



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA – PPGZ

JAMESON GUEDES DA SILVA

**COMPORTAMENTO DE FORRAGEIO DA ABELHA SEM FERRÃO DE PEQUENO
PORTE *Plebeia* aff. *flavocincta* EM FLORES ARTIFICIAIS**

FORTALEZA

2018

JAMESON GUEDES DA SILVA

COMPORTAMENTO DE FORRAGEIO DA ABELHA SEM FERRÃO DE PEQUENO
PORTE *Plebeia aff. flavocincta* EM FLORES ARTIFICIAIS

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: Abelhas e Polinização.

Orientador: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.

FORTALEZA

2018

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)

D11c da Silva, Jameson Guedes.
Comportamento de forrageio da abelha sem ferrão de pequeno porte *Plebeia aff. flavocincta* em flores artificiais / Jameson Guedes da Silva. – 2018.
57 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas.

1. Abelhas nativas. 2. Tamanho corporal. 3. Forrageamento. 4. Recurso floral. I. Título.

CDD 636.08

JAMESON GUEDES DA SILVA

COMPORTAMENTO DE FORRAGEIO DA ABELHA SEM FERRÃO DE PEQUENO
PORTE *Plebeia* aff. *flavocincta* EM FLORES ARTIFICIAIS

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: Abelhas e Polinização.

Aprovada em: 27 de agosto de 2018.

BANCA EXAMINADORA

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

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

Dr. Isac Gabriel Abrahão Bomfim
Faculdade Cisne Quixadá

Dedico ao único Deus,
Por ter me criado à sua imagem,
Conforme sua semelhança,
Por ter me escolhido,
Ainda que pequeno,
Ainda que informe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que tanto amo, sobre quem posso lançar minhas ansiedades, pela sua amizade, companhia, por me conhecer muito bem.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (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 meu orientador, **Prof. PhD Breno Magalhães Freitas**, pelos ensinamentos repassados durante o período do mestrado, e de contribuir de forma excelente para esta dissertação.

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

Aos meus pais, **José Luiz de Silva** e **Francisca Helena Guedes da Silva**, pela orientação, amor, carinho e incentivo aos estudos.

Aos meus irmãos, **Daslan Guedes da Silva**, **Israel Guedes da Silva** e **Samuel Guedes da Silva**, por todo apoio e companheirismo.

Às minhas cunhadas **Liane Maia**, **Aline Aragão**, pelo papel de irmãs que sempre prestaram.

À minha sobrinha **Luiza**, por toda alegria que traz à nossa família.

Aos amigos da ONG AFS Intercultura Brasil **Herson Carlos** e **Daniella Nogueira**.

Às amigas da igreja Assembléia de Deus no Henrique Jorge **Lívia Freitas dos Santos** e **Michele Ribeiro de Moraes**.

Aos amigos **João André**, **Rogério Aguiar** pela amizade que perdura apesar da distância.

Aos amigos **Júlio Dávila** e **Cleidiane Viana**, por todo o apoio.

Aos eternos amigos **Guelda**, **Isabela**, **Keniesd** e **Rafaela**, pela constante amizade desde o ingresso à faculdade.

Aos colegas do Setor de Abelhas **Artur Bruno**, **Conceição**, **Diego Lourenço**, **Diego Bezerra**, **Epifânia**, **Felipe**, **Felipe Jackson**, **Gercy**, **Hiara**, **Janaely**, **Jânio**, **Leonardo**, **Marcela**, **Mikail**, **Victor**, **Nayanny**.

Em especial agradeço aos meus amigos **Hiara Menses** e **Renato Passos** pela amizade, motivação e inspiração para a concluir este trabalho.

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

Como são doces para o meu paladar as tuas
palavras! Mais que o mel para a minha boca!
(Salmos, 119: 103)

RESUMO

O conhecimento do comportamento de forrageio das abelhas sem ferrão é fundamental na compreensão da relação destes polinizadores com as plantas que visitam. Portanto, objetivou-se investigar o raio e comportamento de voo no forrageamento da abelha *Plebeia* aff. *flavocincta*, e testar a atratividade de diferentes concentrações de xarope em diferentes distâncias. O padrão de forrageio ao longo do dia, a preferência das abelhas pela concentração em açúcar do néctar e sua relação com a distância da colônia foram investigados por meio de manipulações desses parâmetros com flores artificiais contendo diferentes concentrações de xarope e colocadas a distâncias variadas das colmeias. Para avaliar a atratividade do xarope foram utilizadas oito concentrações diferentes (0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% e 70%) e testadas em diferentes distâncias (0m, 15m, 30m e 45m). As abelhas *P. aff. flavocincta* forragearam das 6h às 17h30, com pico de forrageio das 9h às 11h30 e apresentaram preferência por maiores concentrações de xarope (60% e 70%), embora tenham forrageado indiscriminadamente nas concentrações e distâncias variáveis. Conclui-se que devido ao seu porte reduzido, essa espécie necessita de temperaturas mais altas que espécies de porte maior para forragear plenamente e apresenta preferência por fontes mais concentradas de açúcar, no entanto não abre mão de explorar outras fontes com menores concentrações existentes dentro do seu raio de voo. Essa estratégia pode auxiliar em explicar porque uma abelha de porte reduzido e raio de voo limitado como *P. aff. flavocincta* consegue apresentar uma distribuição geográfica tão ampla e colonizar áreas altamente antropizadas onde fontes naturais de néctar são geralmente escassas a curtas distâncias.

Palavras-chave: Abelhas nativas. Tamanho corporal. Forrageamento. Recurso floral.

ABSTRACT

Knowing the foraging behavior of stingless bees is essential for the comprehension of the relationship between these pollinators and the plants they visit. Therefore, the aim of this study was to assess the flight radius and foraging behavior of the bee *Plebeia* aff. *flavocincta*, as well as to test attractiveness of different syrup concentrations within different distances. The forage pattern along the day, preference of bees for sugar concentration in nectar and the relationship with distance from the colony were assessed by the means of manipulating those parameters with artificial flowers containing different syrup concentrations and displayed at varying distances. From the colonies, in order to assess the syrup attractiveness, eight sugar concentrations were used (0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% e 70%) and tested within different distances (0m, 15m, 30m e 45m). The bees *P.* aff. *flavocincta* foraged from 6h to 17h30, with a foraging peak from 9h to 11h30 and showed a preference for higher syrup concentrations (60% and 70%) though have foraged indiscriminately within the tested sugar concentrations and varying distances. We have concluded that due to the small size, this species need higher temperatures when compared to species with greater body sizes in order to fully forage, and they showed preference for more concentrated sugar sources, however not abandoning other existing sources with lower sugar concentrations within their flight radius. Such strategy may explain why a small-sized and flight-limited bee such as *P.* aff. *flavocincta* achieve a vast geographic distribution and settle in highly anthropized areas where natural sources of nectar are usually scarce within short distances.

Keywords: Native bee. Artificial feeding. Nectar concentration. Meliponini. Body size.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Desenho esquemático da flor artificial usada nos experimentos com a abelha de pequeno porte *Plebeia* aff. *flavocincta*, confeccionado com um tubo de pressão 10 mL, quatro tubos Eppendorf dispostos radialmente, e um chumaço de lã sintética amarela simulando uma inflorescência..... 32
- Figura 2 – As flores artificiais visitadas e a concentração do xarope coletado pelas abelhas *Plebeia* aff. *flavocincta* eram facilmente identificados no retorno à colmeia em função da coloração que seus abdomens adquiriam ao recolherem o xarope : **A)** verde; **B)** azul; **C)** amarela; **D)** vermelha, na área experimental do Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará..... 35
- Figura 3 – Desenho esquemáticos do experimento de distâncias utilizando-se quatro conformações de concentração de xarope nas flores artificiais..... 36

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Número médio instantâneo de abelhas *Plebeia aff. flavocincta* visitando as flores artificiais com xarope a 50% de concentração de açúcar, em quatro intervalos de horas ao longo do dia. Fortaleza, Ceará..... 37
- Tabela 2 – Número médio instantâneo de abelhas *Plebeia aff. flavocincta* visitando flores artificiais contendo xarope em diferentes concentrações de açúcar em quatro intervalos de horas ao longo do dia. Fortaleza, Ceará..... 40
- Tabela 3 – Número médio de abelhas *Plebeia aff. flavocincta* entrando na colmeia a intervalos de 10 minutos tendo forrageado em flores artificiais contendo xaropes de diferentes concentrações de açúcar e dispostas a distância variáveis das colmeias..... 41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
3	COMPORTAMENTO DE FORRAGEIO DA ABELHAS SEM FERRÃO DE PEQUENO PORTE <i>Plebeia aff. flavocincta</i>.....	29
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os insetos são encontrados largamente distribuídos nos diversos habitats do planeta, sendo a presença de cada espécie restrita aos locais satisfatórios às suas necessidades de sobrevivência (BYERS; SADOWSKY; LEVI-ZADA, 2018; DOWNES; KAVANAUGH, 1988; ZWICK, 2009). Para tanto, o hábito social das espécies de insetos se desenvolveu ao longo da história evolutiva destes indivíduos como uma maneira de defesa, procriação e busca de alimentos (ZABLOTNY, 2009). Dentre estes, as abelhas desenvolveram hábitos sociais utilizando-se de estratégias de forrageio de acordo com as necessidades do ninho.

O forrageio nas espécies animais consiste nas diferentes ações comportamentais de busca, coleta e armazenamento dos recursos alimentares essenciais na permanência e propagação da espécie no ambiente onde vivem (STEPHENS; BROWN; YDENBERG, 2007). Assim, fatores como a recompensa energética de recursos (HEINRICH; RAVEN, 1972), a necessidade alimentar do indivíduo (CHARRIÈRE et al., 2010), a densidade e qualidade de recursos presentes em uma área (HUBBELL; JOHNSON, 1978) exercem influência sobre as espécies modelando os diferentes hábitos de forrageio que estas podem aderir.

No forrageio das abelhas ocorre a busca e transporte de alimento nos arredores do ninho. Além das abelhas especialistas, que visitam poucas espécies vegetais para a busca de recursos, abelhas generalistas, como a *Apis mellifera* e as abelhas sem ferrão podem visitar uma ampla diversidade de plantas (MICHENER, 1979; TAURA; LAROCA, 2004; MICHENER, 1979; MONTEIRO; RAMALHO, 2010; TAURA; LAROCA, 2004). Em função disso, a recompensa energética é um fator decisivo na escolha das fontes de recursos exploradas pelas abelhas e outros visitantes florais (HEINRICH; RAVEN, 1972). (HEINRICH; RAVEN, 1972), onde as fontes de recursos escolhidas sejam as que mais satisfaçam suas necessidades (REAL, 1981).

Dentre os visitantes florais as abelhas são os mais abundantes, apresentando preferência pelas áreas mais próximas do ninho evitando que maiores distâncias sejam percorridas desnecessariamente (FERREIRA, 2008). Além disso, possuem um comportamento de busca e coleta de recursos que favorece a polinização de forma efetiva de diversas espécies de plantas (FREITAS, 2018), o que fundamenta a utilização de abelhas para a polinização de diversas culturas agrícolas (DELAPLANE; MAYER, 2000).

A fim de poder utilizar estas abelhas na polinização de plantas cultivadas se faz necessário conhecer o comportamento, o hábito de forrageio e a preferência por recursos das

diferentes espécies. Porém os poucos estudos com forrageamento em espécies de abelhas sem ferrão estão voltados para as espécies de maior porte corporal (LINCHTENBERG; IMPERATRIZ-FONSECA; NIEH, 2010).

Objetivou-se com este trabalho estudar o comportamento de forrageamento da abelha sem ferrão de pequeno porte *Plebeia* aff. *flavocinta* avaliando o raio de voo e atratividade de xaropes em diferentes concentrações de açúcar.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Os insetos estão amplamente distribuídos no planeta, sendo suas espécies representantes restritas aos habitats que satisfaçam as necessidades de nidificação e alimentação, em regiões que apresentem fatores abióticos ideais para o desenvolvimento de suas atividades (BYERS; SADOWSKY; LEVI-ZADA, 2018; DOWNES; KAVANAUGH, 1988; ZWICK, 2009). Para tanto, ao longo da história evolutiva, várias populações de insetos desenvolveram hábitos de socialidade, apresentando alguma forma de comportamento social como uma estratégia de defesa, procriação, busca e armazenamento de recursos (ZABLOTNY, 2009).

Dentre os insetos, as abelhas podem apresentar diferentes níveis de socialidade. Os hábitos sociais variam desde espécies solitárias, onde fêmeas constroem seus ninhos e coletam alimento tanto para si quanto para suas crias, até espécies sociais onde dois ou até milhares de indivíduos compartilham o mesmo ninho, dividindo tarefas para a manutenção da colônia e das crias (MICHENER, 1974, 2007; MOLUMBY; PRZYBYLOWICZ, 2012)

Normalmente as abelhas não somente são os visitantes florais mais abundantes, mas também apresentam comportamento de forrageio propício à uma polinização efetiva (FREITAS, 2018). Salvo por algumas exceções, as abelhas são insetos exclusivamente fitófagos e se destacam como os agentes polinizadores mais importantes para as plantas angiospermas, sendo essenciais para a agricultura moderna (DELAPLANE, 2000; HERRERA, 1990; ROUBIK, 1982).

Comportamento de forrageio

O forrageio é uma atividade essencial que faz parte do comportamento das mais diversas espécies de animais. O mesmo consiste em diferentes condutas nas quais as espécies buscam por recursos alimentares necessários à sua propagação e permanência no ambiente em que se encontram, tomando decisões entre estratégias de forrageio, o que implica na maneira como estes animais se organizam para encontrar recursos (STEPHENS; BROWN; YDENBERG, 2007).

No processo de busca por alimento, observa-se que os recursos podem não estar distribuídos uniformemente no campo e, por vezes, a qualidade destes não é satisfatória. Dessa forma, decisões são tomadas pelos grupos de indivíduos de modo a obter a maior recompensa com o mínimo de gasto energético. Essas decisões comportamentais devem ser

entendidas como o equilíbrio entre os custos energéticos e os ganhos, com o intuito de se atingir condições ideais para a maior eficiência do forrageio (SCOTT, 2005).

