuvoso compreendendo os meses de janeiro a maio, conforme a classificação de Köppen (IPECE, 2017). Os parâmetros meteorológicos foram obtidos por meio da estação meteorológica automatizada do Departamento de Engenharia Agrícola (UFC), instalada a aproximadamente 750 m do Setor de Abelhas. A precipitação pluviométrica média anual do período estudado foi de 1516,9 mm com temperatura média de 28,0°C, sendo as médias anuais mínimas e máximas, respectivamente, 23,0 e 31,8°C. Umidade relativa do ar de 73,5 %, insolação de 2.974,7 horas anuais e velocidade dos ventos de 3,4 m/s.

3.2 Atividade de voo

As atividades de voo da abelha *P. aff. flavocincta* foram registradas mensalmente, durante 5 dias consecutivos, em quatro colônias mantidas em colmeias padrão INPA, durante o período de setembro de 2017 a agosto de 2018. As abelhas que entravam e saíam da colmeia foram quantificadas por meio de contadores manuais, durante 10 minutos a cada hora, enquanto havia luz natural (das 06h às 18h, visto que a entrada do ninho era fechada na ausência de luz), conforme descrito por Oliveira (1973). As observações foram realizadas junto a entrada do ninho, do início ao fim das atividades de voo, totalizando 2880 observações, e um esforço amostral de 480 horas. Os comportamentos de voo das abelhas foram classificados em: saída, quando saíam para forragear; lixo, quando saíam com materiais a serem descartados; entrada com pólen, quando entravam com carga polínica visível nas corbículas; e entrada sem pólen, quando entravam na colônia sem carga polínica aparente.

3.3 Análises estatísticas

Devido à distribuição não normal dos dados, foram utilizadas análises não paramétricas. O número de abelhas realizando as atividades de voo foi sondado por meio de uma análise de variância pelo teste de Kruskal-Wallis, seguida do teste de Dunn com ajuste pela metodologia de Bonferroni, a nível de significância de 5%, a fim de comparar os diferentes períodos de atividade ao longo do ano, bem como a diferença entre os meses e período seco e chuvoso nas atividades de voo. Além disso, foi realizado um teste de correlação de Spearman para avaliar possíveis correlações entre os parâmetros climáticos e as atividades de voo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As colônias de *P. aff. flavocincta* mantiveram-se em atividade externa durante todo o ano, sem apresentar interrupção de voos ao campo (Figura 1). A amplitude diária de voo durante o ano estendeu-se das 06 h às 18 h. Assim, a amplitude máxima diária alcançada foi de 12 horas durante o ano. Esses dados contrastam com estudos envolvendo abelhas de mesmo gênero em regiões temperadas, onde *P. saiqui* apresenta diapausa em período de escassez de recursos e atividade limitada de 08 h às 17 h nas épocas mais propícias (PICK; BLOCHTEIN, 2002b). Essa diferença no comportamento das espécies provavelmente ocorre devido, principalmente, as diferenças climáticas entre as suas regiões de ocorrência. Fatores como a temperatura e a umidade podem limitar as atividades de voo da colônia, mudando assim o padrão de horários para forrageamento das abelhas (KLEINERT-GIOVANNINI, 1982; PICK; BLOCHTEIN,

2002b). Essa limitação não ocorre em áreas em que as temperaturas mínimas são mais elevadas, como em zonas tropicais. Na área de estudo do presente trabalho, por exemplo, a temperatura mínima nos horários de observação foi de 23,4 °C, sendo que os trabalhos que apresentam limitação de atividades de voo por fatores climáticos mostram temperaturas limitantes abaixo de 11 °C para espécies do gênero *Plebeia*. A temperatura máxima no período de observações foi de 31,4°C. A umidade relativa do ar apresentou máxima e mínima de 70,1 % e 42 %, respectivamente. Já os valores extremos para velocidade do vento foram de 7,5 m/s (máxima) e 1,0 m/s (mínima). Nenhum desses fatores atuou como limitante da atividade de voo das abelhas *P. aff. flavocincta*.

Uma análise de correlação foi realizada com o intuito de identificar a relação entre parâmetros meteorológicos e as atividades de voo. Os parâmetros meteorológicos que tiveram efeito significativo sobre os comportamentos foram temperatura, umidade relativa e velocidade do vento, não havendo correlação entre as atividades de voo e a precipitação. Entretanto, vale salientar que mesmo no período de chuvas não houve grandes precipitações durante os momentos de observação.

