



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

Ritmos de atividade diária de vôo de abelhas da subtribo Meliponina em colônias de criação no Povoado de Pedra Branca, Santa Teresinha (BA).

MONIQUE SIAN GOUW

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, para obtenção do título de *Mestre em Zoologia*

Feira de Santana – BA
2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

Ritmos de atividade diária de vôo de abelhas da subtribo Meliponina em colônias de criação no Povoado de Pedra Branca, Santa Teresinha (BA).

MONIQUE SIAN GOUW

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Miriam Gimenes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, para obtenção do título de *Mestre em Zoologia*

Feira de Santana – BA
2011

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

Gouw, Monique Sian

G741r Ritmos de atividade diária de vôo de abelhas da subtribo Meliponina em colônia de criação no Povoado de Pedra Branca, Santa Teresinha (BA) / Monique Sian Gouw. – Feira de Santana - BA, 2011.

62 f. : il.

Orientadora: Miriam Gimenes

Dissertação (Mestrado em Zoologia)– Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2011.

1. Ritmo biológico. 2. Abelhas sem ferrão. 3. *Melipona scutellaris*. 4. *Melipona quadrifasciata*. 5. *Frieseomelitta doederleini*. 6. Atividade de vôo. I. Gimenes, Miriam. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Departamento de Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU: 595.799

MONIQUE SIAN GOUW

Ritmos de atividade diária de vôo de abelhas da subtribo Meliponina em colônias de criação no Povoado de Pedra Branca, Santa Teresinha (BA).

Feira de Santana, Bahia, 17/02/2011

Dr.^a Miriam Gimenes – UEFS
(Examinadora – Presidenta da Banca)

Dr.^a Gisele Akemi Oda
(Examinadora)

Dr.^a Gesline Fernandes de Almeida
(Examinadora)

“Dedico este trabalho ao meu pai cuja admiração pela natureza despertou o meu interesse pela biologia e por tudo que representa para mim.”

Agradecimentos

- ✓ À UEFS e à PPGZoo-UEFS pela oportunidade de crescimento profissional;
- ✓ Ao CNPq, pelo apoio financeiro através do Edital MCT/CNPqN° 70/2008;
- ✓ À Prof.^a Dr.^a Miriam, a quem tenho muito apreço, pela confiança ao aceitar me orientar mesmo sem ter feito iniciação científica na área, por ter guiado os meus primeiros passos na cronobiologia, pela paciência e compreensão, pelos ensinamentos valiosos, pela orientação durante todas as fases do trabalho e pela amizade. Sou muito grata!;
- ✓ Ao meliponicultor Seu Fernando pela disposição em colaborar com tudo sem restrições, pelas informações importantes para o trabalho e à toda família pela hospitalidade e atenção. Muito obrigada!!;
- ✓ À Dona Raimunda, presidente da Associação de Moradores do Povoado de Pedra Branca, por ter fornecido informações sobre os meliponicultores da região;
- ✓ Ao Prof^o Dr.^o Eraldo por ter indicado a área de estudo e por ter me apresentado às pessoas fundamentais do Povoado para a realização deste estudo;
- ✓ Aos amigos do LENT, pelo convívio agradável e pela animação nas festas;
- ✓ À Patrícia Luiza por ter me ajudado com alguns detalhes do trabalho, por ter fornecido material e pela amizade;
- ✓ À Dr.^a Gesline por ter sido tão prestativa durante as vezes que a procurei, sempre disposta a ajudar dando dicas muito boas e colaborando com materiais;
- ✓ À Janete Jane pela amizade e ajuda com alguns detalhes na fase final deste trabalho;

- ✓ Ao Murilo pelas dicas valiosas e pelo apoio;
- ✓ Aos amigos e colegas da turma de mestrado pela animação, pelos momentos de descontração durante todo o curso, pela troca de idéias. Vou sentir saudades...!;
- ✓ À minha grande amiga, Cíntia, por ter compartilhado momentos de alegrias, tristezas, desafios e pelas palavras de força;
- ✓ Ao querido amigo Marcos, Marquito, por ter me ajudado na minha primeira viagem de campo;
- ✓ Ao amigo Ricardo por ter me contagiado com a sua admiração pelas abelhas e pela prática da criação;
- ✓ Ao grande amigo Mazinho pela companhia e por ter me ajudado na montagem das abelhas;
- ✓ A todos os meus amigos que fizeram e fazem os meus dias mais felizes, principalmente à Caty e à July, minhas amigas de graduação;
- ✓ Ao meu querido pai pelo amor incondicional e por me incentivar sempre;
- ✓ A Rafael por estar sempre ao meu lado, pelo incentivo, pelo carinho e por acreditar em mim.

Sumário	Pg.
Resumo	11
Abstract	12
1.Introdução	13
2.Material e Métodos	18
2.1 Área de estudo	18
2.2 Observações das atividades diárias de vôo das abelhas	19
2.3 Origem das colônias e o tempo de criação.....	21
2.4 Dados meteorológicos	21
2.5 Análise estatística dos dados.....	22
3. Resultados	23
3.1 Fatores meteorológicos e ambientais	23
3.2 Características gerais das espécies de Meliponina estudadas	24
3.3 Atividades mensais	25
3.4 Atividades diárias	27
4. Discussão	38
4.1 Atividade diária	39
4.2 Coleta de pólen	40
4.3 Papel dos fatores meteorológicos nas atividades diárias das abelhas	41
4.4 Ritmo diário de atividade externa	47
5. Considerações Finais	53
6. Referências Bibliográficas	54

Lista de Figuras

- Figura 1:** Mapa com a localização do Povoado de Pedra Branca, BA.....18
- Figura 2:** Caixas de criação artesanal onde as colônias estudadas foram introduzidas pelo meliponicultor. **A:** Meliponário com caixas de criação artesanais confeccionadas pelo próprio meliponicultor; **B:** Colônia de *M. scutellaris*; **C:** Colônia de *F. doederleini*; **D:** Colônia de *M. quadrifasciata* (Fotos: Monique Gouw, 2010).....20
- Figura 3:** Dados meteorológicos mensais de temperatura e precipitação pluviométrica de julho de 2009 a junho de 2010 da Estação Meteorológica de Milagres (mais próxima do povoado de Pedra Branca - Município de Santa Terezinha, Bahia).....24
- Figura 4:** Fotos do interior das colônias de *M. quadrifasciata* (A) *F. doederleini*; (B) *M. scutellari* (C), manejadas artesanalmente no Povoado de Pedra Branca, BA.....25
- Figura 5.** Acrofases da atividade de entrada com pólen de *M. scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *F. doederleini* por horário nos meses de julho de 2009 a maio de 2010, no povoado de Pedra Branca (Município de Santa Terezinha, Bahia).....36
- Figura 6.** Número de abelhas de *M. scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *F. doederleini* ao longo do dia (entre 4:00 e 19:00 h) durante três dias de observação em cada mês para a coleta de pólen de julho a setembro e novembro de 2009 e janeiro, março e maio de 2010, no povoado de Pedra Branca (Município de Santa Terezinha, BA). O número de abelhas é a média dos três dias de observação.....37

Lista de Tabelas

Tabela 1. Número de entradas e saídas (atividade geral), entradas com pólen e resina de *M. scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *F. doederleini*, durante os meses de julho a setembro e novembro de 2009; janeiro, março e maio de 2010, no povoado de Pedra Branca (Município de Santa Terezinha, Bahia).....27

Tabela 2. Intervalo de hora (representado pelo início do intervalo) das primeiras atividades de entrada e saída da colônia e entrada com pólen de *Melipona scutellaris*, *Melipona quadrifasciata* e *Frieseomelitta doederleini*, durante os meses de julho a setembro e novembro de 2009; janeiro, março e maio de 2010, no povoado de Pedra Branca (Município de Santa Terezinha, BA)..... 28

Tabela 3. Valores dos horários referentes às acrofases das atividades de saída e entrada (sem material visível) e entrada com pólen por *Melipona scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *F. doederleini*, nos meses de julho, agosto, setembro, novembro de 2009 e janeiro, março e maio de 2010, no povoado de Pedra Branca (Município de Santa Terezinha, Bahia). 30

Tabela 4 . Valores dos horários referentes aos ângulos médios das atividades de entrada com resina por *Melipona scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *F. doederleini* e entrada com barro para *M. scutellaris*, nos meses de julho, agosto, setembro e novembro/09, janeiro, março e maio/10, no povoado de Pedra Branca (Município de Santa Terezinha, Bahia).....31

Resumo

Os meliponíneos (Meliponina) são abelhas eussociais, principalmente tropicais e subtropicais e geralmente constroem seus ninhos em cavidades pré-existentes. As operárias destas abelhas apresentam atividades internas e externas ao ninho. As atividades externas de vôo estão relacionadas à coleta de pólen e néctar, de material de construção do ninho (resina ou barro) e saída com lixo da colônia. O presente estudo teve como objetivo investigar e comparar as atividades diárias externas de *Melipona scutellaris*, *Melipona quadrifasciata* e *Frieseomelitta doederleini*, avaliando a presença de padrões rítmicos diários em diferentes meses do ano e a influência dos fatores ambientais e meteorológicos nestas atividades. O maior número de atividades foi observado nos meses de janeiro e março para *M. scutellaris* e *F. doederleini*, consideradas colônias forte e média e *M. quadrifasciata* apresentou a maior atividade nos meses de julho e agosto e foi considerada uma colônia fraca. As atividades iniciais de *Melipona* spp., abelha de maior tamanho, ocorreram geralmente no nascer do sol e mais cedo do que *F. doederleini*, abelha de menor tamanho. *Melipona* spp., apresentaram horários preferenciais de atividade (acrofases) de entradas, saídas, entradas com pólen e entrada com resina durante a manhã e *F. doederleini*, geralmente no final da manhã, ou início da tarde, nos diferentes meses, que ocorriam a valores de temperatura mais elevados do que para *Melipona* spp. Durante o mês de março, o mais chuvoso, quase todas as acrofases das atividades para *Melipona* spp. ocorreram mais tarde. As repetições diárias das primeiras e últimas atividades na colônia e a presença de acrofases significativas para as atividades das abelhas, em diferentes meses do ano, sugerem a presença de ritmo diário de atividade influenciado provavelmente pelos ciclo claro/escuro, pela chuva e pela temperatura. Os resultados definitivos do papel destes fatores ambientais e meteorológicos nos ritmos das atividades externas das três espécies de Meliponina estudadas só poderão ser obtidos em situação controlada de laboratório.