Nas abelhas o forrageio consiste da busca e o transporte de alimentos, podendo essas serem classificadas como oligoléticas ou poliléticas. As abelhas oligoléticas (especialistas) tendem a visitar poucas espécies vegetais, sendo sua distribuição limitada de acordo com a disponibilidade de plantas que visitam, como por exemplo, as abelhas do gênero *Osmia* (ROCHA, 2017). Enquanto isso, as abelhas poliléticas (generalistas) visitam uma diversidade de espécies de plantas a fim de obter recursos (MICHENER, 1979; TAURA; LAROCA, 2004) onde a abelha *Apis mellifera* é o exemplar mais conhecido (HUNG *et al.*, 2018). Abelhas “especialistas” são mais seletivas quanto aos recursos que buscam enquanto que abelhas “generalistas” usam recursos oportunamente de acordo com a disponibilidade no campo (FRÜND; LINSENMAIR; BLÜTHGEN, 2010). Este comportamento polilético é também observado nas abelhas sem ferrão (MONTEIRO; RAMALHO, 2010).

O comportamento de forrageio dos visitantes florais, dentre outros fatores, é influenciado pela recompensa energética que pode ser obtida das diferentes espécies vegetais (HEINRICH; RAVEN, 1972). Para Hubbell e Johnson (1978) os padrões distintos de forrageio e especialidade na coleta de diferentes graus de densidade de recursos disponíveis permite a coexistência de várias espécies de abelhas nativas em uma mesma área, onde os recursos sejam limitados. Assim, estes indivíduos selecionam as flores escolhendo as fontes de recursos que melhor satisfazem suas necessidades (REAL, 1981). Outros fatores também podem modificar o comportamento de forrageio de uma abelha em relação à uma espécie de planta, tais como a própria necessidade alimentar do indivíduo, bem como a existência de outras fontes de recursos nas áreas de forrageio (CHARRIÈRE *et al.*, 2010).

Os padrões de forrageamento em diferentes espécies de abelha são estabelecidos pela relação custo/benefício relacionada com os gastos necessários para a obtenção de recursos, bem como a qualidade e quantidade dos recursos disponíveis em campo (CARVALHO-ZILSE *et al.*, 2007). Durante o forrageio, as abelhas tendem a poupar energia, apresentando preferência pelas áreas mais próximas do ninho. Desta forma, longas distâncias não são percorridas desnecessariamente, havendo menos gasto de tempo em cada coleta e maiores quantidades de recursos transportados (FERREIRA, 2008; PIERROT; SCHLINDWEIN, 2003; SEELEY, 1994). Segundo Dornhaus *et al.* (2006), além da disponibilidade de alimento no campo, o porte corporal da abelha pode influenciar na distância total percorrida pelas operárias campeiras durante as atividades de forrageio.

Estudos mostram que o tamanho corporal das abelhas é um fator que influencia a

distância máxima de forrageio percorrida por várias espécies. Em abelhas solitárias, a espécie de pequeno porte *Megachile rotundata* atinge distância máxima de forrageio de 100 m, enquanto que abelhas de grande porte como *Xylocopa flavorufa* podem atingir mais de 10.000 m de raio de voo (PASQUET *et al.*, 2008; TASEI; DELAUDE, 1984; ZURBUCHEN *et al.*, 2010). Em se tratando de abelhas sem ferrão, Nieuwstadt e Iraheata (1996) e Araújo *et al.* (2004) sugerem que a distância de deslocamento em Meliponíneos se dá em função do tamanho corporal da espécie, sendo este um fator limitante da capacidade máxima de voo. O mesmo ocorre dentro da mesma espécie, pois Kuhn-Neto *et al.* (2009) observaram que colônias de *Melipona mandacaia* com operárias de maior tamanho corporal chegavam a forragear em distâncias 400 m a mais do que colônias com operárias de menor tamanho.

Nas abelhas sociais, a intensidade do forrageio pode ser adaptada de acordo com as necessidades dentro de uma colônia de forma a não haver relevantes perdas de eficiência na coleta de recursos. Isso se dá através do recrutamento de novas abelhas campeiras, realocação de campeiras ativas ou pela intensificação da atividade de abelhas já em forrageio (ANDERSON; RATNIEKS, 1999; HOFSTEDE; SOMMEIJER, 2006; ROTJAN *et al.*, 2002). Além disso, a escolha para a coleta de um recurso tem grande influência nas decisões futuras de forrageio, onde informações de viagens anteriores são utilizadas para decisão de onde e qual recurso coletar, enquanto que informações compartilhadas entre indivíduos do mesmo ninho são principalmente utilizadas para decidir quando o forrageio deve iniciar (HOFSTEDE; SOMMEIJER, 2006).

Uso de flores artificiais no comportamento de forrageio

Flores artificiais têm sido um recurso de grande importância no desenvolvimento desses estudos comportamentais relacionados aos agentes polinizadores (HARTLING; PLOWRIGHT, 1979; JOHNSON, 1981; REAL, 1981; PLOWRIGHT *et al.*, 1999; RUSSEL; PAPAJ, 2016; SMITHSON; MACNAIR, 1997; KEASAR, 2000; THOMSON *et al.*, 2012). A utilização destas flores artificiais em pesquisas com abelhas teve seus primórdios há quase um século (CLEMENTS; LONG, 1923). Em estudos comportamentais de abelhas polinizadoras, flores artificiais são utilizadas com frequência devido a sua facilidade de manuseio, manipulação dos aspectos florais, controle da qualidade e quantidade de recursos e o tempo que estes são ofertados, havendo também a facilidade de reabastecimento destes recursos durante a realização dos experimentos (ESSEMBERG, 2015; GEGEAR; LAVERTY, 2005).

Estas flores podem ser desenhadas de tal forma que além de possuir características atrativas visuais e olfativas ao polinizador, também comporte o fornecimento dos diferentes recursos que estes polinizadores encontrariam em condições naturais, tais como água, néctar e pólen (THOMPSON *et al.*, 2012). De acordo com Makino e Sakai (2007), flores de maiores tamanhos tendem a atrair abelhas com menos experiência de forrageio, as quais permanecem coletando recursos no mesmo local se houver oferta destes em abundância.

Portanto, o tamanho e a aparência de flores artificiais têm importância para atratividade inicial das abelhas, porém, uma vez que elas tenham aprendido o local onde as flores estejam dispostas, a maior importância estará na permanência da oferta dos recursos mais do que na própria aparência. Estas flores provavelmente tenham sido pouco exploradas em sua totalidade, havendo a possibilidade de desenvolvimento de mais pesquisas que abranjam os mais diversos ambientes e espécies de polinizadores (THOMPSON *et al.*, 2012).

Forrageio e fatores climáticos

A atividade de voo das abelhas pode ser influenciada por fatores abióticos, tais como a temperatura, intensidade luminosa, umidade relativa do ar e a velocidade do vento (BOSCH, 2000; CORBET *et al.*, 1993; HILÁRIO *et al.*, 2000; VICENS; KLEINERT-GIOVANNINI; IMPERATRIZ-FONSECA, 1986). Dentre esses, a temperatura se destaca como o principal fator, influenciando no comportamento das abelhas em relação às flores que visitam (BURRILL; DIETZ, 1981; HILÁRIO *et al.*, 2001; ROUBIK, 1989). É sabido que as abelhas como um todo podem viver em temperaturas que variam de 0°C até em torno de 40°C (HEINRICH, 1993). Porém, temperaturas extremas, ainda que muito quentes ou muito frias, restringem atividade de voo nas abelhas (HILÁRIO *et al.*, 2000). Assim, as temperaturas do ambiente exercem grande influência sobre suas atividades, determinando padrões de forrageamento entre as diferentes espécies (HILÁRIO *et al.*, 2000), influenciando também na escolha das abelhas por fontes de alimento em diferentes temperaturas (DYER *et al.*, 2006; NORGATE *et al.*, 2000).

A capacidade de termorregulação das abelhas tem relação com o tamanho corporal da espécie, sendo limitada em abelhas de menor porte (BISHOP; ARMBRUSTER, 1999), que iniciam suas atividades de forrageio mais tarde quando comparadas a abelhas maiores (CARVALHO-ZILSE *et al.*, 2007; HILÁRIO *et al.*, 2000, 2001; KLEINERT-GIOVANNINI; IMPERATRIZ-FONSECA, 1986). O tamanho pequeno destes indivíduos resulta em uma alta

relação superfície/volume, o que proporciona a ocorrência de grande troca de calor com o meio (CAMPOS; GOIS; CARNEIRO, 2010).

Ainda dentre os fatores climáticos, pode-se destacar também a umidade relativa do ar, exercendo influência em diferentes espécies. Em estudo realizado com a abelha *Apis mellifera*, Alves, Cassino e Prezoto (2015) observaram que estas não forrageavam em umidade relativa acima de 81%, atribuindo-se ao fato da umidade influenciar no peso do corpo destas abelhas com conseqüente gasto elevado de energia. Kleinert-Giovannini e Imperatriz-Fonseca (1986) encontraram que a abelha *Melipona marginata marginata* apresentou intensidade de voo ótima com umidade relativa na faixa de 40-70%. Enquanto que Borges e Blochten (2005) constataram que em *Melipona marginata obscura* esta faixa ótima esteve entre 81-90%.

Varição de tamanho corporal em Meliponini

Os visitantes florais são diversos em seus tamanhos, aspectos, estruturas, flores que visitam e exigências nutricionais (ALVES-DOS-SANTOS *et al.*, 2016). Do mesmo modo, as flores das angiospermas variam em termo de cores e formas de órgãos periantais, quantidade de componentes em suas estruturas, e presença de alguns órgãos tais como sépalas, estames, pétalas e carpelos (SOLTIS; SOLTIS, 2014). Tais características refletem a convergência evolutiva na adaptação das flores aos grupos de polinizadores mais eficientes (ROSAS-GUERRERO *et al.*, 2014).

A alta especialização entre as flores e seus polinizadores apresenta-se como um mecanismo complexo que possibilita a coexistência destas espécies (FRÜND; LINSENMAIR; BLÜTHGEN, 2010). O tamanho corporal dos visitantes florais se destaca como uma das características que pode influenciar na captação de néctar em flores com corola longas e tubulares, e para adentrar as flores estreitas (ALVES-DOS-SANTOS *et al.*, 2016). Além destes fatores, abelhas de menor porte apresentam maior flexibilidade para adaptação em áreas de recursos mais escassos, sendo os recursos florais mais rentáveis a estas (POLATTO; CHAUD-NETTO; ALVES-JUNIOR, 2014).

Nos meliponíneos o tamanho pequeno dos indivíduos resulta em uma alta relação superfície/volume, o que proporciona a ocorrência de grande troca de calor com o meio, onde a regulação de suas atividades sofre influência das temperaturas do ambiente em que se encontram (CAMPOS; GOIS; CARNEIRO, 2010). Assim, o tamanho corporal pode atuar como um dos fatores limitantes à sua máxima capacidade de voo (ARAÚJO *et al.*, 2004).

Para Ramalho *et al.* (1994) esta variação de tamanho em operárias estabelece uma importante relação entre a quantidade mínima de abelhas a fim de garantir a eficiência de forrageio a nível de colônia. Os autores ressaltam que abelhas sem ferrão de menor porte possuem maior capacidade de carga de pólen em relação ao seu corpo, obtendo mais rentabilidade na coleta do recurso quando comparado às espécies maiores, desta forma, obtém taxas de recompensa superiores mesmo em situações de baixa oferta no campo.

Segundo Michener (2007) o gênero *Plebeia* engloba os menores indivíduos pertencentes ao grupo de abelhas sem ferrão (Apidae: Apinae, Meliponini), sendo amplamente distribuído nas regiões tropicais e subtropicais do planeta. Em estudos de sociabilidade, essas abelhas são consideradas importantes, pois pertencem a um grupo com comportamento e morfologia mais rudimentares dos Meliponini (Van BENTHEM *et al.*, 1995).

Atualmente o gênero engloba 40 espécies (CAMARGO; PEDRO, 2013). Dentre estas, a *Plebeia aff. flavocincta* (Cockerell, 1932) é uma espécie encontrada no nordeste brasileiro, estando adaptada ao clima quente e seco da região, além da variação de recursos florais disponíveis ao longo do ano (OLIVEIRA, 2015). A abreviação “aff.” (*species affinis*) se dá pela afinidade com a espécie já conhecida *Plebeia flavocincta*; contudo, apesar de não ser idêntica a esta, ainda está dentro dos limites aceitáveis da variabilidade de uma espécie (SIGOVINI; KEPPEL; TAGLIAPIETRA, 2016).