A temperatura apresentou correlação positiva, ainda que fraca, sobre todos os parâmetros comportamentais (Tabela 1). As abelhas *P. aff. flavocincta* iniciavam as atividades a partir das seis horas da manhã, com temperatura em torno dos 23°C. Essas abelhas provavelmente são bem mais sensíveis a temperaturas baixas do que outras espécies do mesmo gênero que ocorrem em regiões subtropicais, como *P. saiqui*, cuja temperatura mínima registrada para início das atividades de voo foi de 11°C (PICK; BLOCHTEIN, 2002b), e *P. emerina*, que não foi observada saindo da colmeia à temperaturas inferiores a 16 °C (KLEINERT-GIOVANINNI, 1982). De fato, apesar de iniciarem as atividades a partir dos 23 °C, as operárias *P. aff. flavocincta* só passaram a forragear plenamente a partir das 09 h, quando a temperatura atingiu 28°C (Figura 2). A baixa amplitude entre as temperaturas mínimas e máximas necessárias para as atividades fora do ninho podem explicar a fraca correlação observada entre a temperatura e as atividades de voo da *P. aff. flavocincta*, ao contrário do observado em outras espécies do mesmo gênero.

A umidade teve influência muito fraca e apenas sobre o comportamento de retirada do lixo, e apresentava uma média anual de 73,5 %, a qual encontra-se dentro dos parâmetros ótimos registrados para *P. saiqui* (40 a 79 %) (PICK; BLOTCHTEIN, 2002b), e aproxima-se dos 40 a 70 % da *P. emerina* (KLEINERT-GIOVANINNI, 1982). Menores taxas de umidade relativa do ar nesse tipo de clima costumam estar atreladas a uma temperatura mais elevada, podendo haver efeito cumulativo de dois parâmetros ambientais nessa resposta.

A velocidade do vento teve correlação muito fraca com as atividades de voo, registrando ao longo do ano uma média de 3,4 m/s. Pick e Blochtein (2002b) notaram que *P. saiqui* apresentou atividade para os valores de 0 m/s e 9 m/s, que foram todos os valores observados no experimento. Entretanto, para *P. emerina* verificou-se que a velocidades superiores a 4 m/s suas atividades eram restringidas (KLEINERT-GIOVANINNI, 1982). Na área do presente estudo, a velocidade do vento costuma ser baixa e sem grandes variações. Dessa forma, apesar do pequeno porte de *P. aff. flavocincta*, esse parâmetro não constituiu fator limitante às atividades externas do ninho.

Já para precipitação pluviométrica, não foi constada correlação com as atividades de voo. Em trabalhos que avaliam o impacto da precipitação pluviométrica sobre as atividades de voo de abelhas, geralmente é mencionado que a intensidade da chuva causa interrupção na movimentação externa (OLIVEIRA, 1973; IWAMA, 1977; KLEINERT-GIOVANNINI, 1982) ou sua diminuição (MICHENER, 1974, KLEINERT-GIOVANNINI; IMPERATRIZ-FONSECA, 1986, HILÁRIO; IMPERATRIZ-FONSECA; KLEINERT-GIOVANNINI, 2001). Nogueira-Neto, Carvalho e Antunes Filho (1959) observaram *A. mellifera*, *Plebeia* sp. e *Nannotrigona testaceicornis* coletando pólen e néctar em condições de chuva. Condições semelhantes foram observadas para *Meliponula nebulata* por Kajobe e Echazarreta (2005). O mesmo foi observado nesse estudo para *P. aff. flavocincta* que voou em condições chuvosas.

As atividades de voo estão todas correlacionadas entre si. Isso indica a importância da avaliação das atividades de voo como indicador da situação geral da colônia, já que essa pode ser reflexo da situação da colônia em relação ao armazenamento de recursos, comportamento higiênico e tamanho da população (HILÁRIO; IMPERATRIZ-FONSECA; KLEINERT, 2000).

Tabela 1. Análise de correlação de Spearman relacionando a influência dos fatores meteorológicos (temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e precipitação pluviométrica) às atividades de voo de *Plebeia aff. flavocincta*; umidade relativa (UR); entrada com pólen (ECP); entrada sem pólen (ESP).