Palavras-chave: Ritmo biológico, abelhas sem ferrão, *Melipona scutellaris*, *Melipona quadrifasciata*, *Frieseomelitta doederleini*, atividade de vôo.

Abstract

The stingless bees (Meliponina) are eusocial bees, living mainly in tropical and subtropical regions and often building their nests in pre-existing cavities. The worker classes of these bees normally have internal and external activities to the nest. The external activities are related to the collection of pollen and nectar, the collection of nest-building material (resin or clay) and the exit with garbage from the colony. This study aimed the investigation and comparison of the daily outside activities of three classes of stingless bees, namely the *Melipona scutellaris*, *Melipona quadrifasciata* and *Frieseomelitta doederleini* and to evaluate the presence of the daily rhythmic patterns in different months of the year, as well as the influence of environmental and meteorological factors in these activities. The largest number of activities of the species *M. scutellaris* and *F. doederleini* was observed from January to March, both considered respectively as strong and medium sized colonies. *M. quadrifasciata* showed a greater activity in July and August and was considered a weak sized colony. The initial activities of *Melipona* spp. a larger bee, generally occurred at sunrise and earlier than *F. doederleini*, a smaller bee. *Melipona* spp. showed preferential times (acrophase) of entrances, exits, entrances with pollen and resin during the mornings. *F. doederleini* differently, preferred usually the late mornings or early afternoons, during the different months that occurred at higher temperature values than those for *Melipona* spp. During the month of March, the wettest month, almost all acrophase activities for *Melipona* spp occurred later. The daily repetition of the first and last activities in the colony and the presence of significant acrophase for the activities of the bees in different months of the year, suggest that the presence of a daily rhythm of activity is probably influenced by the light / dark cycle, by rain and temperature. The final results of the role of environmental and meteorological factors in the external activities rhythms of the species of Meliponina studied, can only be obtained in a controlled laboratory situation.

Key-words: Biological rhythm, stingless bees, *Melipona scutellaris*, *Melipona quadrifasciata*, *Frieseomelitta doederleini*, flight activity.

1. Introdução

Os meliponíneos (Apidae, Apinae, Apini, Meliponina, SILVEIRA *et al.* 2002) são abelhas eussociais, sem ferrão, que apresentam ampla distribuição geográfica (NOGUEIRA-NETO 1986). São encontradas em regiões tropicais do mundo (embora não a leste das Ilhas Salomão, no Pacífico). Ao Sul se estendem para regiões temperadas (cerca de 35° S na Austrália e América do Sul; 28° S na África). E ao Norte se estendem para um pouco além do Trópico de Câncer (23,5° N) (MICHENER, 2000).

Muitas espécies de abelhas sem ferrão produtoras de mel são criadas artesanalmente (meliponicultura), principalmente por comunidades tradicionais e povos indígenas do Brasil. O manejo dessas abelhas é prática tradicional dos indígenas e, por isso, são também denominadas “abelhas indígenas” (LOPES *et al.* 2005). Dentre os diversos meliponíneos manejados racionalmente, algumas espécies são bem conhecidas, como *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811), *Melipona quadrifasciata* (Lepelletier, 1836) e *Frieseomelitta doederleini* (Friese, 1900).

A área de distribuição de *M. scutellaris* restringe-se ao Nordeste do Brasil (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe). *F. doederleini* também é endêmica de alguns estados do Brasil (Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte). *M. quadrifasciata* compreende uma distribuição mais ampla, sendo encontrada na Argentina (Misiones), Paraguai (Misiones) e várias regiões do Brasil (MOURE *et al.* 2007). *M. scutellaris*, *M. quadrifasciata* (SILVEIRA *et al.* 2002) e *F. doederleini* são espécies comuns em ambientes florestais (GONÇALVES & BRANDÃO 2008).

As abelhas da subtribo Meliponina possuem um comportamento social elaborado e estão organizadas em colônias permanentes desde poucas dúzias a 100.000 ou mais operárias, sendo que possuem diferenças morfológicas e comportamentais nas diferentes castas de fêmeas que são a rainha e as operárias (MICHENER 2000).

A grande maioria dos meliponíneos constrói seus ninhos em cavidades pré-existentes, como ocos de árvores ou espaços no solo, e geralmente apresenta detalhes arquitetônicos característicos na entrada do ninho, permitindo o reconhecimento das espécies (VELTHUIS, 1997).

A maior parte das espécies de abelhas tem no néctar e no pólen das flores a sua principal fonte de energia e de proteínas, respectivamente (NOGUEIRA-NETO, 1997) e

para a coleta eficiente desses recursos as abelhas devem visitar as flores nos momentos do dia nos quais estes são produzidos ou disponibilizados. De acordo com ROUBIK (1989), a produção de néctar e a liberação de pólen podem ocorrer em momentos diferentes do dia para o início da produção, pico de ocorrência e duração da exposição do recurso.

Geralmente, a relação entre flores e abelhas é mutualista: as abelhas dependem das flores e estas dependem dos polinizadores para a fecundação cruzada, sendo as abelhas os visitantes florais mais eficientes para a polinização. Desta forma, uma parte da colônia de abelhas eussociais atua no forrageamento nas flores. De acordo com SEELEY (2006), a atividade de coleta de pólen e de néctar parece ser regulada pelas necessidades da colônia. O sucesso nessa busca por recursos é determinado pela flexibilidade do comportamento das abelhas caracterizado por sua mobilidade e atividade de vôo (ROUBIK 1989). Além disso, as abelhas sociais possuem diferentes tipos de comunicação, sendo capazes de recrutar um grande número de indivíduos para flores recém-abertas ou para recursos florais disponíveis (WILLMER & STONE 2004) e, desta forma, interagir com as outras forrageiras do ninho sobre essas fontes de alimento.

Outras atividades externas também são realizadas pelas operárias de meliponíneos, como a coleta de materiais de construção no campo (barro e resina) e a retirada de lixo da colônia. Segundo NOGUEIRA–NETO (1997), os meliponíneos constroem os seus ninhos com materiais diversos, que encontram na natureza, e também com cera secretada pelas próprias abelhas.

Antes das saídas ao campo, os meliponíneos recém-emergidos exercem diversas e sucessivas tarefas dentro do ninho, tais como limpeza, cuidado com a cria, manutenção do ninho e recepção de alimento, para que depois realizem tarefas externas à colméia. De acordo com ELEKONICH & ROBERTS (2005), as operárias de *Apis mellifera* experimentam uma transição de uma constante exposição a um ambiente dentro do ninho, que é de certa forma, controlado, homogêneo físico e sensorial, para fora do ninho, com uma prolongada exposição diurna em um ambiente heterogêneo. Semelhante transição comportamental também ocorre em meliponíneos. A divisão de trabalho das abelhas sem ferrão segue o mesmo padrão das abelhas melíferas, sendo observadas durante todo ciclo de vida de operárias, desde abelhas recém emergidas até a fase de forrageamento e outras atividades externas fora do ninho (VELTHUIS 1997).

Estudos sobre atividade diária das abelhas da subtribo Meliponina identificaram a influência de fatores abióticos, como temperatura, intensidade luminosa e umidade relativa no padrão das atividades externas (FIDALGO & KLEINERT 2007; NEVILL *et al.* 2004; KAJOBE & ECHAZARRETA 2005). HILÁRIO *et al.* (1999) constataram que a atividade de vôo aumentou com a elevação da temperatura e que a intensidade luminosa provavelmente não influenciou a atividade de vôo de *Plebeia pugnax* Moure (in litt.) no campo. SILVA (2005) verificou que o padrão de atividade de vôo e coleta de pólen em colônias de *M. scutellaris* era alterado pelos fatores ambientais e condições internas da colônia. SOUZA *et al.* (2006) trabalhando com a atividade de vôo de *Melipona asilvai* constataram que o número de abelhas entrando na colônia sem material aparente apresentou uma correlação positiva com a temperatura e uma correlação negativa com a umidade relativa. A coleta de pólen apresentou uma correlação positiva com a temperatura e a coleta de barro apresentou correlação positiva com o aumento da umidade. No entanto, MELO *et al.* (2009) relataram nos estudos de ritmo de atividade diária de *Eulaema* spp., em iscas odoríferas, que a temperatura aparentemente não alterou as atividades das abelhas, pois estas estavam sob condições térmicas consideradas ótimas para a atividade externa de abelhas tropicais.

Outros fatores podem também determinar atividade de vôo das abelhas. O tamanho da abelha, por exemplo, pode estar relacionado aos horários de atividade diária e também aos fatores meteorológicos, especialmente à temperatura durante o início das atividades no campo, como considerado no estudo de TEIXEIRA & CAMPOS (2005) com meliponíneos em Juiz de Fora (MG). Estudos de termorregulação em insetos tratam da relação entre temperatura corporal e temperatura ambiente, levando-se em conta algumas características morfológicas como cor e tamanho (HEINRICH 1993).

A associação da atividade externa da abelha com momentos específicos do dia já foi tratada na literatura como provável manifestação do relógio biológico, dando origem aos ritmos, que podem ser observados na natureza. KOUKKARI & SOTHERN (2006) colocam que muitos estudos sobre ritmos biológicos têm sido realizado com insetos. Segundo estes autores, já é bem estabelecido na literatura que um relógio biológico circadiano está presente no cérebro destes animais. O relógio biológico ou oscilador endógeno dos insetos, em condições de livre curso (ausência de pistas ambientais) em laboratório expressa uma ritmicidade circadiana, com período de aproximadamente 24 h. Este ritmo endógeno não é imposto ao organismo pelo ambiente, e nem é aprendido, este

é parte do genoma e produto da evolução (SAUNDERS *et al.* 2002). Muitos estudos especializados em cronobiologia colocam a associação dos ritmos circadianos endógenos a um ciclo geofísico, especialmente o claro/escuro, o mais importante e evidente fator arrastador dos ritmos biológicos, por ser uma pista confiável a ser seguida pelos organismos (MARQUES & MENNA-BARRETO 1997).