REFERÊNCIAS

- AIZEN, M. A.; GARIBALDI, L. A.; CUNNINGHAM, S. A.; KLEIN, A. M. Long-term global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency. **Current Biology**, v. 18, p. 1572-1575, 2008.
- ALVES-DOS-SANTOS, I; DA SILVA, C. I; PINHEIRO, M; KLEINERT, A. M. P. Quando um visitante floral é um polinizador? = *When a floral visitor is a pollinator?* **Rodriguésia**, v. 67, n. 2, p. 295-307, 2016.
- ALVES, L. H. S.; CASSINO, P. C. R.; PREZOT, F. Effects of abiotic factors on the foraging activity of *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 in inflorescences of *Vernonia polyanthes* Less (Asteraceae). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 37, n. 4, p. 405-409, 2015.
- 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 Quartely**, v. 34, n. 3, p. 183-190, 2000.
- ANDERSON, C.; RATNIEKS, F. L. W. Task partitioning in insect societies. I. Efferct of colony size on queueing delay and colony ergonomic efficiency. **The American Naturalist**, v. 154, n. 5, p. 521-535, 1999.
- ARAÚJO, E. D.; COSTA, M.; CHAUD-NETTO, J; FOWLER, H. G. Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): inference of flight range and possible ecological implications. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 3B, p. 563-568, 2004.
- BIDDING, D. J.; JOSHI, N. K. RAJOTTE, E. G.; HALBRENDT, N. O.; PULIG, C.; NAITHANI, K. J. VAUGHAN, M. An immunomarking method to determine the foraging patterns of *Osmia cornifrons* and resulting fruit set in a cherry orchad. **Apidologie**, v. 44, n. 6, p. 738-749, 2013.
- BISHOP, J. A; ARMBRUSTER, W. S. Thermoregulatory abilities of Alaskan bees: effects of size, phylogeny and ecology. **Functional Ecology**, v. 13, p. 711-724, 1999.
- BOMFIM, I. G. A.; BEZERRA, A. D. M.; NUNES, A. C.; ARAGÃO, F. A. S.; FREITAS, B. M. Adaptative and foraging behavior of two stingless bee species (Apidae: Meliponini) in greenhouse mini water melon pollination. **Sociobiology**, v. 64, n. 4, p. 502-509, 2014.
- BORGES, F. V. B.; BLOCHTEIN, B. 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**, v. 22, n. 3, p. 680-686, 2005.
- BURRILL, R. M.; DIETZ, A. The response of honey bees to variations in solar radiation and temperature. **Apidologie**, v. 12, n. 4., p. 319-328, 1981.
- BYERS, J. A.; SADOWSKY, A.; LEVI-ZADA, A. Index of host habitat preference explored by movement-based simulations and trap captures. **Journal of Animal Ecology**, 2018. No prelo.

- CAMARGO, J. M. F. Historical Biogeography of the Meliponini (Hymenoptera, Apidae, Apinae) of the Neotropical Region. *In*: P. Vit; PEDRO, S. R. M; ROUBIK, D. W. (Eds.). **Pot-Honey: a legacy of stingless bees**. New York: Springer, 2013, p. 19-34.
- 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: 21 ago, 2018.
- CAMPOS, F. S.; GOIS, G. C.; CARNEIRO, G. G. Termorregulação colonial em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 24, ed. 129, art. 872, 2010.
- CARVALHO-ZILSE, G.; PORTO, E. L.; SILVA, C. G. N.; PINTO, M. F. C. Atividades de vôo de operárias de *Melipona seminigra* (Hymenoptera: Apidae) em um sistema agroflorestral da Amazônia. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.1, p. 94-99, 2007.
- CHARRIÈRE, J. D.; IMDORF, A.; KOENING, C.; GALLMANN, S.; KUHN, R. Do sunflowers influence the development of honey bee, *Apis mellifera*, colonies in áreas with diversified crop farmin? **Journal of Apicultural Research**, v. 49, n. 3, p. 227-235, 2010.
- CLEMENTS, F., E.; LONG, F. **Experimental pollination: na outline of the ecology of flowers and insects**. Carnegie Institution of Washington, n. 336, 1923.
- CORBET, S. A.; FUSSEL, M.; AKE, R.; FRASER, A.; GUNSON, C.; SAVAGE, A.; SMITH, K. Temperature and the pollinating activity of social bees. **Ecological Entomology**, v. 18, n. 1, p. 17-30, 1993.
- DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop Pollination by Bees**. CABI Publishing, 2000. 344 p.
- DEUTSCH, L.; JANSSON, Å.; TROELL, M.; RÖNNBÄCK, P.; FOLKE, C. KAUTSKY, N. The ‘ecological footprint’: communicating human dependence on nature’s work. **Ecological Economics**, v. 32, p. 351-355, 2000.
- DORNHAUS, A.; KLÜGL, F.; OECHSLEIN, C.; PUPPE, F. CHITTKA, L. Benefirs of recruitment in honey bees: effects of ecology and colony size in an individual-based model. **Behavioral Ecology**, v. 17, n. 3, p. 336-344, 2006.
- DOWNES, J. A.; KAVANAUGH, G. H. Origins of the North American insect fauna: introduction and commentary. **The Memoirs of the Entomological Society of Canada**, v. 120, n. S144, p. 1-11, 1988.
- DYER, A. G.; WHITNEY, H. M.; ARNOLD, S. E. J.; GLOVER, B. J.; CHITTKA, L. Bees associate warmth with floral colour. **Nature**, v. 442, p. 525, 2006.
- ESSENBERG, C. J. Flobots: robotic flowers for bee behaviour experiments. **Journal of Pollination Ecology**, v. 15, n. 1, p. 1-5, 2015.
- FERREIRA, M. G. Pólen coletado por *Scaptotrigona depilis* (Moore, 1942) (Hymenoptera:

Meliponina) na região de Dourados-MS. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2008.

FREITAS, B. M. Cashew pollination: answering practical questions. *In*: ROUBIK, D. W. (Ed.). **The pollination of cultivated plants: a compendium for practitioners**. 2. ed. FAO Rome, v. 1, 2018. p. 280-287.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A importância econômica da polinização. **Mensagem Doce**, v. 80, p. 44-46, 2005.

FRÜND, J.; LINSENMAIR, K. E.; BLÜTHGEN, N. Pollinator diversity and specialization in relation to flowers diversity. **Oikos**, v. 119, n. 10, p. 1581-1590, 2010.

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, p. 810-821, 2009.

GEGEAR, R. J.; LAVERTY, T. M. Flower constancy in bumblebees: a test of the trait variability hypothesis. **Animal Behaviour**, v. 69, p. 939-949, 2005.

GRUBER, B.; ECKEL, K.; EVERAARS, J. DORMANN, C. F. On managing the red mason bee (*Osmia bicornis*) in apple orchards. **Apidologie**, v. 42, p. 564-576, 2011.

HEARD, T. A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual review of entomology**, v. 44, n. 1, p. 183-206, 1999.

HEINRICH, B.; RAVEN, P. H. Energetics and pollination ecology: the energetics of pollinators may have wide implications in floral biology and community ecology. **Science**, v. 176, n. 4035, p. 597-602, 1972. Disponível em: <http://science.sciencemag.org/content/176/4035/597>

HEINRICH, B. **The hot-blooded insects**. Harvard University Press, Massachusetts, 1993. 601 p.

HERRERA, C. M. Bumble bees feeding on non-plant food sources. **Bee World**, v. 71, n. 2, p. 67-69, 1990.

HARTLING, L. K.; PLOWRIGHT, R. C. Foraging by bumble bees on patches of artificial flowers: a laboratory study. **Canadian Journal of Zoology**, v. 57, p/ 1866-1879, 1979.

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

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. M. P. 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.

HOFSTEDDE, F. E.; SOMMEIJER, M. J. Influence of environmental and colony factors on the initial commodity choice of foragers of the stingless bee *Plebeia tobagoensis* (Hymenoptera,

Meliponini). **Insectes Sociaux**, v. 53, p. 258-264, 2006.

HUBBELL, S. P.; JOHNSON, L. K. Comparative foraging behavior of six stingless bee species exploiting a standardized resource. **Ecology**, v. 59, n. 6, p. 1123-1136, 1978.

HUNG, K. L. J.; KINGSTON, J. M.; ALBRECHT, M.; HOLWAY, D. A.; KOHN, J. R. The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. **Proceedings of The Royal Society B. Biological Sciences**, v. 285, v. 1870, pii: 20172140, 2018.

JOHNSON, L. K. Effect of flower clumping on defense of artificial flowers by aggressive stingless bees. **Biotropica**, v. 13, n. 2, p. 151-157, 1981.

KASINA, J. M.; MBURU, J.; KRAEMER, M.; HOLM-MUELLER, K. Economic benefit of crop pollination by bees: a case of Kakamega small-holder farming in Western Kenya. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 2, p. 467-473, 2009.

KEASAR, T. The spatial distribution of nonrewarding artificial flowers affects pollinator attraction. **Animal Behaviour**, v. 60, p. 639-646, 2000.

KLEIN, A. M.; BOREUX, V.; FORNOFF, F.; MUPEPELE, A. C.; PUFAL, G. Relevance of wild and managed bees for human well-being. **ScienceDirect**, v. 26, p. 82-88, 2018.

KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of The Royal Society**, v. 274, p. 303-313, 2007.

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.

KUHN-NETO, B.; CONTRERA, F. A. L.; CASTRO, M. S.; NIEH, J. C. Long distance foraging and recruitment by a stingless bee, *Melipona mandacaia*. **Apidologie**, v. 40, p. 472-480, 2009.

MAKINO, T. T.; SAKAI, S. Experience changes pollinator responses to floral display size: from size-based to reward-based foraging. **Functional Ecology**, v. 21, p. 854-863, 2007.

MICHENER, C. D. Biogeography of the bees. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 66, n. 3, p. 277-347, 1979.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**, 2. Ed, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2007. 953 p.

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

MOLUMBY, A.; PRZYBYLOWICZ, T. Bees (Hymenoptera: Apoidea) of the Chicago Area: Diversity and Habitat Use in an Urbanized Landscape. **The Great Lakes Entomologist**, v. 45, n. 1, article 6, 2012.

- MONTEIRO, D.; RAMALHO, M. Abelhas generalistas (Meliponina) e o sucesso reprodutivo de *Stryphnodendron pulcherrimum* (Fabales: Mimosaceae) com florada em massa na Mata Atlântica, BA. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 4., p. 519-526, 2010.
- MOURE, J. S. Duas espécies novas de *Plebeia* Schwarz do Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Entomologia [online]**, v. 48, n. 2, p. 199-202. ISSN 0085-5626, 2004.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. Editora Nogueirapis, 1997. 445 p.
- NORGATE, M.; BOYD-GERNY, S.; SIMONOV, V.; ROSA, M. G. P.; HEARD, T. A.; DYER, A. G. Ambient temperature influences Australian native stingless bee (*Trigona carbonaria*) preference for warm néctar. **Plos One**, v. 5, n. 8, 2010.
- NIEUWSTADT, M. G. L. V.; IRAHETA, C. E. R. Relation between size and foraging range in stingless bees (Apidae, Meliponinae). **Apidologie**, v. 27, p. 219-228, 1996.
- OLIVEIRA, F. L. Atividade de voo de *Plebeia* aff. *flavocincta* (Apidae, Meliponini) e sua relação com fatores abióticos. *Dissertação de Mestrado*. Departamento de Ciência Animal. UFERSA, 2015.
- OLIVEIRA, M. O. As abelhas *Bombus* como polinizadores agrícolas: perspectivas do uso de espécies nativas em cultivo protegido no Brasil. **ACTA Apícola Brasilica**, v. 2, n. 2, p. 28-33, 2014.
- PLOWRIGHT, C. M. S.; COHEN-SALMON, D.; LANDRY, F.; SIMONDS, V. Foraging for nectar and pollen on thistle flowers (*Cirsium vulgare*) and artificial flowers: How bumblebee bees (*Bombus impatiens*) respond to colony requirements. **Behaviour**, v. 136, p. 951-963, 1999.
- PIERROT, L. M.; SCHLINDWEN, C. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of uruçi – *Melipona scutellaris* Latrille (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 565-571, 2003.
- PITTS-SINGER, T. L.; ARTZ, D. R.; PETERSON, S. S.; BOYLE, N. K.; WARDELL, G. I. Examination of a managed pollinator strategy for almond production using *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae). **Environmental Entomology**, v. 47, n. 2, p. 364-377, 2018.
- POLATTO, L. P.; CHAUD-NETTO, J.; ALVEZ-JUNIOR, V. V. Availability on daily foraging activity of bees influence of abiotic and biotic factors on bees. **Journal of Insect Behavior**, v. 27, p. 593-612, 2014.
- RAMALHO, M.; GIANNINI, T. C.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Pollen harvest by stingless bee foragers (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Grana**, v. 33, p. 239-244, 1994.
- REAL, L. A. Nectar availability and bee-foraging on *Ipomoea* (Convolvulacea). **Biotropica**,

v. 13, n. 2, p. 64-69, 1981.

ROCHA, M. N. C. C. Diversidade e abundância de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) Num espaço verde urbanizado em Lisboa: A Tapada da Ajuda. *Dissertação de Mestrado*. Departamento de Biologia Animal. Universidade de Lisboa, 2017.

ROSAS-GUERRERO, V.; AGUILAR, R.; MARTÉN-RODRÍGUEZ, S.; ASHWORTH, L.; LOPEZARAIZA-MIKEL, M.; BASTIDA, J. M.; QUESADA, M. A quantitative review of pollination syndromes: do floral traits predict effective pollinators? **Ecology Letters**, v.17, p. 388-400, 2014.

ROTJAN, R. D.; CALDERONE, N. W.; SLEELEY, T. D. How a honey bee colony mustered additional labor for the task of pollen foraging. **Apidologie**, v. 33, p. 367-373, 2002.

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

ROUBIK, D. W. Obligate necrophagy in a Social Bee. **Science**, v. 217, 1982

RUSSEL, A. L.; PAPA, D. R. Artificial pollen dispensing flowers and feeders for bee behavior experiments. **Journal of Pollination Ecology**, v. 18, n. 3, p. 13-22, 2016.

SCHULZEA, J.; OESCHGER, L. GROSS, A.; MUELLER, A.; STOLL, P. ERHARDT, A. Solitary bees – Potential vectors for gene flow from cultivated to wild strawberries. **Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, V. 207, P. 762-767, 2012.

SCOTT, G. **Essential Animal Behavior**. Blackwell Science Ltd, 2005, 202 p.

SEELEY, T. D. Honey bee foragers as sensory units of their colonies. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 34, p. 51-62, 1994.

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.

SIHAG, R. C. Pollination, pollinators and pollination modes: ecological and economic importance. *In*: Roubik, D. W. (Ed.) **The pollination of cultivated plants: a compendium for practitioners**. 2. ed. FAO Rome, v. 1, 2018. p. 21-33.

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

SMITHSON, A.; MACNAIR, M. R. Negative frequency-dependent selection by pollinators on artificial flowers without rewards. **Evolution**, v. 51, n. 3, p. 715-723, 1997.

SOLTIS, P. S.; SOLTIS, D. E. Flower Diversity and Angiosperm Diversification. *In*: RIECHMANN, J. L.; WELLMER, F. (Ed.). **Flower Development: Methods and Protocols**. , 2014.