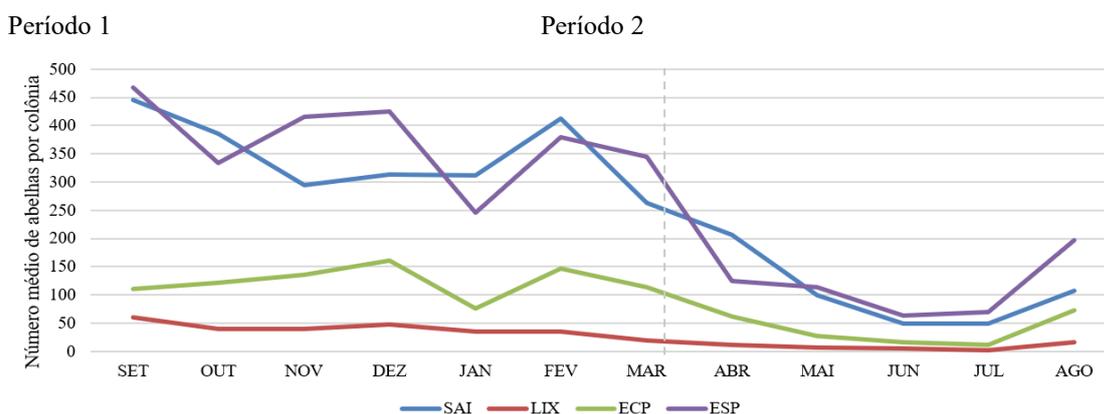
Parâmetros Comportamentais	UR	Velocidade do Vento	Precipitação	Saída	Lixo	ECP	ESP
Temperatura	-0,6803**	0,4294*	-0,6255**	0,3063*	0,3612*	0,2704*	0,3695*
UR		-0,6176**	0,6521**	-0,1517	-0,2963*	-0,0109	-0,228
Velocidade do Vento			-0,3207*	0,3353*	0,4714*	0,2383*	0,3631*
Precipitação				-0,1235	-0,1478	-0,0042	-0,1954
Saída					0,8565**	0,7759**	0,9764**
Lixo						0,7634**	0,8668**
ECP							0,7510**

* $p < 0,05$

** $p < 0,001$

Com base nos dados observados na Figura 1, foi possível distinguir dois períodos de atividade externa: o de grande fluxo de abelhas (período 1), que correspondeu aos meses de setembro a março; e o de baixo fluxo de abelhas (período 2), correspondente aos meses de abril a agosto. O período 1 abrangeu os meses de maior oferta de alimento no campo, o qual houve grandes floradas características do período seco (set-nov) e a floração da maioria das espécies que ocorre no início e meio do período chuvoso (jan-mai). Já o período 2 correspondeu a época de transição entre o período chuvoso e o seco apresentando poucos recursos alimentares disponíveis para as abelhas no campo, que é um fator crucial no fluxo de abelhas em atividade externa (POLATTO; CHAUD-NETTO; ALVES-JUNIOR, 2014).

Figura 1. Parâmetros comportamentais da atividade de voo de *Plebeia aff. flavocincta* ao longo dos meses do ano*; saída (SAI); lixo (LIX); entrada com pólen (ECP); entrada sem pólen (ESP).



*valores correspondentes à dez minutos de observação.

Quando avaliados os períodos de abundância (setembro a março) e escassez (abril a agosto) de recursos em campo, é clara e significativa a diferença entre eles em todas as formas de atividades externas à colônia (Tabela 2). Dessa forma, como a população provavelmente estava maior devido a relação entre a situação geral da colônia e o fluxo de atividade de voo (HILÁRIO; IMPERATRIZ-FONSECA; KLEINERT, 2000), foi possível definir o período de maior abundância e de maior atividade de voo como sendo o ideal para manejos como o de multiplicação das colônias.

Tabela 2. Número médio de abelhas, seguido do erro padrão, desempenhando os parâmetros comportamentais de atividade de voo de *Plebeia aff. flavocincta* nos períodos de setembro a março e abril a agosto em Fortaleza/CE*.

Parâmetros Comportamentais	Período	
	Set – Mar	Abr - Ago
Saída	346,36±7,52a	102,46±7,48b
Lixo	39,83±1,22a	8,34±0,64b
Entrada com pólen	123,74±2,87a	37,97±2,69b
Entrada sem pólen	372,25±9,80a	113,75±7,27b

Diferença entre as letras indicam $p < 0,05$. *valores correspondentes à dez minutos de observação.

Os comportamentos de atividade de voo diferiram entre os meses. Para as atividades de saída, o período de maior fluxo foi entre os meses de setembro a abril. Já para o comportamento higiênico, o maior fluxo de atividades foi entre setembro e fevereiro. O período de agosto a

abril foi o de maior fluxo de entrada com pólen e o de setembro a março para entrada sem pólen (Tabela 3). Esses dados complementam a constatação da existência de dois períodos distintos (período 1 – grande fluxo de abelhas; período 2 – reduzido fluxo de abelhas). Essa diferenciação influencia tanto as atividades de voo de coleta, pela associação com a disponibilidade de recursos no campo, quanto as atividades internas de postura e desenvolvimento da colônia (MOO-VALLE; QUEZADA-EUÁN; WENSELEERS, 2001; HOFSTEDDE; SOMMEIJER, 2006). Isso se dá pelo menor fluxo de coleta de recursos tróficos implicar num menor armazenamento de alimentos, fator esse essencial para o provisionamento das células de cria, e conseqüente diminuição da população da colônia.