Alguns trabalhos sobre as atividades diárias de meliponíneos são tratados com enfoque cronobiológico e apresentam como objetivo avaliar e detectar a presença de adaptações temporais destas atividades e o papel dos fatores ambientais. BELLUSCI & MARQUES (2001) estudando duas colônias de *Scaptotrigona aff depilis* Moure, 1942 detectaram ritmo circadiano, sincronizado pelo ciclo claro/escuro e possivelmente influenciado pela temperatura e disponibilidade de alimento. Além disso, essas autoras encontraram um padrão de ritmo ultradiano (3 horas) da rainha e das operárias dentro do ninho. ALMEIDA (2004) observou ritmo endógeno de atividade de vôo de operárias em colônias de *Frieseomelitta varia*, e a sincronização do ritmo pelo ciclo de temperatura. ODA *et al.* (2007) verificaram que em condições constantes de laboratório *Frieseomelitta doederleini* e *Frieseomelitta varia* apresentaram padrões temporais distintos nos ritmos endógenos de operárias que participavam da construção das células de cria e durante a postura da rainha. Com base nesses resultados, os ritmos diários podem ser observados nas diversas classes sociais de meliponíneos e também nas atividades externas e internas da colônia.

Estudos enfocando as interações entre as abelhas e as flores também identificaram a presença de ritmos biológicos, provavelmente sincronizados pelo ciclo claro/escuro diário e de temperatura. GIMENES *et al.* (1993, 1996) trabalhando com flores de *Ludwigia elegans* no Estado de São Paulo observaram que as atividades das abelhas polinizadoras (abelhas do gênero *Tetraglossula*, Colletidae), estavam coincidentes com os horários de abertura da flor e das anteras e ambos os organismos estavam provavelmente sincronizados com o ciclo claro/escuro e relacionados positivamente à temperatura. Desta forma, as adaptações temporais também são importantes para as atividades das abelhas, além das adaptações morfológicas e comportamentais, principalmente aquelas relacionadas à coleta de recursos florais. Os horários das atividades forrageiras das abelhas devem ser coincidentes com alguns aspectos das plantas como horário de abertura das flores e das anteras, proporcionando o encontro temporal das abelhas com as flores o que pode resultar na polinização

Os padrões rítmicos biológicos podem variar nas diferentes estações, indicando assim uma adaptação temporal às mudanças climáticas observadas ao longo de um ano. De forma geral, as mudanças cíclicas ambientais associadas com a progressão sazonal, ocorrem tanto em regiões temperadas como tropicais, e constituem um importante sistema sinalizador. Cada espécie, vegetal ou animal, é sensível a um determinado ciclo ambiental, ou a mais de um. Mudanças anuais da composição do fotoperíodo (número de horas de claro x número de horas de escuro) e do ciclo de temperatura são importantes agentes sincronizadores dos ritmos sazonais e circanuais de um grande número de espécies (BÜNNING 1967; BECK 1980; TAUBER *et al.* 1986; TAUBER & KYRIACOU 2001). Em uma área subtropical do Sudeste do Brasil (São Paulo) GIMENES (2003) observou que *L. elegans* demonstrou um padrão anual de florescimento coincidente com as atividades das abelhas e sugere que os ciclos fotoperiódico e de temperatura são possíveis sincronizadores dos ritmos de ambos os organismos.

Ciclos climáticos e biológicos anuais ocorrem mesmo em regiões próximas ao Equador, onde a chuva e a disponibilidade de alimento poderiam ser altamente cíclicas mesmo se o fotoperíodo é uniforme ao longo do ano (DUNLAP *et al.* 2004). Nos trópicos, o ciclo de chuva e seca poderia também atuar nos ritmos anuais de vários organismos (WOLDA & ROUBIK 1986). Além disso, DANFORT (1999) observou que a chuva atuou como gatilho para o ritmo de emergência da abelha *Perdita portalis* em regiões áridas da América do Norte. Neste caso, a chuva pode ser um fator modulador do ritmo de emergência desta abelha, pois a chuva em regiões áridas é irregular de ano para ano.

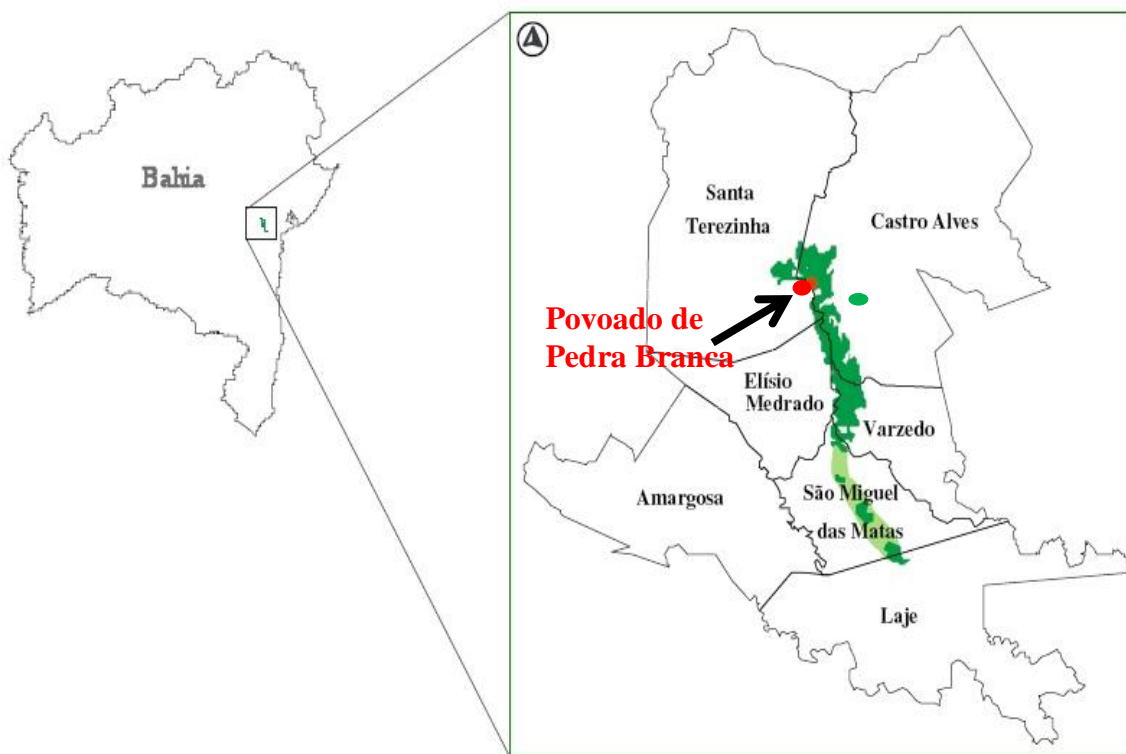
Tendo em vista a importância das adaptações temporais que estão associadas aos ritmos biológicos, este estudo tem como objetivo investigar e comparar as atividades diárias externas de três espécies de meliponíneos (*Melipona scutellaris*, *Melipona quadrifasciata* e *Frieseomelitta doederleini*), avaliando a presença de padrões rítmicos diários em diferentes meses do ano e a influência dos fatores ambientais e climáticos nestas atividades. Em virtude do processo acelerado de desaparecimento dos meliponíneos ocasionado pelo desmatamento de florestas nativas, ambiente preferencial dessas espécies (LOPES 2005), a obtenção de conhecimento sobre a atividade externa desses organismos é muito relevante para futuros trabalhos de manejo e preservação,

para a manutenção das comunidades naturais dessas abelhas polinizadoras de várias plantas cultivadas e nativas de florestas tropicais.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de estudo.

O presente trabalho foi desenvolvido em uma área no povoado de Pedra Branca (12° 44' 30'' S - 39° 34' 50'' W, altitude 300 m), no Município de Santa Terezinha, Recôncavo Sul da Bahia, e a uma distância de 202 km da capital, Salvador. Esta área está situada no sopé da Serra da Jibóia (Figura 1). A vegetação de Pedra Branca é bem diversa, apresentando como tipos vegetacionais trechos de Caatinga na base da Serra, Mata higrófila na encosta e no topo um afloramento rochoso de origem gnáissico-granítica (QUEIROZ *et al.* 1996). A Mata higrófila, caracteriza-se como um importante remanescente de Mata Atlântica e desenvolve-se nas encostas entre 400 e 800 m de altitude da Serra, caracterizando-se como Floresta Ombrófila Densa Montana de acordo com VELOSO & GÓES FILHO (1982).



(Fonte: Neves 2005)

Figura 1: Mapa com a localização do Povoado de Pedra Branca, BA.

2.2 Observações das atividades diárias de vôo das abelhas

Foi selecionado para o estudo um meliponário (Figura 2) do Povoado de Pedra Branca para o desenvolvimento do trabalho de campo. Esta área situa-se próxima à Serra da Jibóia, onde uma área de mata pode ser observada. Este meliponário apresentava onze caixas artesanais de criação, sendo duas de *M. quadrifasciata*, uma de *Tetragonisca angustula*, sete de *M. scutellaris* e uma de *F. doederleini*. Destas, foram selecionadas para as observações três colônias de abelhas da subtribo Meliponina pertencentes a três espécies diferentes, sendo uma colônia para cada espécie: *M. quadrifasciata*, *M. scutellaris* e *F. doederleini* (Figura 2). Durante o desenvolvimento do trabalho estas colônias não foram alimentadas artificialmente.

Neste trabalho foram consideradas como atividade externa à colônia a entrada e saída do ninho (sem carregar material aparente), entrada com pólen, entrada com resina, entrada com barro na corbícula e saída com resíduos (materiais de construção, lixo, indivíduos mortos etc). As observações e as contagens das atividades foram realizadas durante três dias consecutivos nos meses de julho, agosto, setembro, novembro/09; janeiro, março e maio/10, das 04:00 às 19:00 h (aproximadamente uma hora antes do nascer do sol e uma hora após o por do sol), durante quinze minutos a cada hora de observação, para cada colônia de abelha.



A



B



C



D

Figura 2: Caixas de criação artesanal onde as colônias estudadas foram introduzidas pelo meliponicultor. **A:** Meliponário com caixas de criação artesanais confeccionadas pelo próprio meliponicultor; **B:** Colônia de *M. scutellaris*; **C:** Colônia de *F. doederleini*; **D:** Colônia de *M. quadrifasciata* (Fotos: Monique Gouw, 2010).