STEPHENS, D.; BROWN, J. S.; YDENBERG, R. C. (Ed.) **Foraging: Behavior and Ecology**.

University of Chicago Press, 2007. 608 p.

TAURA, H. M.; LAROCA, S. Biologia da Polinização: interações entre as abelhas (Hym., Apoidea) e as flores de *Vassobia breviflora* (Solanaceae). **Acta Biológica Paranaense**, v. 33, n. 1, 2, 3, 4, p. 40-41, 2004.

THOMPSON, J. D.; OGILVIE, J. E.; MAKINO, T. T.; ARISZ, A.; RAJU, S.; ROJAS-LUENGAS, V.; TAN, M. G. R. Estimating pollination success with novel artificial flowers: Effects of nectar concentration. **Journal of Pollination Ecology**, v. 9, n. 14, p. 108-114, 2012.

TRILLO, A.; HERRERA, J. H.; VILÀ, M. Managed bumble bees increase flower visitation but not fruit weight in polytunnel strawberry crops. **Basic and Applied Ecology**, v. 30, p. 32-40, 2018.

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.

VICENS, N.; BOSCH, J. Weather-dependent pollinator activity in an apple orchard, with special reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). **Environmental Entomology**, v. 29, n. 3, p. 413-420, 2000.

WILLIAMS, I.; CORBET, S. A.; OSBORNE, J. L. Beekeeping, wild bees and pollination in the European community. **Bee World**, v. 72, n. 4, p. 170-180, 1991.

WINFREE, R.; REILLY, J. R.; BARTOMEUS, I.; CARIVEAU, D. P.; WILLIAMS, N. M.; GIIBS, J. Species turnover promotes the importance of bee diversity for crop pollination at regional scales. **Science**, v. 359, n. 6377, p. 791-793, 2018.

ZABLOTNY, J. E. Sociality. *In*: RESH, V. H.; CARDÉ, R. T. (Eds.). **Encyclopedia of Insects**, 2. ed. Academic Press, 2009, p. 028-935.

ZURBUCHEN, A.; LANDERT, L.; KLAIBER, J.; MÜLLER, A.; HEIN, S.; DORN, S. Maximum foraging ranger in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. **Biological Conservation**, v. 143, p. 669-676, 2010.

ZWICK, P. Biogeographical Patterns. *In*: RESH, V. H.; CARDÉ, R. T. (Eds.). **Encyclopedia of Insects**, 2. ed. Academic Press, 2009, p. 82-91.

3 COMPORTAMENTO DE FORRAGEIO DA ABELHAS SEM FERRÃO DE PEQUENO PORTE *Plebeia aff. flavocincta*

RESUMO

Objetivou-se investigar o raio e comportamento de voo no forrageamento da abelha *Plebeia aff. flavocincta*, e testar a atratividade de diferentes concentrações de xarope em diferentes distâncias. O padrão de forrageio ao longo do dia, a preferência das abelhas pela concentração em açúcar do néctar e sua relação com a distância da colônia foram investigados por meio de manipulações desses parâmetros com flores artificiais contendo diferentes concentrações de xarope e colocadas a distâncias variadas das colmeias. As abelhas *P. aff. flavocincta* forragearam das 6h às 17h30, com pico de forrageio das 9h às 11h30 e apresentaram preferência por maiores concentrações de xarope (60% e 70%), embora tenham forrageado indiscriminadamente nas concentrações e distâncias variáveis. Conclui-se que devido ao seu porte reduzido, essa espécie necessita de temperaturas mais altas que espécies de porte maior para forragear plenamente e apresenta preferência por fontes mais concentradas de açúcar, no entanto não abre mão de explorar outras fontes com menores concentrações existentes dentro do seu raio de voo. Essa estratégia pode auxiliar em explicar porque uma abelha de porte reduzido e raio de voo limitado como *P. aff. flavocincta* consegue apresentar uma distribuição geográfica tão ampla e colonizar áreas altamente antropizadas onde fontes naturais de néctar são geralmente escassas a curtas distâncias.

Palavras-chave: Abelha nativa. Alimentação artificial. Concentração de néctar. Meliponíneo. Tamanho corporal.

ABSTRACT

The aim of the study was to assess the radius and behavior flight in the forage of the bee *Plebeia aff. flavocincta*, as well test attractiveness of different syrup concentrations within different distances. The forage pattern along the day, preference of bees for sugar concentration in nectar and the relationship with distance from the colony were assessed by the means of manipulating those parameters with artificial flowers containing different syrup concentrations and displayed at varying distances. The bees *P. aff. flavocincta* foraged from 6h to 17h30, with a foraging peak from 9h to 11h30 and showed a preference for higher syrup

concentrations (60% and 70%) though have foraged indiscriminately within concentrations and varying distances. We have concluded that due to small size, this species need higher temperatures when compared to species with greater sizes in order to fully forage, and they showed preference for more concentrated sugar sources, however not abandoning other existing sources with lower concentrations within their flight radius. Such strategy may explain why a small-sized and flight-limited bee such as *P. aff. flavocincta* achieve a vast geographic distribution and settle in highly anthropized areas where natural sources of nectar are usually scarce within short distances.

Keywords: Native bee. Artificial feeding. Nectar concentration. Meliponini, Body size.

Introdução

O forrageio nas abelhas sociais é um trabalho dispendioso que consiste na dispersão das campeiras a fim de explorar os arredores do ninho em busca de fontes de alimento e trazê-los para a colônia (DORNHAUS *et al.*, 2006; JARAU *et al.*, 2000; NOGUEIRA-NETO, 1997; SEELEY, 1995). Estudos voltados ao comportamento de forrageio são fundamentais na compreensão da relação destes polinizadores com as plantas que visitam (MALOOF; INOUE, 1954; MARZINZIG *et al.*, 2018; SCHMITT, 1980; SIQUEIRA *et al.*, 2018). As decisões tomadas pelos indivíduos na busca de alimentos tendem a maximizar a recompensa energética com o mínimo de custo para a obtenção do recurso, onde as perdas não sejam maiores que os ganhos (LEVINTON, 1995; MACARTHUR; PIANKA, 1966).

Nas abelhas, as características comportamentais de busca por alimento variam nas diversas espécies, sendo influenciados por fatores bióticos e abióticos tais como o tamanho corporal do indivíduo, clima e disponibilidade de recursos (ARAÚJO, 2004; MACARTHUR; LEVINS, 1967; OLIVEIRA *et al.*, 2012; OYEN; DILLON, 2018). Apesar de algumas espécies de abelhas serem crepusculares, com atividades sob menor temperatura e luminosidade (SIQUEIRA *et al.*, 2018; SOUZA; NASCIMENTO, 2018), a maioria apresenta maior atividade de forrageio nos períodos do dia em que a temperatura e luminosidade estejam mais elevados, bem como em baixa umidade relativa e velocidade do vento (POLATTO; CHAUD-NETTO; ALVES-JUNIOR, 2014). Os fatores externos são de grande influência no comportamento destes indivíduos, especialmente para abelhas de menor porte, devido ao reduzido tamanho corporal e consequente dificuldade para manter temperatura ideal de forrageio fora do ninho (CAMPOS; GOIS; CARNEIRO, 2010; KASPER *et al.*, 2008;

SILVA *et al.*, 2013; SILVA, RAMALHO; ROSA, 2011 TEIXEIRA; CAMPOS, 2005).

Nas abelhas sem ferrão (Meliponini) o tamanho corporal varia nas diversas espécies que o constituem. No Brasil há uma grande diversidade taxonômica dessas abelhas, com representantes de apenas 2,6 mm na espécie *Plebeia minima* até cerca de 14 mm em *Melipona grandis* (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Dentre as abelhas sem ferrão, as espécies do gênero *Plebeia* se destacam como os menores indivíduos, muitos não atingindo mais que 3,5 mm de comprimento (MICHENER, 2007)

Os estudos sobre o forrageamento das abelhas sem ferrão ainda são poucos, onde grande parte destes estão direcionados a espécies de maior tamanho corporal (KUHN-NETO *et al.*, 2009; LINCHTENBERG, IMPERATRIZ-FONSECA; NIEH, 2010), sendo ainda limitado o conhecimento no que se refere a atividade de forrageamento das abelhas de pequeno porte como *Plebeia* spp., tanto em relação a distância de forrageio quanto às condições ecológicas, que exercem influência sobre elas. No entanto, esses meliponíneos de menor tamanho são amplamente distribuídos, ocorrendo do México até a região central da Argentina tanto em áreas naturais como antropizadas (CAMARGO; PEDRO, 2013; SAMEJIMA *et al.*, 2004). Considerando o reduzido tamanho corporal, essas abelhas devem possuir raio de voo curto sugerindo a necessidade de estratégias de forrageamento que possibilitem explorar eficientemente os recursos disponíveis em áreas bem menores do que aquelas normalmente exploradas por abelhas maiores.

Portanto, objetivou-se com o presente trabalho, estudar o raio de voo e comportamento de forrageamento da abelha sem ferrão de pequeno porte *Plebeia* aff. *flavocinta*, bem como testar a atratividade de xarope com diferentes concentrações de açúcar e em diferentes distâncias, visando o desenvolvimento de técnicas de manejo e oferta de alimento natural ou artificial para essa espécie.

Material e métodos

Área experimental

Os ensaios foram conduzidos no Meliponário do Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza (3°44'33.70" S e 38°34'45.46" O) no período de julho a dezembro de 2017. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Aw', tropical chuvoso, com precipitação média anual de 1350 mm concentrada nos meses de janeiro a abril, temperatura média de

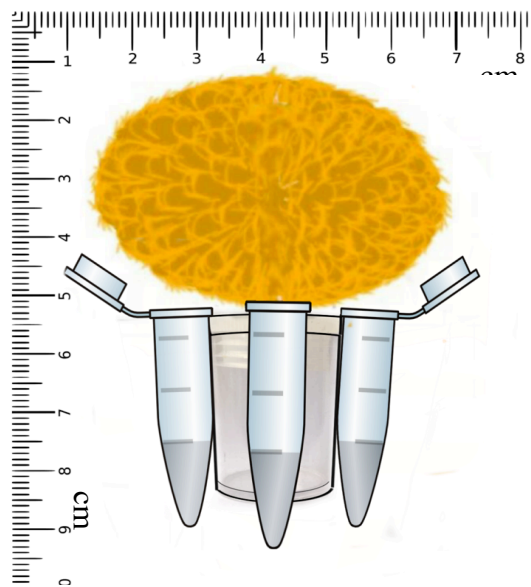
26,5°C e umidade relativa média anual de 80%.

Quatro colônias de *Plebeia* aff. *flavocincta* foram usadas para o acompanhamento dos dados. Essas colônias foram escolhidas aleatoriamente por meio de sorteio entre 16 colmeias existentes no Meliponário.

Flor artificial

As abelhas *Plebeia* aff. *flavocincta* foram treinadas a coletar recurso energético de xarope 1:1 (açúcar e água) contendo atrativo de essência de baunilha em flores artificiais. Essas flores consistiam de quatro Tubos Eppendorf fixados em conformação radial a um tubo de pressão de 10 mL, com um chumaço de lã sintética amarela para atrair a atenção visual das abelhas (FIGURA 1). O recurso era armazenado dentro dos tubos Eppendorf que tinham as tampas previamente perfuradas em orifícios de 2 mm de diâmetro de forma que permitisse a o acesso a essas abelhas pequenas, mas não a outros visitantes florais de maior tamanho.

Figura 1. Desenho esquemático da flor artificial usada nos experimentos com a abelha de pequeno porte *Plebeia* aff. *flavocincta*, confeccionado com um tubo de pressão 10 mL, quatro tubos Eppendorf dispostos radialmente, e um chumaço de lã sintética amarela simulando uma inflorescência.



Preparo dos xaropes

Os xaropes utilizados nos testes possuíam diferentes concentrações de açúcar (0%, 30%, 40%, 50%, 60% e 70%) e produzidos no laboratório do Setor de abelhas da UFC. Para a obtenção do xarope foi calculada as quantidades de água e açúcar para se obter a proporção desejada. O volume de água necessária para obter a proporção do xarope foi medido em provetas e o açúcar pesado em balança de precisão. Em seguida, o volume de água era transferido para um Becker em chapa aquecedora e aquecido até o ponto de fervura, sendo adicionado logo em seguida o açúcar, agitando-se constantemente até a dissolução total. Após o resfriamento do xarope, a concentração foi conferida com o auxílio de um refratômetro e, quando necessário, feitas as devidas correções. O xarope foi armazenado em frascos de vidro, adicionando-se um pouco de suco de limão a fim de conservá-lo por mais tempo. Os frascos foram então identificados quanto à concentração do xarope e armazenados em geladeira para a utilização nas flores artificiais durante o período do experimento.

Experimento de visita de *Plebeia aff. flavocincta* ao longo do dia

Para conhecer o padrão de forrageamento de *Plebeia aff. flavocincta* ao longo do dia, cinco flores artificiais contendo solução de xarope 1:1 de açúcar e água foram colocadas a 30 metros do meliponário do Setor de abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, posicionadas em uma área sombreada. As flores artificiais foram previamente abastecidas com 1,5 ml de xarope no dia anterior às observações e armazenadas em geladeira, antes de levá-las ao campo às 5h30 da manhã seguinte. As observações foram feitas durante sete dias, contando-se o número de abelhas visitando as flores artificiais ao longo do dia das 6h às 17h, com as contagens sendo feitas a cada intervalo de meia hora. As flores artificiais eram reabastecidas com xarope sempre que necessário. Durante as observações foram tomadas notas do número de abelhas *P. aff. flavocincta* que coletavam xarope em cada alimentador. Estes resultados foram agrupados em intervalos de 2,5h para fins de análise estatística.