Na área de estudo há uma grande diversidade de espécies vegetais que florescem ao longo do ano (DIOGO et al., 2014). Essa área se encontra em um remanescente degradado de floresta de Tabuleiro, mas ainda com uma diversidade florística de espécies vegetais que se comportam e reagem de formas diferentes de acordo com a sazonalidade. Além disso, essa variedade de espécies de plantas que compõe a dieta da *P. aff. flavocincta* faz parte de sua estratégia de sobrevivência, usando os diferentes recursos florais em períodos diferentes (ideal para criação urbana), potencializando a utilização dessas plantas e facilitando a manutenção da população da colônia ao longo do ano (HRNCIR; MAIA-SILVA, 2013).

Tabela 3. Parâmetros comportamentais da atividade de voo de *Plebeia aff. flavocincta* entre os meses do ano; nível de significância (*p*); saída (SAI); lixo (LIX); entrada com pólen (ECP); entrada sem pólen (ESP).

Meses	SAI	LIX	ECP	ESP
SET	444,90a	60,20a	109,85ab	467,50a
OUT	385,95a	40,25ab	121,37a	334,55abc
NOV	294,70abc	40,40ab	135,25a	415,37abc
DEZ	313,42ab	48,32ab	160,85a	425,55abc
JAN	311,80abc	35,00abc	76,20abc	245,40abc
FEV	412,60a	34,85abcd	146,40a	379,55abc
MAR	262,75abc	20,10bcde	114,35ab	344,50abc
ABR	205,90abcd	10,95cde	61,10abcd	125,35bcd
MAI	100,30cd	7,00de	27,80cd	114,40cd
JUN	48,60d	4,75e	15,90d	63,30d
JUL	49,80d	2,10e	11,55d	68,95d
AGO	107,70bcd	16,90cde	73,50abcd	196,75bcd

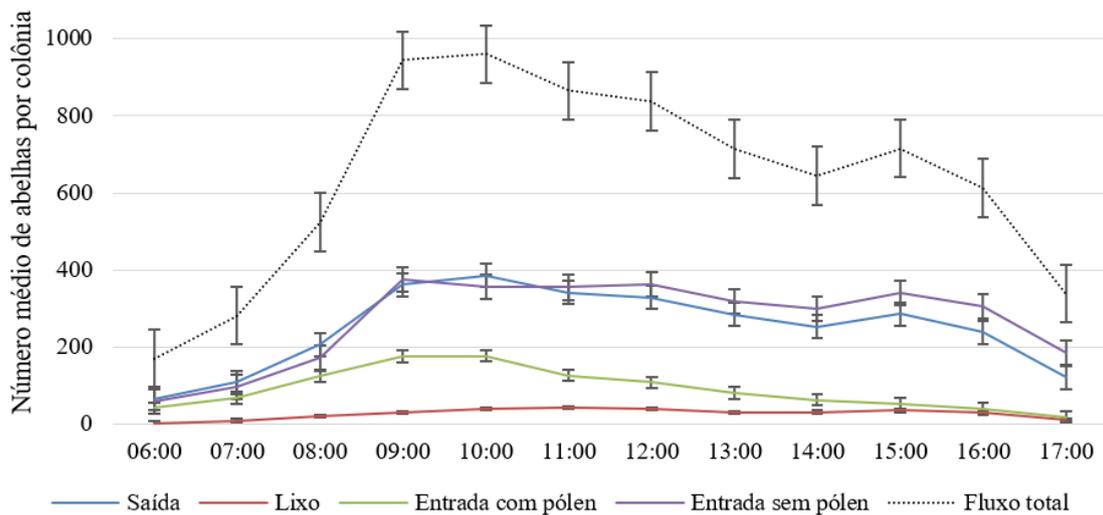
*valores correspondentes à dez minutos de observação.

Em relação aos voos das abelhas ao longo do dia, todas as atividades se iniciaram com poucas operárias às 06 h da manhã e foram progressivamente aumentando o número de abelhas até atingir seu pico entre as 09 h e 10 h. Nesse momento, o fluxo máximo de saída foi de 48 abelhas/min, o de entrada com pólen foi de 9 abelhas/min e entrada de néctar ou água foi de 24 abelhas/min (Figura 2). A exceção foi o comportamento higiênico de jogar fora os detritos produzidos pela colônia (lixo), cujo pico de atividade foi de 4 abelhas/min, entre 10 e 12 h (Figura 2). A partir do momento de pico, o número de abelhas desempenhando as diversas atividades foi reduzindo gradualmente, embora ainda se mantivesse alto até às 16 h, momento em que decresceu rapidamente o número de abelhas, à medida que o final da tarde se aproximava (Figura 2). É importante ressaltar que na latitude onde o estudo foi realizado, escurece a partir das 18 h durante todo o ano. Portanto, há diferença no comportamento de abelhas do gênero *Plebeia* em função de diferentes regiões, visto que, em localidades mais frias, abelhas desse gênero sofrem influência do período do ano no pico de atividade e na amplitude máxima de horas de voo (PICK; BLOCHTEIN, 2002b).