Foram realizadas medidas da largura do corpo das três espécies de meliponíneos estudadas considerando-se a distância entre as tégulas em 10 indivíduos de cada espécie, com um paquímetro digital. Para classificar o tamanho das abelhas utilizou-se a classificação de VIANA & KLEINERT (2005, baseada nos parâmetros de ROUBIK 1989 e MICHENER 2000). Estes dados foram analisados através da Análise de Variância (ANOVA) e do teste de comparação múltipla de Turkey-Kramer.

Para identificação do estado geral das três colônias foram consideradas a medida dos diâmetros dos favos e a análise das fotos tiradas do interior das colônias. Conforme a metodologia de AIDAR (1996) para *M. quadrifasciata*, através da contagem do número de favos e seus respectivos diâmetros pode-se obter o número total de crias. Sendo Dm a média dos diâmetros dos favos de cria, Nf o número de favos de cria e Nc o número total de células e constante igual a 25 para *M. quadrifasciata* tem-se:

$$Nc = Dm \cdot Nf \cdot 25 \text{ (AIDAR 1996)}$$

Esta metodologia foi aplicada para as duas colônias de *Melipona* spp. Segundo o Professor Rogério Marcos de Oliveira Alves (informação pessoal) a constante para uma colônia de *M. scutellaris* é igual a 27. Em relação à colônia de *F. doederleini*, devido à disposição irregular dos favos, não foi possível aplicar esta mesma metodologia, sendo a análise realizada a partir das características exibidas pela colônia e pelo número de abelhas observado nas diferentes atividades.

2.3 Origem das colônias e o tempo de criação

É importante destacar que as três colônias estudadas foram coletadas em diferentes localidades e introduzidas na área de estudo pelo meliponicultor. A colônia de *F. doederleini* é originária de uma área de mata do próprio Povoado de Pedra Branca e está mantida no meliponário a um ano e meio. O ninho original de *M. scutellaris* foi coletado na Serra da Jibóia e está no meliponário a três anos. A colônia de *M. quadrifasciata* foi transferida de um ambiente de caatinga localizado no Município de Santa Terezinha para o meliponário da área de estudo, e está no meliponário a dois anos.

2.4 Dados meteorológicos

Os dados micrometeorológicos foram registrados em intervalos de uma hora durante todos os dias de observação das atividades das abelhas. As informações relacionadas a valores de temperatura e umidade relativa foram coletadas com um Termohigrômetro bulbo seco-bulbo úmido, em local sombreado a 1 metro de altura do solo. Para a coleta dos dados de intensidade luminosa (ou iluminância) foi utilizado um Luxímetro, com o sensor paralelo ao solo a 1 metro de altura. As medidas de

intensidade luminosa foram obtidas na entrada das três colônias selecionadas e na área aberta mais próxima.

Os dados macrometeorológicos (temperatura e precipitação pluviométrica) foram obtidos na estação meteorológica mais próxima da área de estudo (Município de Milagres) durante os meses de julho/09 a junho/10, através do site agritempo (<http://www.agritempo.gov.br>). Os horários do nascer e por do sol, durante o estudo, foram obtidos no Anuário Interativo do Observatório Nacional (<http://euler.on.br/ephemeris/index.php>).

2.5 Análise estatística dos dados

As análises das atividades diárias externas ao ninho das três espécies de *Meliponina* estudadas foram realizadas através do teste de Rayleigh do Método da Estatística Circular (BATSCHELET 1980 e ZAR 2010), onde o ângulo médio da atividade considerada é calculado e transformado em horário. Os horários preferenciais de atividade (ou acrofases) foram considerados para os valores com o vetor (r) significativo acima de 0,7 (variando de 0 a 1, conforme a dispersão dos dados) e $p < 0,05$. As análises foram realizadas apenas para os valores (número de indivíduos de abelhas) maiores que 10.

Os exemplares das três espécies de *Meliponina* estudados foram coletados e depositados na Coleção de Insetos Johann Becker do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

3. Resultados

3.1 Fatores meteorológicos e ambientais

Durante as observações das atividades externas das três espécies de meliponíneos na área de estudo, a temperatura diária variou de 18,5°C (às 5:00 h em 27/07/09) à 36 °C (às 16:30 h em 29/01/10). Os valores de temperatura mais elevados (acima de 30°C) foram observados no intervalo entre 10:30 e 16:30 h e os mais baixos (de 18,5°C a 20°C) foram observados no início da manhã entre 5:00 h e 6:45 h em julho/09 e agosto/09. Durante as atividades das abelhas a umidade relativa variou de 39% (entre 14:45 e 16:15 h) a 99% (entre 8:00 h e 10:00 h e entre 18:00 h e 19:00 h), e a intensidade luminosa na área aberta variou de 1,8 lux de manhã cedo (entre 5:00 e 6:00 h) a 82.700 lux (entre 10:00 e 12:00 h e entre 13:00 e 15:00 h).

Os dados macrometeorológicos foram obtidos na Estação Meteorológica de Milagres (a mais próxima da área estudada). Os valores de temperatura média mais alta foram registrados nos meses de novembro/09 a março/10 e as temperaturas médias mais baixas foram registradas em julho e agosto/09. Os meses de janeiro e março foram os mais chuvosos e o trimestre de julho a setembro/09 o menos chuvoso (Figura 4). Os horários de nascer do sol oscilaram entre 05:01 h (novembro/09) e 06:00 h (julho/09) e os horários de pôr do sol entre 17:20 h (maio/10) e 18:13 h (janeiro/10).

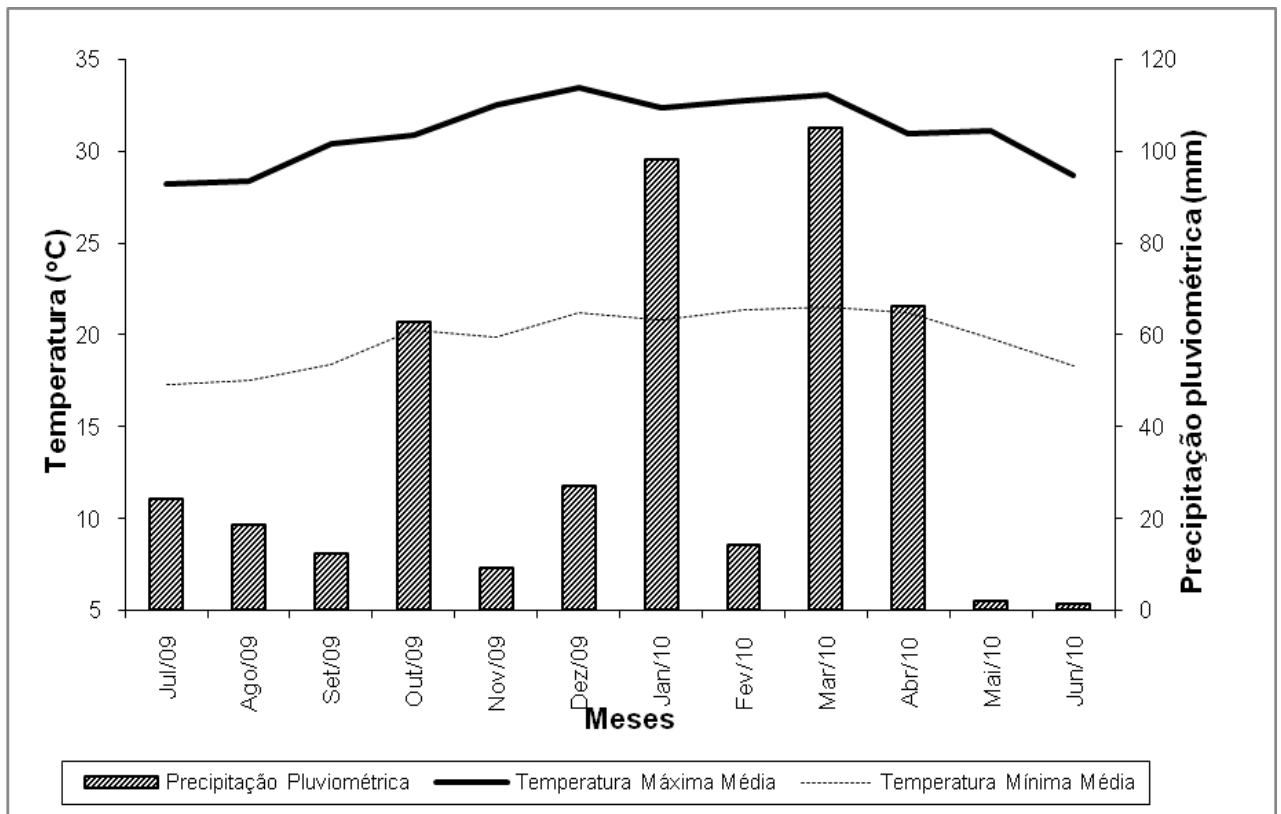


Figura 3. Dados meteorológicos mensais de temperatura e precipitação pluviométrica de julho de 2009 a junho de 2010 da Estação Meteorológica de Milagres (mais próxima do povoado de Pedra Branca - Município de Santa Terezinha, Bahia).

3.2 Características gerais das espécies de *Meliponina* estudadas

Os dois gêneros de *Meliponina* estudados apresentavam características de tamanho diferentes. A distância intergular média (largura) foi obtida para cada espécie, sendo 2,9 mm para *M. scutellaris*; 2,8 mm para *M. quadrifasciata*, espécies consideradas média-pequenas, e 1,4 mm para *F. doederleini*, considerada pequena. Através da Análise de Variância de ANOVA e do teste de comparações múltiplas Turkey-Kramer, diferenças significativas entre as médias foram obtidas. *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata* não apresentaram diferenças significativas entre as médias da largura, sendo consideradas ambas de mesmo tamanho. *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata* mostraram diferença significativa de largura com relação à *F. doederleini*, sendo as duas espécies de *Melipona* 1,4 mm maiores do que *F. doederleini*.

**A****B****C**

Figura 4: Fotos do interior das colônias de *M. quadrifasciata* (A) *F. doederleini*; (B) *M. scutellari* (C), manejadas artesanalmente no Povoado de Pedra Branca, BA.