Experimento de concentrações de xarope

Visando conhecer a preferência das abelhas pela concentração de açúcar no néctar, foi realizado o experimento com diferentes concentrações de açúcar no xarope (30%, 40%,

50%, 60% e 70%) além do tratamento nulo (0%) onde as flores eram abastecidas apenas com água. Para tanto, as flores artificiais foram previamente preparadas e identificadas de acordo com a concentração de açúcar no xarope que carregavam, havendo três flores para cada concentração testada. Então, elas foram levadas ao campo às 5h30 da manhã e dispostas a uma distância de 30 metros do meliponário do Setor de Abelhas, em uma área sombreada. As observações foram feitas conforme descrito no experimento anterior. Durante as observações foram tomadas notas da quantidade de abelhas *P. aff. flavocincta* que circundavam, exploravam ou coletavam xarope de cada flor artificial. Os resultados obtidos foram agrupados em intervalos de 2,5h para fins de análise estatística, como descrito no tópico anterior.

Testes de concentração de açúcar e distância de forrageamento

No intuito de saber se diferenças na concentração de açúcar influenciaria a distância que a abelha *P. aff. flavocincta* se dispunha a viajar para coletar o alimento, quatro experimentos manipulando as concentrações do xarope e distâncias das colmeias foram realizados, conforme a seguir:

Experimento A - quatro xaropes com concentração de 30% de açúcar foram preparados e tratados com quatro cores de corantes alimentício (duas gotas/10mL de xarope) sendo cada cor atribuída a uma distância das flores artificiais para as colmeias; azul - 0m, vermelho - 15m, verde - 30m, amarelo - 45m. Durante os dias do experimento, três flores artificiais foram abastecidas com cada um dos xaropes coloridos e colocadas em suas respectivas distâncias do meliponário. As observações foram feitas na entrada de quatro colmeias, por dez dias alternados. As abelhas eram contadas por 10 minutos, a cada meia hora, iniciando-se às 6h e terminando às 17h30min. Como as operárias de *P. aff. flavocincta* possuem o abdome transparente, a distância que a abelha foi buscar o alimento era facilmente identificada pela cor que o abdome ficava quando as abelhas consumiam o xarope (FIGURAS 2 e 3A). Testes preliminares contando o número de abelhas em flores artificiais colocados todas à mesma distância das colmeias e contendo os xaropes coloridos utilizados no presente experimento, além de um quinto tipo, não corado artificialmente, demonstraram que a cor do xarope não interfere com a preferência e o forrageamento dessas abelhas.

Figura 2. As flores artificiais visitadas e a concentração do xarope coletado pelas abelhas *Plebeia* aff. *flavocincta* eram facilmente identificadas no retorno à colmeia em função da coloração que seus abdomens adquiriam ao recolherem o xarope : **A)** verde; **B)** azul; **C)** amarela; **D)** vermelha, na área experimental do Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

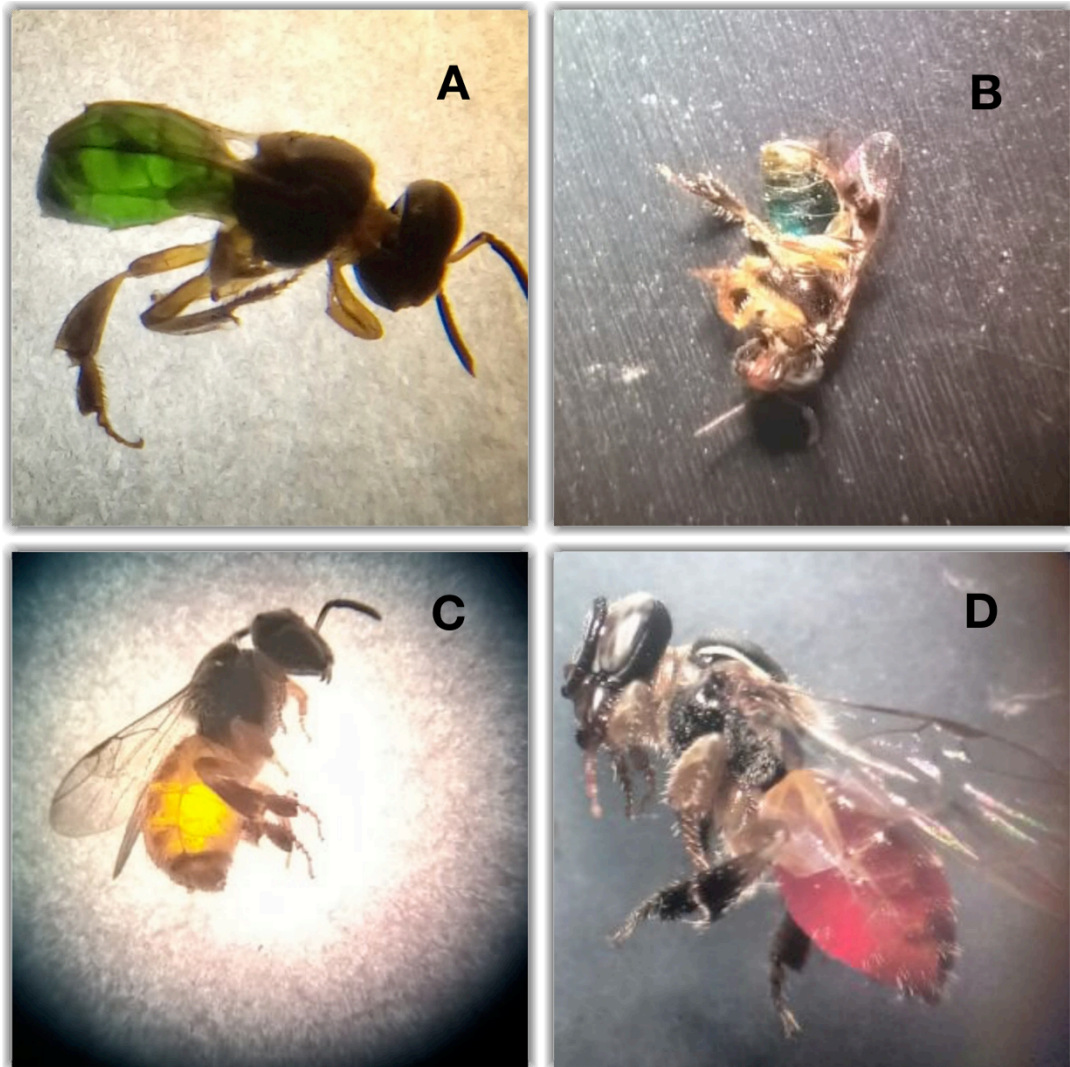
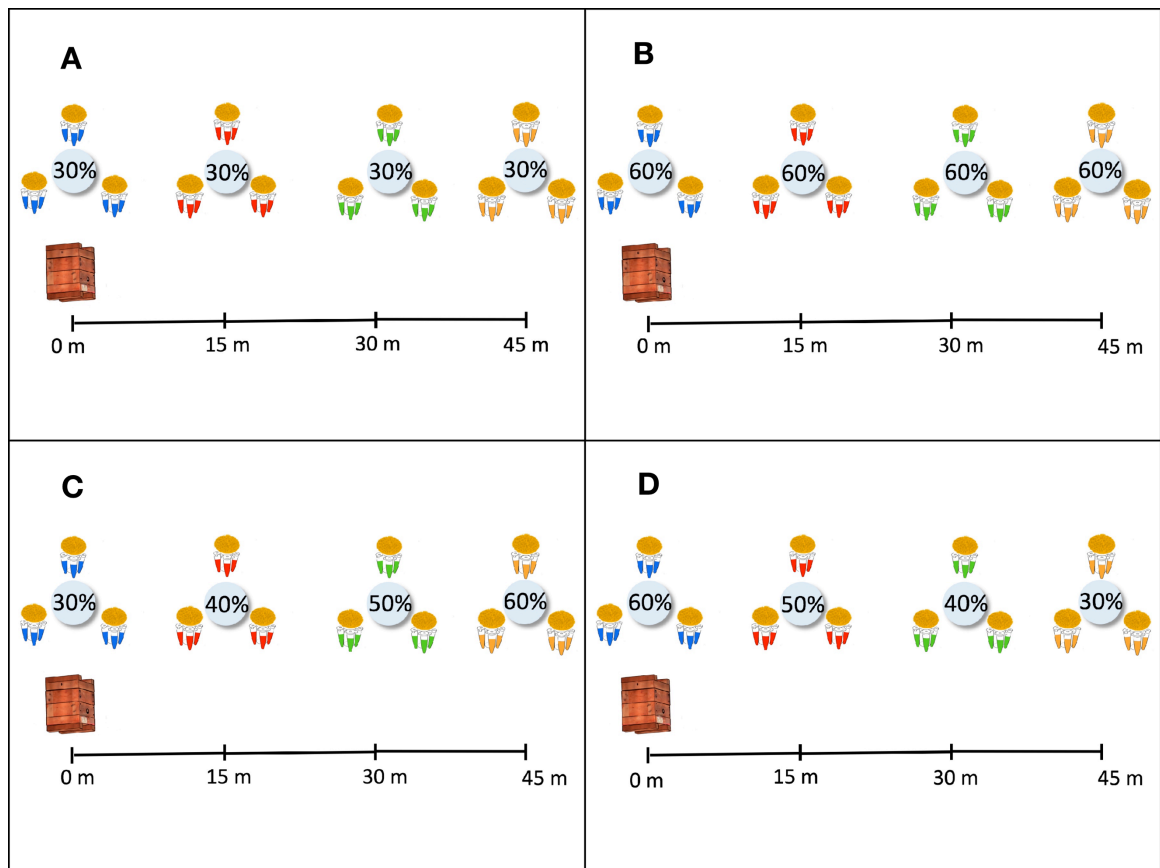


Figura 3. Desenho esquemáticos do experimento de distâncias utilizando-se quatro conformações de concentração de xarope nas flores artificiais.



Experimento B - Idêntico ao experimento A, exceto que os xaropes possuíam concentração de 60% de açúcar (FIGURA 3B);

Experimento C - Semelhante aos experimentos anteriores, porém os xaropes possuíam concentrações crescentes de açúcar (30, 40, 50 e 60%) com o aumento da distância para as colmeias (FIGURA 3C);

Experimento D (FIGURA 3D) - Similar ao experimento C, divergindo no fato de que as concentrações de açúcar decresciam com o aumento da distância para as colmeias.

Durante o experimento, as condições meteorológicas medidas da área foram de temperaturas máxima e mínima foram 29,1°C e 26,5°C respectivamente, e média de 28,3°C. A umidade variou entre 61% e 85%, com média de 70,4%. Já a velocidade do vento variou entre 2,3 m.s⁻¹ e 4,3 m.s⁻¹ e média de 3,2 m.s⁻¹.

Análises estatísticas

Todos os dados foram analisados usando o Programa Estatístico R. Foi analisado o teste de visita de abelhas, a concentração de xarope, variação da concentração de açúcar em 4

diferentes distâncias, utilizando-se o teste não paramétrico Kruskal Wallis, seguido pelo teste de Dunn, com P significativo quando $< 0,05\%$.

Resultados e discussão

Distribuição de visitas de Plebeia aff. flavocincta ao longo do dia

As abelhas *P. aff. flavocincta* forragearam nas flores artificiais contendo xarope com 50% de açúcar e localizadas a 30 m das colmeias durante todo o dia, com números médios variando de 2,28 a 9,23 indivíduos nas flores, a qualquer momento (TABELA 1). No entanto, no intervalo entre 6 e 8h30 elas foram pouco frequentes nas flores, divergindo significativamente ($p < 0,05$) do número de visitas feitas nos demais horários do dia, os quais não diferiram ($p > 0,05$) entre si (TABELA 1).

Tabela 1. Número médio instantâneo de abelhas *Plebeia aff. flavocincta* visitando as flores artificiais com xarope a 50% de concentração de açúcar, em quatro intervalos de horas ao longo do dia. Fortaleza, Ceará.

Intervalos (Horas)	N	Número médio de abelhas por flor artificial (\pm e. p. m.)
6h - 8h30	35	2,28 \pm 0,58b
9h - 11h30	35	9,23 \pm 1,04a
12h - 14h30	35	8,63 \pm 1,40a
15h - 17h30	35	6,65 \pm 0,91a

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem a $p < 0,05$.

Os resultados mostraram a presença de poucas abelhas visitando as flores artificiais durante as primeiras horas do dia, mas a partir das 9h o número de visitas cresceu rapidamente. A partir daí a frequência do forrageio permaneceu mais elevada a maior parte do dia, decrescendo um pouco somente ao final das observações depois das 15h (TABELA 1). Normalmente, mesmo com condições climáticas ideais de voo após o meio dia, as abelhas não são estimuladas a manter uma alta frequência de forrageio uma vez que os recursos florais passam a ficar cada vez mais escassos (POLATTO; CHAUD-NETO; ALVES-JUNIOR, 2014; VILLANUEVA-GUTIERREZ; ROUBIK; POTER-BOLLAND, 2015). No entanto, a presença constante das abelhas *P. aff. flavocincta* nas flores artificiais durante todo o dia pode

ser explicada pelo fato dos recursos nunca serem escassos, uma vez que o xarope era reabastecido sempre que necessário, permitindo que as abelhas encontrassem fontes plenas a qualquer hora do dia.

O aumento considerável de abelhas nas flores artificiais a partir das 9h evidencia que elas permanecem mais tempo nos ninhos nas primeiras horas da manhã, diferentemente de abelhas de maior porte como *Xylocopa* spp. e *Apis mellifera* que iniciam forrageamento sob condições climáticas semelhantes a partir das 5h (SILVA *et al.*, 2015; SOUZA; NASCIMENTO, 2018). Estudos indicam que as abelhas não deixam suas colônias para forragear até que condições ambientais estejam ideais; destas, a temperatura é destacada como um dos principais fatores relacionados à atividade de forrageio (HILÁRIO *et al.*, 2001; ROUBIK, 1989).