No padrão observado, o pico de saída para o campo e de entrada com pólen são semelhantes, sendo um indicador da estratégia já conhecida para espécies de abelhas sem ferrão

que impõem um maior esforço de coleta quando há uma maior oferta de recursos de alto valor nutricional (MAIA-SILVA et al., 2015). Variações nos picos de atividades podem ser notados em diferentes espécies de abelhas, espécies de um mesmo gênero ou mesmo dentro de uma única espécie (PICK e BLOCHTEIN, 2002b).

Figura 2. Número médio de abelhas *Plebeia* aff. *flavocincta* por colônia em atividade de voo em diferentes horários do dia ao longo do ano.

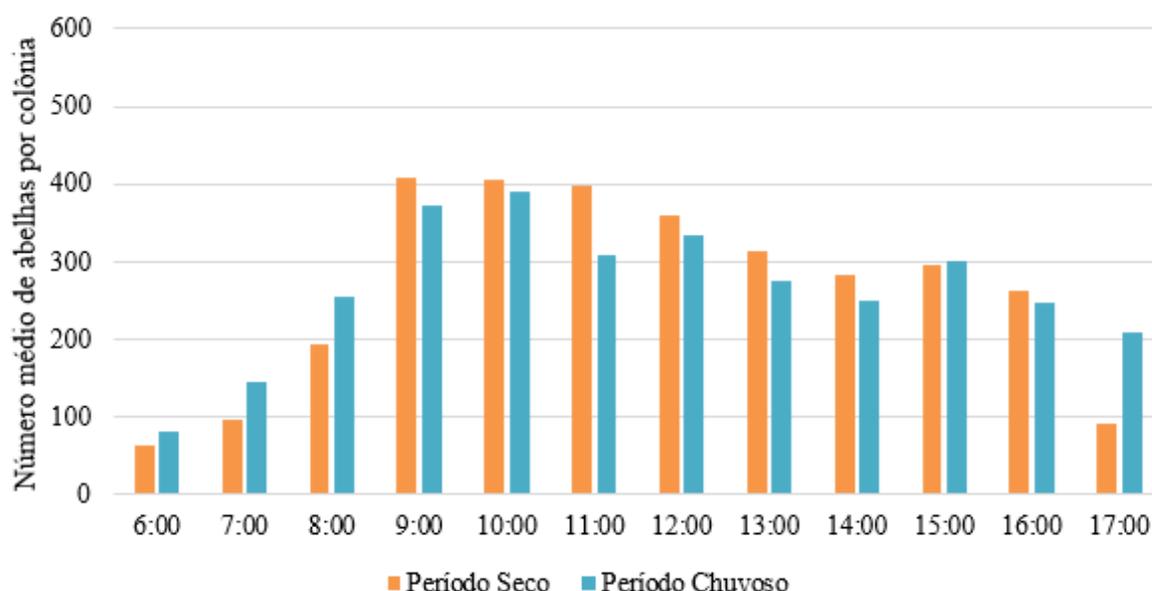


*valores correspondentes à dez minutos de observação.

Na região Nordeste, e no Ceará em particular, o ano costuma ser dividido em dois períodos, o seco e o chuvoso, em função da ocorrência ou não de chuvas influenciando diretamente a disponibilidade de alimentos. Na região litorânea do estado do Ceará, onde o experimento foi realizado, o período de escassez refere-se normalmente à época chuvosa e o período de abundância de recursos remete à época seca, ao contrário do que ocorre para áreas do interior do estado. No entanto, a comparação dos períodos seco e chuvoso, apesar do padrão similar observado para a análise anual apresentada na figura 2, inclusive com a maior movimentação de atividade de voo tendo ocorrido entre 09 h e 10 h em ambos os períodos (Figura 3), não houve diferença significativa ($p < 0,05$) no número médio de indivíduos executando atividade de voo entre os horários. No geral, houve um número maior de abelhas forrageando no período seco do que no período chuvoso, no entanto, sem que tenha havido diferença significativa entre eles. Isso provavelmente deve-se aos picos de coleta de recursos tróficos, apresentados na tabela 2, terem ocorrido em ambos os períodos, o que leva a uma semelhança entre as médias. As operárias *P. aff. flavocincta* aproveitaram de forma eficiente tanto os recursos oferecidos nas floradas características do período seco, quanto do chuvoso.

Em cada um desses períodos houve um pico de floração de determinadas espécies, o que possibilitou a manutenção das populações das colônias. Sendo assim, o desenvolvimento só apresentou limitações nas épocas em que a oferta de recursos tróficos no campo diminuiu drasticamente, como nos períodos de transição chuvoso-seco. Esse período, então, é aquele no qual se deve ter mais atenção às colônias, tanto para alimentação artificial, quanto, de preferência, o cultivo de espécies que forneçam recursos naturais nessa época do ano.