Na análise do estado geral das colônias estudadas, *M. quadrifasciata* ocupava um pequeno espaço da caixa de criação, com quatro favos de cria separados uns dos outros por pilares. O arranjo dos favos apresentou uma disposição horizontal e regular. Dentre os favos, o maior foi escolhido para a obtenção de duas medidas do diâmetro: 5,0 cm e 3,6 cm. A partir destes dados foi possível calcular o número total de células de cria desta colônia ($N = 430$). A área da cria estava protegida por um invólucro, representado por camadas de cerume, que a separava dos potes de alimento (Figura 4).

A colônia de *M. scutellaris* apresentou 10 favos de cria protegidos por uma camada de cerume (invólucro), separando a cria dos potes de alimento. As medidas do diâmetro do favo maior foram: 24,7 cm e 13,0 cm e o número total de células: 5089. Uma disposição horizontal e regular também foi observada para os favos de cria desta

espécie. Além disso, foi verificado que o ninho de *M. scutellaris* ocupava todo o espaço da caixa de criação (Figura 4).

Um arranjo irregular e em forma de cacho observado no ninho de *F. doederleini* foi diferente do encontrado em *Melipona* spp. Os favos de cria apresentaram 20 cm de altura, sendo que as medidas dos diâmetros do favo maior foram 8,8 cm e 5,7 cm. Todo o espaço da caixa de criação estava preenchido com a colônia desta abelha e nenhum invólucro esteve presente. Foi possível visualizar uma grande quantidade de potes de alimento nas colônias de *F. doederleini* e *M. scutellaris* (Figura 4).

3.3 Atividades mensais

A colônia de *M. scutellaris* apresentou uma grande quantidade de abelhas entrando e saindo da colônia, nos meses de novembro/09, janeiro/10 e principalmente em março/10, e um menor número em maio/10. As abelhas apresentaram o maior número de entradas com pólen nos meses de agosto/09 (N = 2144), janeiro/10 (N = 1852) e março/10 (N = 1431) e o menor número em maio (N = 92). Os meses que apresentaram os maiores números de abelhas coletando resina foram julho (N = 80), novembro (N = 84) e março (N = 75) (Tabela 1). A quantidade de abelhas coletando barro oscilou bastante ao longo dos meses, variando de quatro abelhas em maio/10 a 82 abelhas em janeiro/10.

Na colônia de *M. quadrifasciata*, um número menor de abelhas foi observado para todas as categorias de atividades em comparação com *M. scutellaris*. Para as entradas e saídas, os maiores números de abelhas foram observados nos meses de julho/09 (N= 690) e agosto/09 (N= 583) e o menor em maio/10 (N = 83) (Tabela 1). Um declínio gradual do número de entrada e saída foi observado do início ao final do estudo (N= 690 e N= 83 respectivamente). Para a entrada com pólen, *M. quadrifasciata* apresentou o pico de atividade nos meses de julho/09 (N = 130), agosto/09 (N = 105) e novembro/09 (N = 103) e o menor número de atividade em maio/10 (N = 14). Os meses que se destacaram com o maior número de entrada com resina foram julho/09 (N = 43), agosto/09 (N = 64) e setembro/09 (N = 37) (Tabela 1). Estas abelhas não foram observadas carregando barro para o ninho. O número de forrageiras de *M. quadrifasciata* saindo do ninho com lixo foi muito baixo, variando de uma abelha em setembro/09 a nove abelhas em julho/10. De maneira geral, foi observado que ao longo dos meses estudados, ocorreu uma diminuição no número de abelhas em todas as

atividades das forrageiras de *M. quadrifasciata* consideradas neste estudo. Quando para as outras duas espécies de abelhas houve um aumento de atividade nos meses de novembro/09 e janeiro/10, correspondentes ao verão, esta espécie diminuiu suas atividades.

As atividades de entrada e saída da colônia de *F. doederleini* foram intensas, principalmente nos meses de janeiro/10 (N = 2115) e março/10 (N = 1713). Em maio/10 foi observado o menor número de abelhas entrando e saindo (N = 241) (Tabela 1). Nos meses de janeiro/10 (N = 508) e março/10, (N = 598) foi observado o maior número de forrageiras entrando no ninho com pólen e em maio o menor número (N = 13) (Tabela 1). A coleta de resina por *F. doederleini* foi intensa nos meses de novembro/09 (N = 1.309), janeiro/10 (N = 2232) e março/10 (N = 1860) e a menor intensidade foi observada no mês de maio/10 (N = 359) (Tabela 1). Estas abelhas entravam no ninho geralmente carregando resina o que explica em parte o pequeno número de abelhas observadas entrando no ninho sem carregar algum material aparente. A atividade de saída com detritos foi pouco intensa. Em todos os meses avaliados o número de abelhas variou entre 28 (setembro/09) a 109 (janeiro/10).

Tabela 1. Número de entradas e saídas (atividade geral), entradas com pólen e resina de *M. scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *F. doederleini*, durante os meses de julho a setembro e novembro de 2009; janeiro, março e maio de 2010, no povoado de Pedra Branca (Município de Santa Terezinha, Bahia).

Meses	<i>M. scutel.</i>	<i>M. scutel.</i>	<i>M. scutel.</i>	<i>M. quad.</i>	<i>M. quad</i>	<i>M. quad</i>	<i>F. doed.</i>	<i>F. doed.</i>	<i>F. doed.</i>
	Ent+saida	Pólen	Resina	Ent+saida	Pólen	Resina	Ent+saida	Pólen	Resina
Jul/09	3911	576	80	690	130	43	1231	196	565
Ago/09	3054	2144	4	583	105	64	846	188	748
Set/09	3510	742	15	209	53	37	625	134	806
Nov/09	6545	844	84	329	103	23	995	176	1309
Jan/10	8804	1852	44	271	39	1	2115	508	2232
Mar/10	12053	1431	75	398	79	14	1713	598	1860
Mai/10	1626	92	20	83	14	1	241	13	359

3.4 Atividades diárias

As primeiras atividades diárias de saída e entrada dos ninhos de *M. scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *F. doederleini* ocorreram de manhã cedo, entre 4:00 e 8:00 h (Tabela 2), sendo mais cedo para as espécies de *Melipona*. O início das atividades diárias de saída e entrada de *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata* foi observado no intervalo das 5:00 h às 6:00 h (Tabela 2) em 6 meses de observação. As primeiras saídas ocorreram próximas aos horários do nascer do sol, que durante esses meses ocorreu entre 5:30 e 6:00 h. Durante a observação de entradas e saídas iniciais em *Melipona* spp., a temperatura variou de 18,9 a 26°C, a umidade relativa de 59 a 96% e a intensidade luminosa na área aberta entre < 1 a 5.200 lux, e na entrada do ninho variou de <1 a 200 lux. Em novembro/09, o horário do nascer do sol foi observado mais cedo e os horários das primeiras saídas e entradas das duas espécies de *Melipona* ocorreram aproximadamente uma hora antes quando comparado aos outros meses (Tabela 2). Neste mês as atividades de ambas as espécies tiveram início por volta das 4:00 h com a temperatura variando de 22 a 24°C, a intensidade luminosa na área aberta variando de 39 a 2110 lux e na porta do ninho de 3 a 110 lux.

Os últimos horários de entradas no ninho (17:00 – 18:00 h) foram coincidentes com os horários do por do sol, que variou entre 17:20 e 17:47 h, na maioria dos meses observados. Em janeiro/10, quando o por do sol ocorreu mais tarde (18:13 h), as últimas atividades de entradas, saídas, entradas com pólen e resina ocorreram aproximadamente uma hora depois, entre 18:00 e 19:00 h.

Com relação à intensidade luminosa na entrada do ninho, durante os horários das primeiras atividades de *M. scutellaris*, variou de < 1 a 110 lux e nos últimos horários de atividade oscilou entre < 1 lux a 23,3 lux. A intensidade luminosa na entrada do ninho de *M. quadrifasciata*, durante os horários das primeiras atividades, variou entre < 1 a 200 lux e nos últimos horários de atividade desta espécie a intensidade luminosa oscilou entre < 1 a 12.510 lux.

As primeiras forrageiras de *Melipona* spp. que entravam com pólen foram observadas principalmente entre 5:00 e 6:00 h em cinco meses (Tabela 2). Os dois meses em que os horários ocorreram em intervalos diferentes destes foram: julho/09 quando as primeiras atividades de entrada com pólen aconteceram das 6:00 às 7:00 h e em novembro/09 quando as atividades ocorreram das 4:00 às 5:00 h (Tabela 2).

Tabela 2. Intervalo de hora (representado pelo início do intervalo) das primeiras atividades de entrada e saída da colônia (sem material aparente) e entrada com pólen de *Melipona scutellaris*, *Melipona quadrifasciata* e *Frieseomelitta doederleini*, durante os meses de julho a setembro e novembro de 2009; janeiro, março e maio de 2010, no povoado de Pedra Branca (Município de Santa Terezinha, BA).

Abelha/atividade	Jul/09	Ago/09	Set/09	Nov/09	Jan/10	Mar/10	Mai/10
<i>M. quadrifasciata</i> – Saída	5:00	5:00	5:00	4:00	5:00	5:00	5:00
<i>M. scutellaris</i> - Saída	5:00	5:00	5:00	4:00	5:00	5:00	5:00
<i>F. doederlein</i> – Saída	6:00	5:00	6:00	5:00	5:00	6:00	5:00
<i>M. quadrifasciat</i> – Entrada	5:00	5:00	5:00	4:00	5:00	5:00	5:00
<i>M. scutellaris</i> - Entrada	5:00	5:00	5:00	4:00	5:00	5:00	5:00
<i>F. doederleini</i> – Entrada	7:00	6:00	6:00	5:00	6:00	6:00	5:00
<i>M. quadrifasciata</i> - Pólen	6:00	5:00	5:00	4:00	5:00	5:00	5:00
<i>M. scutellaris</i> -Pólen	6:00	5:00	5:00	4:00	5:00	5:00	5:00
<i>F. doederleini</i> - Pólen	8:00	7:00	7:00	5:00	5:00	8:00	8:00

Os horários das primeiras atividades de saídas e entradas de *F. doederleini* variaram entre os intervalos de 5:00 às 6:00 h e das 6:00 às 7:00 h, com exceção de julho/09 quando as atividades tiveram início mais tarde (intervalo das 7:00 às 8:00 h) (Tabela 2). Os valores de temperatura durante essas atividades variaram de 20°C (em julho) a 25,2°C (em março), a umidade relativa de 65 a 93%, a intensidade luminosa na área aberta de 242 a 14.000 lux, e na entrada do ninho variou de 10 a 440 lux. A intensidade luminosa na entrada do ninho registrada nos últimos horários de atividade variou entre < 1 a 1.700 lux e na área aberta entre < 1 a 9.000.