A temperatura do corpo das abelhas varia de acordo com a atividade desempenhada por estas, sendo as maiores perdas de calor registradas durante atividades de forrageio e em clima frio (CARVALHO, 2009; TAN *et al.*, 2012). Assim, várias espécies de abelhas apresentam preferência de forrageio durante os períodos de temperaturas mais elevadas do dia, bem como em baixa umidade relativa (HEMALATHA *et al.*, 2018; POLATTO; CHAUDNETO; ALVES-JUNIOR 2014). As espécies de abelhas de pequeno porte corporal, como a *P. aff. flavocincta* utilizada no presente estudo, são as mais susceptíveis a serem afetadas pelas mudanças dos fatores climáticos, pois, pelo tamanho diminuto perdem calor bem mais rápido que abelhas maiores, apresentando, portanto, maior consumo energético a fim de manter a temperatura corporal ideal para o voo (OYEN; DILLON, 2018; STONE; WILLMER, 1989). Dessa forma, considerando que a distância para as flores artificiais bem como a quantidade e concentração do xarope foram mantidos constantes durante todo o dia, percebe-se que *P. aff. flavocincta* preferiu forragear em maiores números apenas após a temperatura atingir médias acima de 28°C, a partir das 9h da manhã. De fato, no presente estudo, não houve registro de atividade de forrageio em temperaturas abaixo de 24,6°C nas colônias observadas sugerindo que essas abelhas necessitam de temperaturas mais elevadas para forragearem plenamente. No entanto, Hilário *et al.* (2001) observaram em outra espécie do mesmo gênero (*Plebeia pugnax*) atividade de voo a partir de temperaturas de 15°C em São Paulo, demonstrando que algumas espécies de abelhas de pequeno porte podem apresentar adaptações para forragear a temperaturas mais baixas do que outras em função das condições ecológicas das regiões onde evoluíram.

Experimentos de concentrações de açúcar no xarope

No experimento com a distância das flores artificiais para as colmeias sendo mantida constante e havendo uma variação da concentração do xarope de 0 a 70%, os resultados mostraram que a abelha *P. aff. flavocincta* apresentou uma preferência significativa ($p < 0,05$) pelos xaropes mais concentrados em açúcar, certamente por apresentarem maior recompensa energética. De fato, em três dos quatro intervalos estudados, as abelhas visitaram em números significativamente maiores as flores artificiais contendo os xaropes com as maiores concentrações de açúcar (60% e 70%), indicando que, quando possível, a abelha *P. aff. flavocincta* visita flores com maior compensação energética.

As abelhas, em geral, forrageiam em concentrações de néctar que varia entre 35 e 65% (ROUBIK *et al.*, 1995), onde diferentes espécies podem apresentar preferência por néctar em diferentes concentrações (BASARI; RAMLI; KHAIRI., 2018). De acordo com Roubik (1995) uma maior variação desta preferência é constatada nas espécies de meliponíneos (20-61%), havendo registro de forrageio por néctar com até 72,4% de concentração de açúcar na espécie *Melipona beecheii* (BIESMEIJER *et al.*, 1999). De fato, as abelhas *P. aff. flavocincta* preferiram as concentrações entre 50 e 70%. No entanto, o tamanho corporal é apontado como fator que também está relacionado à preferência por estas diferentes concentrações. Assim, abelhas de maior tamanho apresentariam preferência por néctar com maiores concentrações de açúcar, enquanto que abelhas de menores tamanhos atingem o seu ideal de forrageio com concentrações menores (BASARI; RAMLI; KHAIRI, 2018; ROUBIK *et al.*, 1995). Porém, no presente estudo, *P. aff. flavocincta* apesar de ser uma espécie de pequeno porte (3 mm) preferiu as maiores concentrações de xarope. Além disso, a viscosidade do xarope aumenta à medida que se aumenta também a concentração, e Nicolson *et al.* (2013) relatam que a viscosidade do néctar é um fator mais importante do que a concentração no momento da escolha da fonte de recurso, pois a baixa viscosidade permite que a abelha beba mais rapidamente, reduzindo o tempo de consumo.

Como já observado no experimento anterior, as abelhas apresentaram um baixo número de visitas às flores artificiais nas primeiras horas do dia, independentemente das concentrações testadas, não diferindo significativamente ($p > 0,05$) entre si. O aumento na frequência de forrageio só foi observado a partir do segundo intervalo (9h-11h30) para as maiores concentrações testadas (50%, 60% e 70%), tendo permanecido constante até o fim das observações (TABELA 2). Esse padrão é semelhante ao obtido no experimento anterior com a concentração constante de 50%, reforçando a temperatura como um fator mais

determinante da atividade de forrageio dessa abelha do que a recompensa potencial.

Tabela 2. Número médio instantâneo de abelhas *Plebeia* aff. *flavocincta* visitando flores artificiais contendo xarope em diferentes concentrações de açúcar em quatro intervalos de horas ao longo do dia. Fortaleza, Ceará.

Intervalos de Horas	N	Número médio de visita de abelhas por flor artificial (\pm e. p. m.)					
		Concentrações de açúcar (%)					
		0	30	40	50	60	70
(6h - 8h30)	24	0,12 \pm 0,07 Aa	0,29 \pm 0,09 Aa	0,25 \pm 0,11 Aa	0,12 \pm 0,07 Ba	0,12 \pm 0,07 Ba	0,08 \pm 0,06 Ba
(9h - 11h30)	24	0,83 \pm 0,24 Ac	0,96 \pm 0,41 Ac	1,46 \pm 0,41 Abc	1,4 \pm 0,53 ABbc	6,5 \pm 1,97 Aab	12,58 \pm 2,86 Aa
(12h - 14h30)	24	0,79 \pm 0,25 Ac	1,00 \pm 0,35 Ac	0,87 \pm 0,19 Ac	2,08 \pm 0,68 Abc	9,62 \pm 2,48 Aab	20,71 \pm 4,34 Aa
(15h - 17h30)	24	0,29 \pm 0,18 Ac	0,96 \pm 0,43 Abc	0,54 \pm 0,23 Abc	2,08 \pm 0,44 ABa	6,5 \pm 1,62 Aa	9,96 \pm 2,13 Aa

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas, e maiúsculas nas colunas não diferem a $p < 0,05$.

Teste de distância de forrageamento

A configuração crescente de concentração dos xaropes (30, 40, 50, 60) foi a única que apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as distâncias testadas, onde 45 m diferiu em relação a distância 0 m (Tabela 3). As demais configurações não diferiram ($p > 0,05$) entre as distâncias testadas. Jarau *et al.* (2000) constataram uma tendência em abelhas *Melipona scutellaris* em primeiramente buscarem alimento a uma distância aproximada de 30 m da colônia, o que não foi observado de forma significativa para *Plebeia* aff. *flavocincta*. Para concentrações iguais, tanto 30% quanto 60%, a semelhança no forrageamento em diferentes distâncias sugere que *P. aff. flavocincta* consegue forragear facilmente até 45 m da colônia, não sendo portanto essa distância empecilho para que explore os recursos existentes até esse raio de voo. Isso é reforçado pelo fato do número de forrageadoras aumentar significativamente com as concentrações de xarope crescentes, mesmo a maiores distâncias até os 45 m do ninho. Além disso, estudos sugerem que maiores distâncias são percorridas caso o custo energético obtido pela fonte de recurso compense o gasto energético no voo (ABOU-SHAARA, 2014; FREIRE; PIGOZZO, 2014).

A qualidade de recursos ofertados e o tamanho do corpo da abelha são fatores que influenciam a distância de forrageio das operárias (DORNHAUS *et al.*, 2006); no entanto, em nossos experimentos notou-se que concentrações decrescentes em relação à distância das colmeias não diferiram entre si, mostrando que as abelhas forragearam igualmente, independentemente das concentrações dos xaropes e suas distâncias para as colmeias. Mais uma vez, os dados confirmam que dentro do raio testado de 45 m, essas abelhas exploram

igualmente os recursos de néctar disponíveis independentemente da sua concentração, sugerindo que o seu sucesso de forrageio possa estar relacionado a um comportamento extremamente generalista, explorando bem os recursos disponíveis dentro do seu raio voo. De fato, essas abelhas são facilmente encontradas em diversas espécies de flores, como também variadas fontes de açúcares como refrigerantes, sorvetes, doces, etc., disponibilizadas pelo Homem em áreas antropizadas (SAMEJIMA *et al.*, 2004; SANTOS, 2016).

Table 3. Número médio de abelhas *Plebeia aff. flavocincta* entrando na colmeia a intervalos de 10 minutos tendo forrageado em flores artificiais contendo xaropes de diferentes concentrações de açúcar e dispostas a distância variáveis das colmeias.

Concentração do xarope em função da distância (%)	Número médio de abelhas/10 minutos (\pm erro padrão) em função da distância para as colmeias				
	N	0m	15m	30m	45m
30, 30, 30, 30	40	10,15 \pm 1,96a	12,70 \pm 3,87a	16,62 \pm 5,08a	15,02 \pm 4,19a
60, 60, 60, 60	40	23,25 \pm 6,72a	50,87 \pm 10,53a	32,67 \pm 7,04a	23,42 \pm 7,44a
30, 40, 50, 60	40	9,32 \pm 3,26b	16,02 \pm 3,47ab	31,10 \pm 6,86ab	28,65 \pm 6,46a
60, 50, 40, 30	40	5,37 \pm 1,63a	11,92 \pm 5,01a	12,45 \pm 3,15a	6,80 \pm 2,33a

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem a $p < 0,05$.

Conclusões

O presente trabalho permite concluir que:

As abelhas *P. aff. flavocincta* não apresentam dificuldade em forragear a distâncias de até 45m, havendo necessidade de investigar maiores distâncias para determinar o raio máximo de voo da espécie;

As abelhas *P. aff. flavocincta* forrageiam em concentrações variadas de açúcar no néctar, preferindo maiores concentrações quando disponível no campo.

REFERÊNCIAS

- ABOU-SHAARA, H. F. The foraging behaviour of honey bees, *Apis mellifera*: a review. **Veterinarni Medicina**, v. 59, p. 1-10, 2014.
- ARAÚJO, E. D.; COSTA, M.; CHAUD-NETTO, J.; FOWLER, H. G. Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Melipononini): inference off light range and possible ecological implications. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 3B, p. 563-568, 2004.
- BASARI, N.; RAMLI, S. N.; KHAIRI, N. A. S. Food reward and distance influence the foraging pattern of stingless bee, *Heterotrigena itama*. 2018.
- BIESMEIJER, J. C.; SMEETS, M. J. A. P.; RICHTER, J. A. P.; SOMMEIJER, M. J. Nectar foraging by stingless bees in Costa Rica: botanical climatological influences on sugar concentration of nectar collected by *Melipona*. **Apidologie**, v. 30, p. 43-55, 1999.
- CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836. In: MOURE, J. S.; URBAN, D. MELO, G. A. R. (Org.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical Region – online version**. 2013. Disponível em <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Acesso em: 05 ago. 2018.
- CAMPOS, F. S.; GOIS, G. C.; CARNEIRO, G. G. Termorregulação colonial em abelhas sem ferrão. **PUBVET**, v. 4, n. 24, ed. 129, art. 872, 2010.
- CARVALHO, M. D. F. Temperatura da superfície corpórea e perda de calor por convecção e abelhas (*Apis mellifera*) em uma região semi-árida. *Dissertação de Mestrado*. Departamento de Ciências Animais. UFERSA, 2009.
- DORNHAUS, A.; KLÜGL, F.; OECHSLEIN, C.; PUPPE, F.; CHITTKA, L. **Benefits of recruitment in honey bees: effects of ecology and colony size in an individual based model**. Behavioral Ecology Journal, v. 17, n. 3, p. 336-344, 2006.
- FREIRE, N. F.; PIGOZZO, C. M. Comportamento de forrageio da *Xylocopa cearenses* Ducke 1910, em população de *Camolia ovalifolia* de trina em um ambiente de restinga, Salvador-BA. **Candombá Revista Virtual**, v. 10, n. 1, 2014.
- HEMALATHA, D.; JAYARAJ, J.; MURUGAN, M.; BALAMOCHAN, T. N.; SENTHIL, N.; CHINNIAH, C.; SURESH, K. Foraging performance of Indian honey bee *Apis cerena indica* (F.), during winter in Madurai district of Tamil Nadu, India. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 6, n. 3, p. 224-227, 2018.
- HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. de M. P. 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.
- 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**, v. 31, p. 81-91, 2000.
- KASPER, M.L.; REESON, A. F.; MACKAY, D. A.; AUSTIN, A. D. Environmental factors

influencing daily foraging activity of *Vespula germanica* (Hymenoptera, Vespidae) in Mediterranean Australia. **Insectes Sociaux**, v. 55, p. 288-295, 2008.

KUHN-NETO, B.; CONTRERA, F.A. L.; CASTRO, M. S.; NIEH, J. C. Long distance foraging and recruitment by a stingless bee, *Melipona mandacaia*. **Apidologie**, v. 40, p. 472-480, 2009..

LINCHTENBERG, 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, p. 105-113, 2010.

LEVINTON, J.S. **Marine biology – function, biodiversity, ecology**. Oxford: Oxford University Press, 1995.

MACARTHUR, R. H.; LEVINS, R. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. **The American naturalist**, v. 101, n. 921, p. 377-385, 1967.

MACARTHUR, R. H.; PIANKA, E., R. On optimal use of a patchy environment. **The American Naturalist**, v. 100, n. 916, 1966.

MALOOFF, J. E.; INOUE, D. W. Are nectar robbers cheaters or mutualists? **Ecology**, v. 81, p. 299-345, 2000.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2007. 953 p.

NICOLSON, S. W.; V. L.; KÖHLER, A.; PIRK, C. W. W. Honeybees prefer warmer nectar and less viscous nectar regardless of sugar concentration. **Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences**, v. 280, n. 1767, 2013.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis, 1997. 445 p.

OLIVEIRA, F. F.; RICHERS, B. T. T.; SILVA, J. R.; FARIAS, R. C.; MATOS, T. A. L. **Guia ilustrado das Abelhas “Sem-Ferrão” das reservas Amanã e Mamirauá, Amazonas, Brasil (Hymenoptera, Apidea, Meliponini)**. Tefé: IDSM, 2013. 267p.