Figura 3. Média do número de indivíduos *Plebeia* aff. *flavocincta* que realizavam atividade de voo em relação ao horário, durante o período seco e chuvoso; saída (SAI); lixo (LIX); entrada com pólen (ECP); entrada sem pólen (ESP).



*valores correspondentes à dez minutos de observação.

Por fim, Silva, Meneses e Freitas (2019) sugerem que o sucesso das abelhas *P. aff. flavocincta* no meio urbano relaciona-se ao fato delas não serem exigentes com relação a recursos tróficos, devido seu raio de voo curto, impossibilitando-as de buscar fontes específicas de alimento. Assim, o presente trabalho mostra que embora essas abelhas não tenham exigência de grandes volumes de recursos tróficos, elas sofrem influência da disponibilidade de recursos, a julgar pela diminuição da atividade em períodos específicos do ano, quando a oferta de alimento no campo é menor.

5 CONCLUSÃO

Em condições tropicais do litoral cearense, as colônias de *Plebeia* aff. *flavocincta* se mantêm ativas durante todo o ano e não apresentam diapausa mesmo em períodos de escassez de alimentos. Portanto, podem ser usadas para polinização agrícola durante todo período anual.

Nas condições estudadas, a atividade externa de voo de *Plebeia* aff. *flavocincta* não está diretamente relacionada aos períodos de ocorrência ou ausência de chuvas, mas sim aos momentos do ano de maior e menor disponibilidade de recursos alimentares dentro do raio de voo da espécie.

As condições meteorológicas observadas em regiões tropicais variam pouco ao longo do ano, tendo pouca influência sobre a atividade de voo de *Plebeia* aff. *Flavocincta*, sendo estas temperatura, umidade relativa e velocidade do vento. No entanto, essa abelha necessita de temperaturas mais altas do que outras espécies do gênero para desempenhar plenamente suas atividades externas do ninho.

REFERÊNCIAS

- AMANO, K.; NEMOTO, T.; HEARD, T. A. What are stingless bees, and why and how to use them as crop pollinators? - a review. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v. 34, n. 3, p. 183-190, 2000.
- ASCHER, J.S.; J. PICKERING. Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). 2020. Disponível em: http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species. Acesso em: 09 nov. 2020.
- BARTOMEUS, I.; ASCHER, J. S.; WAGNER, D.; DANFORTH, B. N.; COLLA, S.; KORNBLUTH, S.; WINFREE, R. Climate-associated phenological advances in bee pollinators and bee-pollinated plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 51, p. 20645-20649, 2011.
- BOMFIM, I. G. A.; BEZERRA, A. D. M; NUNES, A. C.; ARAGÃO, F. A. S.; FREITAS, B. M. Adaptive and Foraging Behavior of Two Stingless Bee Species in Greenhouse Mini Watermelon Pollination. **Sociobiology**, v. 61, p. 502-509, 2015.
- BRUNET, J.; SYED, Z. Enhancing pollination by attracting & retaining leaf cutting bees (*Megachile rotundata*) in alfalfa seed production fields. In: **Meeting Proceedings**. p. 67-73, 2017.
- CAMARGO, J. M. F.; WITTMANN, D. Nest architecture and distribution of the primitive stingless bee *Mourella caerulea* (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae): evidence for the origin of *Plebeia* s. lat on the Gondwana Continent. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Lisse, v. 24, n. 4, p. 213-229, 1989.
- CANE, J. H.; DOBSON, H.E.M.; BOYER, B. Timing and size of daily pollen meals eaten by adult females of a solitary bee (*Nomia melanderi*) (Apiformes: Halictidae). **Apidologie**, v. 48, n. 1, p. 17-30, 2017.
- CRUZ, D. O.; FREITAS, B. M.; SILVA, L. A.; SILVA, E. M. S.; BOMFIM, I. G. A. Adaptação e comportamento de pastejo da abelha jandaíra (*Melipona subnitida*) em ambiente protegido. **Acta Scientiarum (UEM)**, Maringá - PR, v. 26, n. 3, p. 293-298, 2004.
- DEL-SARTO, M. C. L.; PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. O. Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, n.2, p. 260-266, 2005.
- DIOGO, I. J. S.; HOLANDA, A. E. R.; DE OLIVEIRA FILHO, A. L.; BEZERRA, C. L. F. Floristic composition and structure of an urban forest remnant of Fortaleza, Ceará. **Gaia Scientia**, v. 8, n. 1, 2014.
- DRUMOND, P. M.; ZUCCHI, R.; OLDROYD, B. P. Description of the cell provisioning and oviposition process of seven species of *Plebeia* Schwarz (Apidae, Meliponini), with notes on their phylogeny and taxonomy. **Insectes Sociaux**, v. 47, n. 2, p. 99-112, 2000.
- FILMER, R. S. Brood area and colony size as factors in activity of pollination units. **Journal of Economic Entomology**, v. 25, n. 2, p. 336-343, 1932.