As primeiras campeiras que entraram com pólen na colônia de *F. doederleini* foram observadas no intervalo de 5:00 às 6:00 h em novembro/09 e janeiro/10; de 7:00 às 8:00 h em agosto/09 e setembro/09 e entre 8:00 e 9:00 h em julho/09, março/10 e maio/10 (Tabela 2). Nestes intervalos de tempo, a temperatura variou entre 22,2 e 29°C, a umidade relativa entre 56 e 91%, a intensidade luminosa na área aberta entre 2620 e 47.900 lux e na entrada do ninho entre 200 e 1.029 lux. As últimas entradas na colônia ocorreram antes do por do sol, geralmente entre 16:00 e 17:00 h, na maioria dos meses observados.

Com o estudo das atividades diárias externas às colônias de *M. scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *F. doederleini*, foi detectado, de forma geral, a presença de horários

preferenciais para a maior parte das atividades de vôo consideradas, nos diferentes meses estudados, indicando a possível presença de ritmos biológicos para essas abelhas.

M. scutellaris demonstrou ritmos diários de atividades de entrada e saída da colônia (sem material visível), nas entradas com pólen, nas entradas com resina e barro e na saída com resíduos, em diferentes meses estudados. As acrofases (ou horários preferenciais, referentes aos ângulos médios obtidos através do Teste de Rayleigh da Estatística Circular) para as atividades de saída da colônia (sem material visível) ocorreram geralmente de manhã cedo, concentrando-se por volta das 8:00 h, variando de 6:56 h em novembro/09 a 8:08 h em setembro/09. Porém, no mês de março/10 a acrofase ocorreu às 13:28 h (Tabela 3), sendo que neste mês foi registrado o maior valor para a precipitação pluviométrica (105,1 mm) (Figura 4). Para as atividades de entrada na colônia destas abelhas (sem material visível), os valores de acrofases ocorreram geralmente antes das 9:30 h, sendo 7:19 h em novembro/09, 8:06 em maio/10, 9:11 h em julho/09 e 14:19 h em março/10. As entradas com pólen ocorreram preferencialmente no início da manhã, com acrofases variando de 7:15 h (maio/10) a 8:57 h (julho/09) (Tabela 3).

Durante os horários de acrofase de saída na colônia de *M. scutellaris* a temperatura variou de 22,2 a 28 °C (média: 24,8 °C), a umidade relativa variou de 61 a 95 % (média: 77%) e intensidade luminosa (área aberta) de 1.330 a 67.300 lux (média: 29.598). Para as acrofases de entradas a temperatura variou de 23,4 a 28,4 °C (média: 25,4°C), a umidade relativa variou entre 64 a 98 % (média: 79%) e intensidade luminosa de 5.120 a 82.700 lux (média: 36.643); e para as entradas com pólen a temperatura variou entre 22,2 a 28 °C (média: 24,2°C), a umidade relativa de 61 a 99 % (média: 77%) e a intensidade luminosa de 2.480 a 45.400 (média: 18703).

Tabela 3. Valores dos horários referentes às acrofases das atividades de saída e entrada (sem material visível) e entrada com pólen por *M. scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *F. doederleini*, nos meses de julho, agosto, setembro, novembro de 2009 e janeiro, março e maio de 2010, no povoado de Pedra Branca (Município de Santa Terezinha, Bahia).

Abelha/atividade	jul/09	ago/09	set/09	nov/09	jan/10	mar/10	mai/10
<i>M. scutellaris</i> - Saída	08:04	*	08:08	06:56	*	13:28	07:47
<i>M. quadrifasciata</i> - Saída	08:30	09:11	08:36	*	*	*	07:31
<i>F. doederleini</i> - Saída	11:57	11:18	11:19	09:28	09:40	12:18	11:57
<i>M. scutellaris</i> - Entrada	09:11	*	*	07:19	*	14:19	08:06
<i>M. quadrifasciata</i> - Entrada	08:54	*	09:27	*	*	15:30	07:13
<i>F. doederleini</i> - Entrada	12:30	10:55	*	*	*	-	-
<i>M. scutellaris</i> - Pólen	08:57	08:14	07:32	*	*	08:23	07:15
<i>M. quadrifasciata</i> - Pólen	08:28	10:00	08:02	*	*	*	07:52
<i>F. doederleini</i> - Pólen	11:31	11:40	10:49	*	09:22	11:26	09:50

* valores do vetor médio (r) e não significativos (abaixo de 0,7). - N < 10

As acrofases de entrada com resina e barro na colônia (materiais para construção, calefação e proteção do ninho) para *M. scutellaris* ocorreram no turno matutino ao longo de todos os meses de observação, sendo a coleta de resina, geralmente mais cedo do que a coleta de barro. Foi observado horário preferencial para coleta de resina e barro em todos os meses observados. As acrofases para a coleta de resina variaram de 6:12 h (novembro/09) a 10:11h (agosto/09) e para as coletas de barro variaram de 7:45 (maio/10) às 11:12 h (julho/09) (Tabela 4).

Tabela 4 . Valores dos horários referentes aos ângulos médios das atividades de entrada com resina por *M. scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *F. doederleini* e entrada com barro para *M. scutellaris*, nos meses de julho, agosto, setembro e novembro/09, janeiro, março e maio/10, no povoado de Pedra Branca (Município de Santa Terezinha, Bahia).

Abelha/atividade	jul/09	ago/09	set/09	nov/09	jan/10	mar/10	mai/10
<i>M. scutellaris</i> Resina	09:21	-	07:22	06:12	07:13	08:20	07:26
<i>M. quadrifasciata</i> Resina	11:52	11:19	08:20	08:28	-	*	-
<i>F. doederleini</i> Resina	14:23	12:18	13:09	*	*	13:33	13:15
<i>M. scutellaris</i> Barro	11:12	09:42	08:56	09:58	09:42	10:27	-

* valores do vetor médio (r) e não significativos (abaixo de 0,7). - N < 10

O horário preferencial de atividade de saída com resíduos para *M. scutellaris* foi verificado apenas no mês de maio/10 às 8:27 h, quando foi registrado um número

pequeno de indivíduos saindo com lixo (N = 25). Nos outros meses, esta atividade foi intensa, variando de 177 (novembro/09) a 474 (agosto/09) abelhas, porém sem significância estatística (valor de r baixo).

Ritmos diários de atividade externa em *M. quadrifasciata* foram detectados em quase todas as atividades consideradas no estudo, sendo que as acrofases das atividades ocorreram geralmente pela manhã. Para as saídas da colônia (sem nenhum material) foram identificadas acrofases exclusivamente no turno matutino, com pouca variação entre estes horários (entre 7:31 h em maio e 9:11 h em agosto). As acrofases para a atividade de entrada no ninho ocorreram predominantemente antes das 9:30 h, embora no mês de março foi observada durante à tarde, às 15:30 h. As forrageiras de *M. quadrifasciata* apresentaram acrofases de entrada com pólen durante o turno matutino, variando de 7:52 h em maio/10 a 10:00 h em agosto/09 (Tabela 3).

Durante as acrofases de saída na colônia de *M. quadrifasciata*, a temperatura variou de 21 a 27,3°C (média: 24,6°C), a umidade relativa variou de 57 a 91 % (média: 73%) e a intensidade luminosa (área aberta) de 4.060 a 82.700 lux (média: 47.966). Para as acrofases de entradas (sem material visível) a temperatura variou de 21 a 28,5°C (média: 24,8°C), a umidade relativa entre 62 a 98% (média: 78,3%) e intensidade luminosa de 5.120 a 66.500 lux (média: 28.103); e para as entradas com pólen a temperatura variou entre 21 a 28,6 °C (média: 24,8°C), a umidade relativa entre 53 a 91 % (média: 72,6 %) e a intensidade luminosa de 5.120 a 71.900 lux (média: 37.475).

M. quadrifasciata concentrou a atividade de entrada com resina pela manhã antes das 12:00 h, porém mais tarde do que *M. scutellaris*, uma vez que as acrofases variaram de 8:20 h em setembro/09 a 11:52 h em julho/09 (Tabela 4).

As atividades de saída da colônia de *F. doederleini* concentraram-se principalmente durante o final da manhã, sendo que as acrofases desta atividade foram significativas ao longo de todos os meses observados, variando de 9:28 h em novembro/09 a 12:18 h em março/10. As acrofases de entrada no ninho (sem material visível) em *F. doederleini* ocorreram em dois dos sete meses estudados, em julho/09 (12:30 h) e agosto (10: 55h). Os horários preferenciais de entradas com pólen ocorreram no turno matutino em seis meses de observação. As acrofases variaram entre 9:22 h (janeiro/10) a 11:40 h (agosto/09) (Tabela 3).

No decorrer dos horários preferenciais de saída na colônia de *F. doederleini*, a temperatura variou de 24 a 29,3°C (média: 27,6°C), a umidade relativa variou de 49 a

89% (média: 64%) e a intensidade luminosa (área aberta) de 4.060 a 82.700 lux (média: 47.966). Para as acrofases de entradas (sem material visível) a temperatura variou de 27,5 a 30,8°C (média: 28,3°C), a umidade relativa de 48 a 65 % (média: 57%) e intensidade luminosa de 16.400 a 82.700 lux (média: 44.250); e para as entradas com pólen a temperatura variou de 24,8 a 29,3°C (média: 27,3°C), a umidade relativa de 49 a 98 % (média: 66,6 %) e a intensidade luminosa de 10.900 a 76.100 lux (média: 45.580).