OYEN, K. J.; DILLON, M. E. Critical thermal limits of bumble bees (*Bombus impatiens*) are marked by stereotypical behaviors and are unchanged by acclimation, age, or feeding status. **Journal of Experimental Biology**, 2018.

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

ROUBIK, D. W.; YANEGA, D.; ALUJA, M. S.; BUCHMANN, S. L.; INOUE, D. W. On optimal nectar foraging by some tropical bees (Hymenoptera: Apidae). **Apidologie**, v. 26, p. 197-211, 1995.

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

Cambridge, 1989. 514 p.

SAMEJIMA, H.; MARZUKI, M.; NAGAMITSU, T.; NAKASIZUKA, T. The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. **Biological Conservation**, v. 120, p. 577-587, 2004.

SANTOS, J. M. A. Visitantes florais e polinização de *Tecoma stans* (Bignoniaceae): efeito da pilhagem de néctar na eficácia reprodutiva. *Dissertação de Mestrado*. Centro de Ciências Exatas e da Natureza.UFP, 2016.

SCHMITT, J. Pollinator foraging behavior and gene dispersal in *Senecio* (Compositae). **Evolution**, v. 34, p. 934-943, 1980.

SEELEY, T. D. **The wisdom of the hive: the social physiology of honey bee colonies**. Harvard University Press. Cambridge, MA: 1995. 295 p.

SIQUEIRA, E.; OLIVEIRA, R.; DÖTTERL, S.; CODEIRO, G. D.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; MOTA, T.; SCHLINDWEIN, C. Pollination of *Machaerium opacum* (Fabaceae) by nocturnal and diurnal bees. **Arthropod-Plant Interactions**, p. 1-13, 2018.

SILVA, A. S.; FERNANDES, N. S.; CAVALCANTE, A. M.; LIMA, A. O. N.; FREITAS, B. M. Florescimento induzido da jurema preta para fornecer pólen à abelha melífera na estiagem da caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 197-206, 2015.

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

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

SOUZA, T. C. T.; NASCIMENTO, V. T. Aspectos reprodutivos de *Cenostigma macrophyllum* Tull. (Fabaceae-Caesalpinoidae) em uma área de Cerrado em regeneração no Oeste da Bahia. **Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 7, n. 1, 2018. No prelo.

STONE, G. N.; WILLMER, P. G. Warm-up rates and body temperatures in bees: The importance of body size, thermal regime and phylogeny. **Journal of Experimental Biology**, v. 147, p. 303-328, 1989.

TAN, K.; YANG, S.; WANG, Z. W.; RADLOFF, S. E.; OLDROYD, B. P. Differences in foraging and broodnest temperature in the honey bees *Apis cerena* and *A. mellifera*. **Apidologie**, v. 43, p. 618-623, 2012.

TEIXEIRA, L. V.; CAMPOS, F. N. M. Início da atividade de vôo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. **Revista brasileira de Zoociências**, v.7, n. 2, p. 195-202, 2005.

VILLANUEVA-GUTIERREZ, R.; ROUBIK, D.; PORTER-BOLLAND, L. Bee-Plant

Interactions: Competition and Phenology of Flowers Visited by Bees. *In*: ISLEBE, G. A.; CALMÉ, S.; LEÓN-CORTÉS, J. L.; SCHMOOK, B. (Ed.). **Biodiversity and Conservation of the Yucatán Peninsula**, 2015. Cap. 6, p. 131-152.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao seu pequeno tamanho corporal, o forrageamento da abelha *P. aff. flavocincta* é fortemente influenciado pelas condições climáticas, particularmente a temperatura;

A estratégia de forragear em fontes de energia com uma grande amplitude de concentrações de açúcar possibilita a ampla distribuição geográfica da espécie em áreas altamente antropizadas onde fontes naturais de néctar são geralmente escassas.

\

REFERÊNCIAS

- ABOU-SHAARA, H. F. The foraging behaviour of honey bees, *Apis mellifera*: a review. **Veterinarni Medicina**, v. 59, p. 1-10, 2014.
- AIZEN, M. A.; GARIBALDI, L. A.; CUNNINGHAM, S. A.; KLEIN, A. M. Long-term global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency. **Current Biology**, v. 18, p. 1572-1575, 2008.
- ALVES-DOS-SANTOS, I; DA SILVA, C. I; PINHEIRO, M; KLEINERT, A. M. P. Quando um visitante floral é um polinizador? = *When a floral visitor is a pollinator?* **Rodriguésia**, v. 67, n. 2, p. 295-307, 2016.
- ALVES, L. H. S.; CASSINO, P. C. R.; PREZOT, F. Effects of abiotic factors on the foraging activity of *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 in inflorescences of *Vernonia polyanthes* Less (Asteraceae). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 37, n. 4, p. 405-409, 2015.
- 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 Quartely**, v. 34, n. 3, p. 183-190, 2000.
- ANDERSON, C.; RATNIEKS, F. L. W. Task partitioning in insect societies. I. Efferct of colony size on queueing delay and colony ergonomic efficiency. **The American Naturalist**, v. 154, n. 5, p. 521-535, 1999.
- ARAÚJO, E. D.; COSTA, M.; CHAUD-NETTO, J; FOWLER, H. G. Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): inference of flight range and possible ecological implications. **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 3B, p. 563-568, 2004.
- BASARI, N.; RAMLI, S. N.; KHAIRI, N. A. S. Food reward and distance influence the foraging pattern of stingless bee, *Heterotrígona itama*. 2018.
- BIDDING, D. J.; JOSHI, N. K. RAJOTTE, E. G.; HALBRENDT, N. O.; PULIG, C.; NAITHANI, K. J. VAUGHAN, M. An immunomarking method to determine the foraging patterns of *Osmia cornifrons* and resulting fruit set in a cherry orchard. **Apidologie**, v. 44, n. 6, p. 738-749, 2013.
- BIESMEIJER, J. C.; SMEETS, M. J. A. P.; RICHTER, J. A. P.; SOMMEIJER, M. J. Nectar foraging by stingless bees in Costa Rica: botanical climatological influences on sugar concentration of nectar collected by *Melipona*. **Apidologie**, v. 30, p. 43-55, 1999.
- BISHOP, J. A; ARMBRUSTER, W. S. Thermoregulatory abilities of Alaskan bees: effects of size, phylogeny and ecology. **Functional Ecology**, v. 13, p. 711-724, 1999.
- BOMFIM, I. G. A.; BEZERRA, A. D. M.; NUNES, A. C.; ARAGÃO, F. A. S.; FREITAS, B. M. Adaptative and foraging behavior of two stingless bee species (Apidae: Meliponini) in greenhouse mini water melon pollination. **Sociobiology**, v. 64, n. 4, p. 502-509, 2014.

- BORGES, F. V. B.; BLOCHTEIN, B. 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**, v. 22, n. 3, p. 680-686, 2005.
- BURRILL, R. M.; DIETZ, A. The response of honey bees to variations in solar radiation and temperature. **Apidologie**, v. 12, n. 4., p. 319-328, 1981.
- BYERS, J. A.; SADOWSKY, A.; LEVI-ZADA, A. Index of host habitat preference explored by movement-based simulations and trap captures. **Journal of Animal Ecology**, 2018. No prelo.
- CAMARGO, J. M. F. Historical Biogeography of the Meliponini (Hymenoptera, Apidae, Apinae) of the Neotropical Region. In: P. Vit; PEDRO, S. R. M; ROUBIK, D. W. (Eds.). **Pot-Honey: a legacy of stingless bees**. New York: Springer, 2013, p. 19-34.
- 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: 21 ago, 2018.
- CAMPOS, F. S.; GOIS, G. C.; CARNEIRO, G. G. Termorregulação colonial em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 24, ed. 129, art. 872, 2010.
- CARVALHO, M. D. F. Temperatura da superfície corpórea e perda de calor por convecção e abelhas (*Apis mellifera*) em uma região semi-árida. *Dissertação de Mestrado*. Departamento de Ciências Animais. UFERSA, 2009.
- CARVALHO-ZILSE, G.; PORTO, E. L.; SILVA, C. G. N.; PINTO, M. F. C. Atividades de voo de operárias de *Melipona seminigra* (Hymenoptera: Apidae) em um sistema agroflorestal da Amazônia. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.1, p. 94-99, 2007.
- CHARRIÈRE, J. D.; IMDORF, A.; KOENING, C.; GALLMANN, S.; KUHN, R. Do sunflowers influence the development of honey bee, *Apis mellifera*, colonies in áreas with diversified crop farmin? **Journal of Apicultural Research**, v. 49, n. 3, p. 227-235, 2010.
- CLEMENTS, F., E.; LONG, F. **Experimental pollination: na outline of the ecology of flowers and insects**. Carnegie Institution of Washington, n. 336, 1923.
- CORBET, S. A.; FUSSEL, M.; AKE, R.; FRASER, A.; GUNSON, C.; SAVAGE, A.; SMITH, K. Temperature and the pollinating activity of social bees. **Ecological Entomology**, v. 18, n. 1, p. 17-30, 1993.
- DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop Pollination by Bees**. CABI Publishing, 2000. 344 p.
- DEUTSCH, L.; JANSSON, Å.; TROELL, M.; RÖNNBÄCK, P.; FOLKE, C. KAUTSKY, N. The 'ecological footprint': communicating human dependence on nature's work. **Ecological Economics**, v. 32, p. 351-355, 2000.

- DORNHAUS, A.; KLÜGL, F.; OECHSLEIN, C.; PUPPE, F. CHITTKA, L. Benefits of recruitment in honey bees: effects of ecology and colony size in an individual-based model. **Behavioral Ecology**, v. 17, n. 3, p. 336-344, 2006.
- DOWNES, J. A.; KAVANAUGH, G. H. Origins of the North American insect fauna: introduction and commentary. **The Memoirs of the Entomological Society of Canada**, v. 120, n. S144, p. 1-11, 1988.
- DYER, A. G.; WHITNEY, H. M.; ARNOLD, S. E. J.; GLOVER, B. J.; CHITTKA, L. Bees associate warmth with floral colour. **Nature**, v. 442, p. 525, 2006.
- ESSENBERG, C. J. Flobots: robotic flowers for bee behaviour experiments. **Journal of Pollination Ecology**, v. 15, n. 1, p. 1-5, 2015.
- FERREIRA, M. G. Pólen coletado por *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942) (Hymenoptera: Meliponina) na região de Dourados-MS. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2008.
- FREIRE, N. F.; PIGOZZO, C. M. Comportamento de forrageio da *Xylocopa cearenses* Ducke 1910, em população de *Camolia ovalifolia* de trina em um ambiente de restinga, Salvador-BA. **Candombá Revista Virtual**, v. 10, n. 1, 2014.
- FREITAS, B. M. Cashew pollination: answering practical questions. In: ROUBIK, D. W. (Ed.). **The pollination of cultivated plants: a compendium for practitioners**. 2. ed. FAO Rome, v. 1, 2018. p. 280-287.
- FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A importância econômica da polinização. **Mensagem Doce**, v. 80, p. 44-46, 2005.
- FRÜND, J.; LINSENMAIR, K. E.; BLÜTHGEN, N. Pollinator diversity and specialization in relation to flowers diversity. **Oikos**, v. 119, n. 10, p. 1581-1590, 2010.
- GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, p. 810-821, 2009.
- GEGEAR, R. J.; LAVERTY, T. M. Flower constancy in bumblebees: a test of the trait variability hypothesis. **Animal Behaviour**, v. 69, p. 939-949, 2005.
- GRUBER, B.; ECKEL, K.; EVERAARS, J. DORMANN, C. F. On managing the red mason bee (*Osmia bicornis*) in apple orchards. **Apidologie**, v. 42, p. 564-576, 2011.
- HEARD, T. A. The role of stingless bees in crop pollination. **Annual review of entomology**, v. 44, n. 1, p. 183-206, 1999.
- HEINRICH, B.; RAVEN, P. H. Energetics and pollination ecology: the energetics of pollinators may have wide implications in floral biology and community ecology. **Science**, v. 176, n. 4035, p. 597-602, 1972. Disponível em: <http://science.sciencemag.org/content/176/4035/597>

HEINRICH, B. **The hot-blooded insects**. Harvard University Press, Massachusetts, 1993. 601 p.

HEMALATHA, D.; JAYARAJ, J.; MURUGAN, M.; BALAMOCHAN, T. N.; SENTHIL, N.; CHINNIAH, C.; SURESH, K. Foraging performance of Indian honey bee *Apis cerena indica* (F.), during winter in Madurai district of Tamil Nadu, India. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 6, n. 3, p. 224-227, 2018.

HERRERA, C. M. Bumble bees feeding on non-plant food sources. **Bee World**, v. 71, n. 2, p. 67-69, 1990.

HARTLING, L. K.; PLOWRIGHT, R. C. Foraging by bumble bees on patches of artificial flowers: a laboratory study. **Canadian Journal of Zoology**, v. 57, p/ 1866-1879, 1979.

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

HILÁRIO, S. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. M. P. 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.

HOFSTEDE, F. E.; SOMMEIJER, M. J. Influence of environmental and colony factors on the initial commodity choice of foragers of the stingless bee *Plebeia tobagoensis* (Hymenoptera, Meliponini). **Insectes Sociaux**, v. 53, p. 258-264, 2006.

HUBBELL, S. P.; JOHNSON, L. K. Comparative foraging behavior of six stingless bee species exploiting a standardized resource. **Ecology**, v. 59, n. 6, p. 1123-1136, 1978.

HUNG, K. L. J.; KINGSTON, J. M.; ALBRECHT, M.; HOLWAY, D. A.; KOHN, J. R. The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habits. **Proceedings of The Royal Society B. Biological Sciences**, v. 285, v. 1870, pii: 20172140, 2018.

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**, v. 31, p. 81-91, 2000.

JOHNSON, L. K. Effect of flower clumping on defense of artificial flowers by aggressive stingless bees. **Biotropica**, v. 13, n. 2, p. 151-157, 1981.

KASINA, J. M.; MBURU, J.; KRAEMER, M.; HOLM-MUELLER, K. Economic benefit of crop pollination by bees: a case of Kakamega small-holder farming in Western Kenya. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 2, p. 467-473, 2009.