- GRECO, M. K.; SPOONER-HART, R. N.; BEATTIE, A. G.; BARCHIA, I.; HOLFORD, P. Australian stingless bees improve greenhouse Capsicum production. **Journal of Apicultural Research**, v. 50, n. 2, p. 102-115, 2011.
- HEARD, T. A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual review of entomology**, v. 44, n. 1, p.183-206, 1999.
- HEARD, T. A.; HENDRIKZ, J. K. Factors influencing flight activity of colonies of the stingless bee *Trigona carbonaria* (Hymenoptera, Apidae). **Australian Journal of Zoology**, v. 41, n. 4, p. 343-353, 1993.
- HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; KLEINERT-GIOVANNINI, A. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (*in litt*) (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**. v. 61, n. 2, p. 191-196, 2001.
- HILÁRIO, S. D.; RIBEIRO, M. F.; IMPERATRIZ- FONSECA, V. L Efeito do vento sobre a atividade de vôo de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Apidae, Meliponini). **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, 2007a.
- HILÁRIO, S. D.; RIBEIRO, M. F.; IMPERATRIZ- FONSECA, V. L. Impacto da precipitação pluviométrica sobre a atividade de vôo de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Apidae, Meliponini). **Biota Neotropica**. v. 7, n. 3, 2007b.
- HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. de M. P. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 2, 2000.
- HOFSTEDE, F. E.; SOMMEIJER, M. J. Effect of food availability on individual foraging specialisation in the stingless bee *Plebeia tobagoensis* (Hymenoptera, Meliponini). **Apidologie**, v. 37, p. 387-397, 2006.
- HRNCIR, M.; MAIA-SILVA, C. The fast versus the furious - On competition, morphological foraging traits, and foraging strategies in stingless bees. In: Vit, P.; Roubik, D. W. (Ed.). **Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots**. Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, 2013, p. 1-13.
- INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). Perfil Municipal. 2017. **Dados disponibilizados pelo IPECE**. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Fortaleza_2017.pdf. Acesso em: 02 jan. 2019.
- IPBES. **Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) on pollinators, pollination and food production**. 2016.
- IWAMA, S. A influência de fatores climáticos na atividade externa de *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponinae). **Bol. Zool. São Paulo**, v. 2, p. 189-20 I, 1977.
- JULIANI, L. A descrição do ninho e alguns dados biológicos sobre a abelha *Plebeia julianii* Moure 1962 (Hymenoptera, Apidae). **Revista Brasileira Entomologia**, v. 12, p. 31-58, 1967.
- KAJOBÉ, R.; ECHAZARRETA, C.M. Temporal resource partitioning and climatological

influences on colony flight and foraging of stingless bees (Apidae, Meliponini) in Ugandan tropical forests. **Afr. J. Ecol.** v. 43, p. 267-275, 2005.

KAKUTANI, T.; INOUE, T.; TEZUKA, T.; MAETA, Y. Pollination of strawberry by the stingless bee, *Trigona minangkabau*, and the honey bee, *Apis mellifera*: an experimental study of fertilization efficiency. **Researches on Population Ecology**, v. 3, n. 1, p. 95-111, 1993.

KERR, W. E. Biologia e manejo da tíuba: a abelha do Maranhão. **São Luís, MA: EDUFMA**, p. 156, 1996.

KLEINERT, A. M. P.; CORTOPASSI-LAURINO, M.; RIBEIRO, M. F.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Abelhas Sociais (Bombini, Apini, Meliponini). In: Panizzi e Parra Eds. **Bioecologia e Nutrição de insetos**. Brasília: EMBRAPA, p 373-426, 2009.

KLEINERT-GIOVANNINI, A. influence of climatic factors on flight activity of *Plebeia emerina* Friese (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) in winter. **Revista Brasileira de Entomologia**, 1982.

KLEINERT-GIOVANNINI, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Flight activity and responses to climatic conditions of two subspecies of *Melipona marginata* Lepeletier (Apidae, Meliponinae). **Journal of apicultural research**, v. 25, n. 1, p. 3-8, 1986.

LEMOS, C. Q. **Abelha *Plebeia aff. flavocincta* como potencial polinizador do cacauieiro (*Theobroma cacao* L.) no semiárido brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, p. 47, 2014.

LICHTENBERG, E. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NIEH, J. C. Behavioral suites mediate group-level foraging dynamics in communities of tropical stingless bees. **Insectes sociaux**, v. 57, n.1, p. 105-113, 2010.