As atividades de entrada com resina de *F. doederleini* (N = 7.879) foram mais numerosas do que a entrada sem material visível (N = 484) quando comparada com as espécies de *Melipona*, pois em quase todas as entradas no ninho essas abelhas traziam resina na corbícula. Foram observadas acrofases para a coleta de resina pelas forrageiras de *F.doederleini* em 5 dos 7 meses estudados, sendo que esta atividade estava concentrada no início da tarde, variando entre 12:18 h (agosto/09) e 14:23 h (julho/09) (Tabela 4). Durante os horários preferenciais de entrada com resina na colônia a temperatura variou de 23,2 a 30,3°C (média: 27,9°C), a umidade relativa variou de 45 a 95% (média: 61,5%) e a intensidade luminosa (área aberta) de 1.330 a 69.700 lux (média: 28.151).

A atividade de eliminação de lixo da colônia também ficou concentrada no turno vespertino, sendo que as acrofases foram detectadas em todos os meses de observação, variando de 13:36 h em janeiro a 16:02 h em julho.

Em comparação das atividades diárias das três espécies de Meliponina estudadas foi observado que a quantidade de abelhas entrando e saindo e entrando com pólen da colônia foi maior em *M. scutellaris* seguida por *F. doederleini*. O menor número dessas atividades foi observado na colônia de *M. quadrifasciata* (Tabela 1). Para as entradas sem material, *F. doederleini* apresentou uma atividade pouco intensa em comparação às outras colônias, uma vez que foram identificadas cargas de resina nas pernas posteriores durante a maioria das entradas desta abelha.

Houve uma coincidência no pico de atividade para saídas e entradas com pólen para *M. scutellaris* e *F. doederleini* que ocorreu principalmente em janeiro e março/10, meses com as temperaturas mais elevadas (com temperaturas máximas médias, por volta de 32°C) e também maior precipitação pluviométrica (Figura 4). Diferente destas duas espécies, *M. quadrifasciata* apresentou o pico de atividade em julho e agosto/09, meses com as temperaturas mais baixas (com temperaturas máximas médias, por volta de 28 e 29°C) (Figura 4) e este número diminuiu durante os meses do estudo, indicando

que algum problema poderia estar acontecendo nesta colônia (Tabela 1). De todos os meses observados, maio apresentou os menores números de abelhas entrando e saindo (sem material) e entrando com pólen nas colônias das três espécies de meliponíneos (Tabela 1). *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata* coletaram pouca resina em comparação à *F. doederleini*. A colônia de *M. scutellaris* apresentou o maior número de saídas com lixo, seguida por *F. doederleini* e *M. quadrifasciata*. Apenas *M. scutellaris* foi observada entrando na colônia carregando barro na corbícula.

As primeiras saídas, entradas e entradas com pólen de *Melipona* spp. ocorreram, geralmente, entre 5:00 e 6:00 h (Tabela 2), durante aproximadamente os horários do nascer do sol, e as atividades se estenderam na maioria dos dias até o por do sol, na maior parte dos meses estudados. O intervalo de tempo em que as abelhas da colônia de *F. doederleini* estavam ativas durante o dia foi menor comparado à *Melipona* spp. As primeiras saídas e entradas da colônia de *F. doederleini* ocorreram geralmente uma hora mais tarde do que para *Melipona* spp. após o nascer do sol, e o encerramento das atividades externas ocorreu geralmente antes do por do sol. As primeiras entradas com pólen em *F. doederleini* geralmente ocorreram mais tarde em comparação à *Melipona* spp., nos intervalos entre 7:00 e 9:00 h, sendo de 1 a 3 horas mais tarde do que para a atividade de entrada e saída da colônia (Tabela 2).

No mês de novembro as primeiras atividades de entrada, saída e entrada com pólen de *M. scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *F. doederleini* ocorreram mais cedo em comparação aos outros meses observados e também neste mês, o horário do nascer sol ocorreu mais cedo, às 5:01 h, sendo que os valores de temperatura estavam elevados. Em julho/09, as atividades iniciais de coleta de pólen das três espécies de abelhas estudadas ocorreram mais tarde e neste mês o sol nasceu mais tarde (6:00 h), e os valores de temperatura estavam mais baixos.

Os valores de temperatura durante as primeiras atividades de saída das três espécies de abelhas ao longo dos meses estudados variaram pouco, sendo por volta de 19 a 26°C, com a média de temperatura durante esses horários ca. de 23°C, para todas as abelhas. Houve pouca variação para os valores de intensidade luminosa (IL) para as primeiras atividades de saída das duas espécies de *Melipona*. Ambas as espécies saíam do ninho a valores de IL < 1 lux e apresentaram um valor médio de ca. de 70 lux na porta do ninho e um valor médio de 572 lux para *M. scutellaris* e 1.524 lux para *M.*

quadrifasciata nas áreas abertas. As primeiras atividades de saída do ninho para *F. doederleini* ocorreram a valores mais elevados, sendo acima de 10 lux com a média 132 lux na porta do ninho e na área aberta 3.275 lux. Portanto, as três espécies de abelhas apresentavam as primeiras atividades a valores próximos de temperatura, acima de 19°C (média 23°C), mas em IL diferentes. *Melipona* spp (abelhas de maior tamanho) apresentavam as primeiras atividades a valores de IL mais baixos do que *F. doederleini*, tanto para os dados na porta do ninho quanto para os dados em área aberta.

Foi observado ritmo de atividade diária para as saídas e entradas no ninho (sem material visível) para a maior parte dos meses estudados em *Melipona* spp., com as acrofases ocorrendo no turno matutino, entre 6:56 e 9:27 h. Apenas em um mês, março/10, foi detectada acrofases no turno vespertino para ambas as espécies de *Melipona*, variando de 13:28 h (saída) a 15:30 h (entrada) (Tabela 3). Em janeiro foram observadas poucas acrofases significativas para as várias atividades de *Melipona* spp. consideradas neste estudo, embora o número de abelhas ativas tenha sido grande neste mês. Durante os meses de janeiro e março de 2010 os valores de temperatura e precipitação pluviométrica foram os mais elevados registrados para a região onde localiza-se a área de estudo.

Também foram detectados horários preferenciais de atividade nas entradas e saídas para *F. doederleini*, porém as acrofases ocorreram mais tarde do que para *Melipona* spp, variando de 9:28 h a 12:30 h (Tabela 3). Para as atividades de entrada com resina também *F. doederleini* apresentou as acrofases mais tarde, variando de 12:18 às 14:23 h; para *M. scutellaris* a variação foi de 6:12 às 9:21 h e para *M. quadrifasciata* foi de 8:20 às 11:52 h, geralmente ocorrendo mais cedo em novembro e mais tarde em julho, para as três espécies de abelhas (Tabela 4).

A coleta de pólen por *Melipona* spp. foi observada entre 4:00 e 18:00 h, com o maior número de abelhas observado antes das 10:00 h, principalmente entre 6:00 e 8:00h (Figura 6), com as acrofases variando de 7:52 a 10:00 h para *M. quadrifasciata* e de 7:15 a 8:57 h para *M. scutellaris* (Figura 5). Já para *F. doederleini* as entradas com pólen foram observadas das 5:00 às 18:00 h, com o maior número principalmente entre 8:00 e 11:00 h (Figura 6), sendo as acrofases entre 9:00 h e 12:00 h (Figura 5).

Melipona spp. apresentaram os valores de acrofase de entrada e entrada com pólen em uma faixa mais ampla de valores de intensidade luminosa (área aberta) do que para *F. doederleini*. Durante os horários preferenciais de entradas e entradas com pólen,

M. scutellaris voou em intensidades luminosas (área aberta) mais baixas em relação às outras duas espécies. Foi observada diferença nos valores de temperatura máxima, mínima e média durante os horários correspondentes às acrofases de atividade de saída para as três espécies de Meliponina estudadas. Os valores obtidos para as duas espécies de *Melipona* spp. foram mais baixos (variação entre 22,2 a 28°C, média 25°C), do que para *F. doederleini* (entre 24,2 a 29,4°C, média 28°C). Os horários preferenciais de atividade de entradas e entradas com pólen também foram observados em temperaturas mais baixas para as duas abelhas de maior tamanho, variando de 24 a 25,5 °C para *M. scutellaris*; e ca. de 25°C para *M. quadrifasciata*, do que para a abelha de menor tamanho, variando de 27 a 28,5°C.

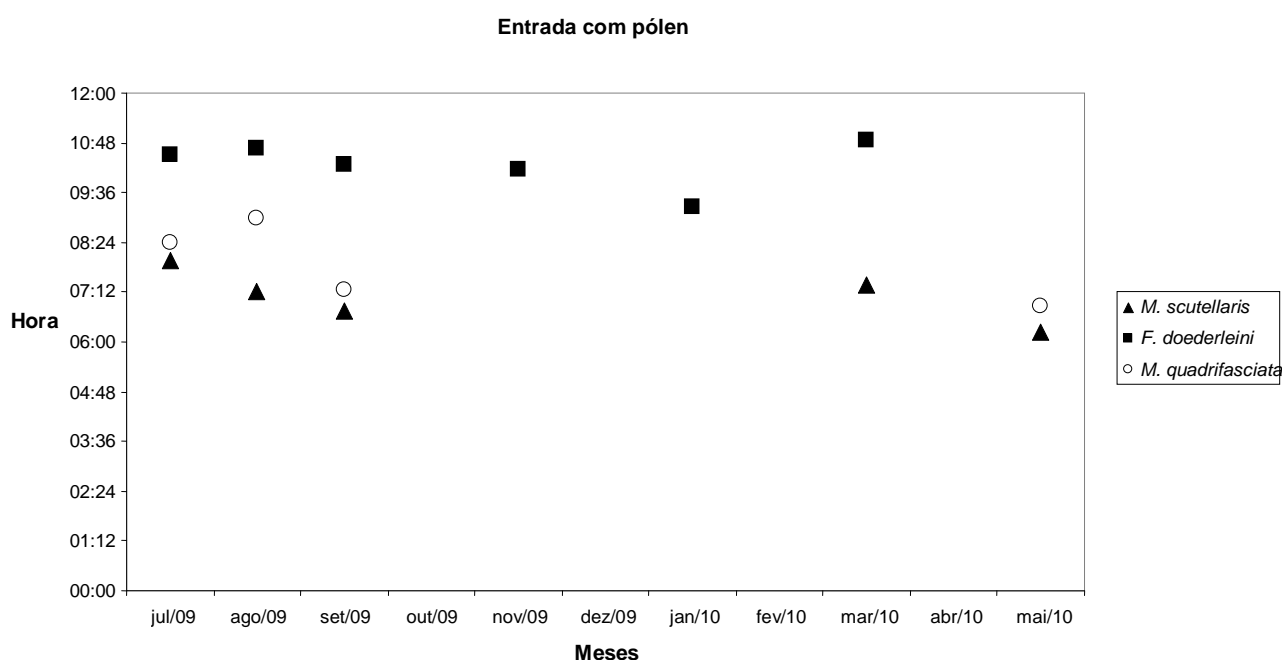


Figura 5. Acrofases da atividade de entrada com pólen de *M. scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *F. doederleini* por horário nos meses de julho de 2009 a maio de 2010, no povoado de Pedra Branca (Município de Santa Terezinha, Bahia).