KASPER, M.L.; REESON, A. F.; MACKAY, D. A.; AUSTIN, A. D. Environmental factors influencing daily foraging activity of *Vespula germanica* (Hymenoptera, Vespidae) in Mediterranean Australia. **Insectes Sociaux**, v. 55, p. 288-295, 2008.

KEASAR, T. The spatial distribution of nonrewarding artificial flowers affects pollinator attraction. **Animal Behaviour**, v. 60, p. 639-646, 2000.

KLEIN, A. M.; BOREUX, V.; FORNOFF, F.; MUPEPELE, A. C.; PUFAL, G. Relevance of wild and managed bees for human well-being. **ScienceDirect**, v. 26, p. 82-88, 2018.

KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of The Royal Society**, v. 274, p. 303-313, 2007.

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.

KUHN-NETO, B.; CONTRERA, F. A. L.; CASTRO, M. S.; NIEH, J. C. Long distance foraging and recruitment by a stingless bee, *Melipona mandacaia*. **Apidologie**, v. 40, p. 472-480, 2009.

LEVINTON, J.S. **Marine biology – function, biodiversity, ecology**. Oxford: Oxford University Press, 1995.

LINCHTENBERG, 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, p. 105-113, 2010.

MACARTHUR, R. H.; LEVINS, R. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. **The American naturalist**, v. 101, n. 921, p. 377-385, 1967.

MACARTHUR, R. H.; PIANKA, E., R. On optimal use of a patchy environment. **The American Naturalist**, v. 100, n. 916, 1966.

MAKINO, T. T.; SAKAI, S. Experience changes pollinator responses to floral display size: from size-based to reward-based foraging. **Functional Ecology**, v. 21, p. 854-863, 2007.

MALOOF, J. E.; INOUE, D. W. Are nectar robbers cheaters or mutualists? **Ecology**, v. 81, p. 299-345, 2000.

MICHENER, C. D. Biogeography of the bees,. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 66, n. 3, p. 277-347, 1979.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**, 2. Ed, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2007. 953 p.

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

MOLUMBY, A.; PRZYBYLOWICZ, T. Bees (Hymenoptera: Apoidea) of the Chicago Area: Diversity and Habitat Use in an Urbanized Landscape. **The Great Lakes Entomologist**, v. 45, n. 1, article 6, 2012.

MONTEIRO, D.; RAMALHO, M. Abelhas generalistas (Meliponina) e o sucesso reprodutivo de *Stryphnodendron pulcherrimum* (Fabales: Mimosaceae) com florada em massa na Mata

Atlântica, BA. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 4., p. 519-526, 2010.

MOURE, J. S. Duas espécies novas de *Plebeia* Schwarz do Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira de Entomologia [online]**, v. 48, n. 2, p. 199-202. ISSN 0085-5626, 2004.

NICOLSON, S. W.; V. L.; KÖHLER, A.; PIRK, C. W. W. Honeybees prefer warmer néctar and less viscous néctar regardless of sugar concentration. **Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences**, v. 280, n. 1767, 2013.

NIEUWSTADT, M. G. L. V.; IRAHETA, C. E. R. Relation between size and foraging range in stingless bees (Apidae, Meliponinae). **Apidologie**, v. 27, p. 219-228, 1996.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. Editora Nogueirapis, 1997. 445 p.

NORGATE, M.; BOYD-GERNY, S.; SIMONOV, V.; ROSA, M. G. P.; HEARD, T. A.; DYER, A. G. Ambient temperature influences Australian native stingless bee (*Trigona carbonaria*) preference for warm néctar. **Plos One**, v. 5, n. 8, 2010.

OLIVEIRA, F. F.; RICHERS, B. T. T.; SILVA, J. R.; FARIAS, R. C.; MATOS, T. A. L. **Guia ilustrado das Abelhas “Sem-Ferrão” das reservas Amanã e Mamirauá, Amazonas, Brasil (Hymenoptera, Apidea, Meliponini)**. Tefé: IDSM, 2013. 267p.

OLIVEIRA, F. L. Atividade de voo de *Plebeia* aff. *flavocincta* (Apidae, Meliponini) e sua relação com fatores abióticos. *Dissertação de Mestrado*. Departamento de Ciência Animal. UFERSA, 2015.

OLIVEIRA, M. O. As abelhas *Bombus* como polinizadores agrícolas: perspectivas do uso de espécies nativas em cultivo protegido no Brasil. **ACTA Apícola Brasileira**, v. 2, n. 2, p. 28-33, 2014.

OYEN, K. J.; DILLON, M. E. Critical thermal limits of bumble bees (*Bombus impatiens*) are marked by stereotypical behaviors and are unchanged by acclimation, age, or feeding status. **Journal of Experimental Biology**, 2018.

PLOWRIGHT, C. M. S.; COHEN-SALMON, D.; LANDRY, F.; SIMONDS, V. Foraging for nectar and pollen on thistle flowers (*Cirsium vukgare*) and artificial flowers: How bumble bees (*Bombus impatiens*) respond to colony requeriments. **Behaviour**, v. 136, p. 951-963, 1999.

PIERROT, L. M.; SCHLINDWEN, C. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of uruçi – *Melipona scutellaris* Latrille (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 565-571, 2003.

PITTS-SINGER, T. L.; ARTZ, D. R.; PETERSON, S. S.; BOYLE, N. K.; WARDELL, G. I. Examination of a managed pollinator strategy for almond production using *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae). **Environmental Entomology**, v. 47, n. 2, p. 364-377, 2018.

- POLATTO, L. P.; CHAUD-NETTO, J.; ALVEZ-JUNIOR, V. V. Availability on daily foraging activity of bees influence of abiotic and biotic factors on bees. **Journal of Insect Behavior**, v. 27, p. 593-612, 2014.
- RAMALHO, M.; GIANNINI, T. C.; MALAGODI-BRAGA, K. S.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Pollen harvest by stingless bee foragers (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Grana**, v. 33, p. 239-244, 1994.
- REAL, L. A. Nectar availability and bee-foraging on *Ipomoea* (Convolvulaceae). **Biotropica**, v. 13, n. 2, p. 64-69, 1981.
- ROCHA, M. N. C. C. Diversidade e abundância de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) Num espaço verde urbanizado em Lisboa: A Tapada da Ajuda. *Dissertação de Mestrado*. Departamento de Biologia Animal. Universidade de Lisboa, 2017.
- ROSAS-GUERRERO, V.; AGUILAR, R.; MARTÉN-RODRÍGUEZ, S.; ASHWORTH, L.; LOPEZARAIZA-MIKEL, M.; BASTIDA, J. M.; QUESADA, M. A quantitative review of pollination syndromes: do floral traits predict effective pollinators? **Ecology Letters**, v.17, p. 388-400, 2014.
- ROTJAN, R. D.; CALDERONE, N. W.; SLEELEY, T. D. How a honey bee colony mustered additional labor for the task of pollen foraging. **Apidologie**, v. 33, p. 367-373, 2002.
- ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge University Press, 1989. 514 p.
- ROUBIK, D. W. Obligate necrophagy in a Social Bee. **Science**, v. 217, 1982
- ROUBIK, D. W.; YANEGA, D.; ALUJA, M. S.; BUCHMANN, S. L.; INOUE, D. W. On optimal nectar foraging by some tropical bees (Hymenoptera: Apidae). **Apidologie**, v. 26, p. 197-211, 1995.
- ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge University Press. Cambridge, 1989. 514 p.
- RUSSEL, A. L.; PAPA, D. R. Artificial pollen dispensing flowers and feeders for bee behavior experiments. **Journal of Pollination Ecology**, v. 18, n. 3, p. 13-22, 2016.
- SAMEJIMA, H.; MARZUKI, M.; NAGAMITSU, T.; NAKASIZUKA, T. The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. **Biological Conservation**, v. 120, p. 577-587, 2004.
- SANTOS, J. M. A. Visitantes florais e polinização de *Tecoma stans* (Bignoniaceae): efeito da pilhagem de néctar na eficácia reprodutiva. *Dissertação de Mestrado*. Centro de Ciências Exatas e da Natureza.UFP, 2016.
- SCHMITT, J. Pollinator foraging behavior and gene dispersal in *Senecio* (Compositae). **Evolution**, v. 34, p. 934-943, 1980.
- SCHULZEA, J.; OESCHGER, L. GROSS, A.; MUELLER, A.; STOLL, P. ERHARDT, A.

Solitary bees – Potential vectors for gene flow from cultivated to wild strawberries. **Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, V. 207, P. 762-767, 2012.

SCOTT, G. **Essential Animal Behavior**. Blackwell Science Ltd, 2005, 202 p.

SEELEY, T. D. Honey bee foragers as sensory units of their colonies. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 34, p. 51-62, 1994.

SEELEY, T. D. **The wisdom of the hive: the social physiology of honey bee colonies**. Harvard University Press. Cambridge, MA: 1995. 295 p.

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.

SIHAG, R. C. Pollination, pollinators and pollination modes: ecological and economic importance. In: Roubik, D. W. (Ed.) **The pollination of cultivated plants: a compendium for practitioners**. 2. ed. FAO Rome, v. 1, 2018. p. 21-33.

SILVA, A. S.; FERNANDES, N. S.; CAVALCANTE, A. M.; LIMA, A. O. N.; FREITAS, B. M. Florescimento induzido da jurema preta para fornecer pólen à abelha melífera na estiagem da caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 197-206, 2015.

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

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

SIQUEIRA, E.; OLIVEIRA, R.; DÖTTERL, S.; CODEIRO, G. D.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; MOTA, T.; SCHLINDWEIN, C. Pollination of *Machaerium opacum* (Fabaceae) by nocturnal and diurnal bees. **Arthropod-Plant Interactions**, p. 1-13, 2018.

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

SMITHSON, A.; MACNAIR, M. R. Negative frequency-dependent selection by pollinators on artificial flowers without rewards. **Evolutions**, v. 51, n. 3, p. 715-723, 1997.

SOLTIS, P. S.; SOLTIS, D. E. Flower Diversity and Angiosperm Diversification. In: RIECHMANN, J. L.; WELLMER, F. (Ed.). **Flower Development: Methods and Protocols**. , 2014.

SOUZA, T. C. T.; NASCIMENTO, V. T. Aspectos reprodutivos de *Cenostigma macrophyllum* Tull. (Fabaceae-Caesalpinoidae) em uma área de Cerrado em regeneração no Oeste da Bahia. **Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 7, n. 1, 2018. No prelo.

- STEPHENS, D.; BROWN, J. S.; YDENBERG, R. C. (Ed.) **Foraging: Behavior and Ecology**. University of Chicago Press, 2007. 608 p.
- STONE, G. N.; WILLMER, P. G. Warm-up rates and body temperatures in bees: The importance of body size, thermal regime and phylogeny. **Journal of Experimental Biology**, v. 147, p. 303-328, 1989.
- TAN, K.; YANG, S.; WANG, Z. W.; RADLOFF, S. E.; OLDROYD, B. P. Differences in foraging and broodnest temperature in the honey bees *Apis cerena* and *A. mellifera*. **Apidologie**, v. 43, p. 618-623, 2012.
- TAURA, H. M.; LAROCA, S. Biología da Polinização: interações entre as abelhas (Hym., Apoidea) e as flores de *Vassobia breviflora* (Solanaceae). **Acta Biológica Paranaense**, v. 33, n. 1, 2, 3, 4, p. 40-41, 2004.
- TEIXEIRA, L. V.; CAMPOS, F. N. M. Início da atividade de vôo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. **Revista brasileira de Zoociências**, v.7, n. 2, p. 195-202, 2005.
- THOMPSON, J. D.; OGILVIE, J. E.; MAKINO, T. T.; ARISZ, A.; RAJU, S.; ROJAS-LUENGAS, V.; TAN, M. G. R. Estimating pollination success with novel artificial flowers: Effects of nectar concentration. **Journal of Pollination Ecology**, v. 9, n. 14, p. 108-114, 2012.
- TRILLO, A.; HERRERA, J. H.; VILÀ, M. Managed bumble bees increase flower visitation but not fruit weight in polytunnel strawberry crops. **Basic and Applied Ecology**, v. 30, p. 32-40, 2018.
- 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.
- VICENS, N.; BOSCH, J. Weather-dependent pollinator activity in an apple orchard, with special reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). **Environmental Entomology**, v. 29, n. 3, p. 413-420, 2000.
- VILLANUEVA-GUTIERREZ, R.; ROUBIK, D.; PORTER-BOLLAND, L. Bee-Plant Interactions: Competition and Phenology of Flowers Visited by Bees. *In*: ISLEBE, G. A.; CALMÉ, S.; LEÓN-CORTÉS, J. L.; SCHMOOK, B. (Ed.). **Biodiversity and Conservation of the Yucatán Peninsula**, 2015. Cap. 6, p. 131-152.
- WILLIAMS, I.; CORBET, S. A.; OSBORNE, J. L. Beekeeping, wild bees and pollination in the European community. **Bee World**, v. 72, n. 4, p. 170-180, 1991.
- WINFREE, R.; REILLY, J. R.; BARTOMEUS, I.; CARIVEAU, D. P.; WILLIAMS, N. M.; GIIBS, J. Species turnover promotes the importance of bee diversity for crop pollination at regional scales. **Science**, v. 359, n. 6377, p. 791-793, 2018.
- ZABLOTNY, J. E. Sociality. *In*: RESH, V. H.; CARDÉ, R. T. (Eds.). **Encyclopedia of Insects**, 2. ed. Academic Press, 2009, p. 028-935.

ZURBUCHEN, A.; LANDERT, L.; KLAIBER, J.; MÜLLER, A.; HEIN, S.; DORN, S.
Maximum foraging range in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. **Biological Conservation**, v. 143, p. 669-676, 2010.

ZWICK, P. Biogeographical Patterns. *In*: RESH, V. H.; CARDÉ, R. T. (Eds.). **Encyclopedia of Insects**, 2. ed. Academic Press, 2009, p. 82-91