MAGALHÃES, C. B.; FREITAS, B. M. Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. **Apidologie**, v. 44, n. 2, p. 234-239, 2013.

MAIA-SILVA, C.; HRNCIR, M.; SILVA, C. I.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Survival strategies of stingless bees (*Melipona subnitida*) in an unpredictable environment, the Brazilian tropical dry forest. **Apidologie**, v. 46, n. 5, p. 631-643, 2015.

MICHENER, C.D. The social behavior of the bees: a comparative study. **The Belknap Press of Harvard University Press**, Cambridge., 404p, 1974.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. JHU press, 2000.

MOO-VALLE, H.; QUEZADA-EUÁN, J. J. G.; WENSELEERS, T. The effect of food reserves on the production of sexual offspring in the stingless bee *Melipona beecheii* (Apidae, Meliponini). **Insectes Sociaux**, v. 48, n. 4, p. 398-403, 2001.

MOURE, J.S.; URBAN, D.; MELO, G.A.R. **Catálogo de abelhas Moure**, 2011. Disponível em: <http://moure.cria.org.br/>. Acesso em: 21 fev. 2019.

NOGUEIRA-NETO, P. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. **São Paulo:**

Nogueirapis, 445 p, 1997.

NOGUEIRA-NETO, P.; CARVALHO, A.; ANTUNES FILHO, H. Efeito da exclusão dos insetos polinizadores na produção do café Bourbon. **Bragantia**, v. 18, p. 441-468, 1959.

NUNES-SILVA, P.; HILÁRIO, S. D.; SANTOS FILHO, P. D. S.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Foraging activity in *Plebeia remota*, a stingless bees species, is influenced by the reproductive state of a colony. **Psyche: A Journal of Entomology**, 2010.

NUNES-SILVA, P.; HRNCIR, M.; DA SILVA, C. I.; ROLDÃO, Y. S.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. **Apidologie**, v. 44, n. 5, p. 537-546, 2013.

OLIVEIRA, M. A. C. Um método para a avaliação das atividades de voo em *Plebeia saiqui* (Friese) (Hymenoptera, Meliponinae). **Boletim de Zoologia e Biologia Marinha**, São Paulo, v. 30, n. 30, p. 625-631, dec. 1973.

OLIVEIRA, F. L. **Atividade de voo de *Plebeia* aff. *flavocincta* (Apidae, Meliponini) e sua relação com fatores abióticos**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Departamento de Ciência Animal, Universidade Federal do Rural do Semi-árido, Mossoró, p. 47, 2015.

PICK, R. A.; BLOCHTEIN, B. Atividades de coleta e origem floral do pólen armazenado em colônias de *Plebeia saiqui* (Holmberg) (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 1, p. 289-300, 2002a.

PICK, R. A.; BLOCHTEIN, B. Atividades de vôo de *Plebeia saiqui* (Holmberg) (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) durante o período de postura da rainha e em diapausa. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 3, p. 827-839, 2002b.

POINAR JR., G. Bees in fossilized resin. **Bee World**, v. 75, n.2 p.71-77. 1994.

POLATTO, L. P.; CHAUD-NETTO, J.; ALVES-JUNIOR, V. V. Influence of abiotic factors and floral resource availability on daily foraging activity of bees. **Journal of insect behavior**, v. 27, n.5, p. 593-612, 2014.

PUTRA, R. E.; PERMANA, A. D.; KINASIH, I. Application of Asiatic honey bees (*Apis cerana*) and stingless bees (*Trigona laeviceps*) as pollinator agents of hot pepper (*Capsicum annum L.*) at local Indonesia farm system. **Psyche: A Journal of Entomology**, 2014.

RAMALHO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINEKT-GIOVANNINI, A.; CORTOPASSI-LAURINO, M. Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* Holmberg (Apidae, Meliponinae). **Apidologie**, v. 16, n. 3, p. 307-330, 1985.

SIGOVINI, M.; KEPPEL, E.; TAGILAPIETRA, D. Open nomenclature in the biodiversity era. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 7, n. 10, p. 1217-1225, 2016.

SILVA, J. G.; MENESES, H. M.; FREITAS, B.M. Foraging behavior of the small-sized stingless bee *Plebeia* aff. *flavocincta*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 3, 2019.

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

STERK, G.; PETERS, B.; GAO, Z.; ZUMKIER, U. Large-scale monitoring of effects of clothianidin-dressed OSR seeds on pollinating insects in Northern Germany: effects on large earth bumble bees (*Bombus terrestris*). **Ecotoxicology**, v. 25, n. 9, p. 1666-1678, 2016.

VAN BENTHEM, F. D. J.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; VELTHUIS, H. H. W. Biology of the stingless bee *Plebeia remota* (Holmberg): observations and evolutionary implications. **Insectes Sociaux**, v. 42, n. 1, p. 71-87, 1995.