As acrofases para as atividades de saída com resíduos do ninho em *F. doederleini* ocorreram durante o turno vespertino (entre 13:00 e 16:30 h) em todos os meses de observação. Já para *Melipona* spp apenas uma acrofase foi detectada para *M. scutellaris*, às 8:27 h em maio/10. Nos outros meses, as saídas com lixo da colônia de

M. scutellaris não estavam concentradas em um intervalo de hora ou em apenas um turno e, por isso, não apresentou um horário preferencial de atividade indicando que não há um ritmo diário para esta atividade. Ritmos diários para esta atividade também não foram detectados para *M. quadrifasciata*, porém neste caso isto pode ser devido ao menor movimento de abelhas registrado nos meses estudados.

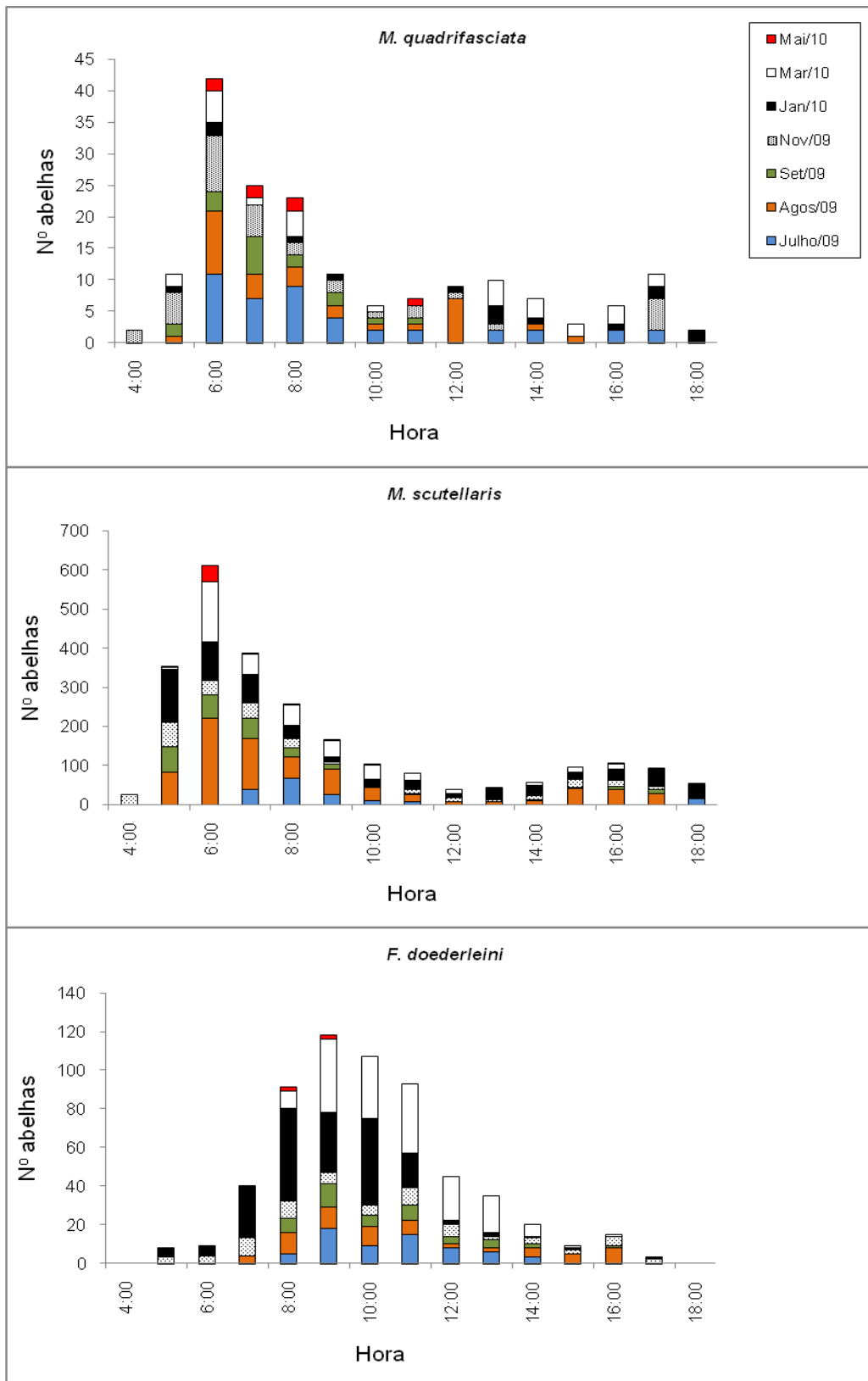


Figura 6. Número de abelhas de *M. scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *F. doederleini* ao longo do dia (entre 4:00 e 19:00 h) durante três dias de observação em cada mês para a coleta de pólen de julho a setembro e novembro de 2009 e janeiro, março e maio de 2010, no povoado de Pedra Branca (Município de Santa Terezinha, BA). O número de abelhas é a média dos três dias de observação.

4. Discussão

As colônias de *M. scutellaris*, *M. quadrifasciata* e *M. scutellaris* no Povoado de Pedra Branca apresentaram uma diferença grande no número de abelhas para as diferentes categorias de atividade ao longo dos meses estudados. Destas abelhas, *M. scutellaris* apresentou a maior quantidade de entradas, saídas e entradas com pólen, seguida por *F. doederleini*. Tendo em vista a grande movimentação de abelhas na entrada dos ninhos, a total ocupação da caixa de cria, a presença de muitos potes de alimento e células de cria destas duas espécies de abelhas provavelmente as colônias estavam no estado de desenvolvimento médio a forte. Embora estas abelhas estivessem em colônias artificiais, elas foram obtidas em uma área de mata bem próxima, não alterando muito o ambiente natural dessas abelhas. Além disso, algumas espécies de meliponíneos são levadas de uma região para outra por meliponicultores, longe de seus ambientes naturais, e se adaptam nas novas localidades, como é o caso da urucu do nordeste (*M. scutellaris*) (SILVEIRA & MELO 2002).

M. quadrifasciata apresentou um número pequeno de abelhas, especialmente nos meses de janeiro, março e maio de 2010. De uma forma geral a colônia desta espécie parecia estar enfraquecendo no decorrer dos meses observados, tendo em vista a pouca movimentação na entrada da colônia, da pequena área de ocupação da caixa de criação, do número reduzido de células de cria e de potes de alimento, sendo assim esta espécie possivelmente apresenta-se em estado de colônia fraca. Além disso, o ninho original desta abelha situava-se em uma área de caatinga, ambiente diferente de onde estava localizada a caixa de criação. Entretanto, segundo SILVEIRA & MELO (2002) esta espécie é muito comum em remanescentes de Matas na Bahia. De acordo com ROSA (2005) o estado das colônias sofre interferência tanto do local de instalação, quanto da manipulação, além das influências dos fatores meteorológicos. Segundo esse autor as colônias de *M. quadrifasciata* estudadas em Viçosa (Minas Gerais) apresentaram seu pico de atividade nos meses de janeiro e março, como também foi observado neste estudo para as saídas e entradas com pólen nas colônias de *M. scutellaris* e *F. doederleini*. Sendo assim, o pico de atividade nestes meses seria esperado para a colônia de *M. quadrifasciata* se esta estivesse no estado médio ou forte de desenvolvimento.

A quantidade de abelhas nas diversas atividades observadas na entrada (“porta”) da colônia provavelmente está relacionada ao estado de desenvolvimento da mesma.

FIDALGO & KLEINERT (2007) constataram que em uma colônia forte de *Melipona rufiventris* Moure, 1950 o número de abelhas que entravam na colônia com pólen e néctar foi maior do que em uma colônia intermediária.

4.1 Atividade diária

As primeiras atividades externas das três espécies de abelhas estudadas ocorriam geralmente pela manhã, sendo que os horários iniciais diferiram entre as espécies de diferentes tamanhos. De acordo com a classificação de VIANA & KLEINERT (2005) baseada nos parâmetros de ROUBIK (1989) e MICHENER (2000), *Melipona* spp. apresenta tamanho médio pequeno e *F. doederleini* tamanho pequeno. Assim, para as espécies de *Melipona*, abelhas de maior tamanho, os horários iniciais de entradas e saídas ocorriam cerca de uma hora mais cedo (antes das 6:00 h) do que a abelha de menor tamanho, *F. doederleini*. As primeiras atividades de entrada com pólen em *F. doederleini* ocorreram cerca de uma a três horas mais tarde do que em *Melipona* spp. durante os meses estudados. E as últimas atividades ocorreram geralmente no final da tarde para as três espécies de abelhas, sendo uma hora mais cedo para *F. doederleini*. Durante o mês de novembro as primeiras atividades ocorreram mais cedo do que nos outros meses estudados. Estas atividades iniciais podem estar sincronizadas pelo nascer do sol que ocorreu mais cedo neste mês do que nos outros meses do ano ou pela temperatura que estava elevada.

Neste estudo, *Melipona* spp. e *F. doederleini* demonstraram horários preferenciais de atividade (ou acrofases) para a maior parte das atividades consideradas e também para a maior parte dos meses estudados. Para *Melipona* spp. acrofases de entradas, de saídas e de entradas com pólen foram observadas em quase todos os meses estudados durante o início da manhã, antes das 9:30 h. Já para *F. doederleini*, o pico para essas atividades ocorria no final da manhã, após às 9:00 h, geralmente no intervalo das 11:00 às 12:00 h. Os horários preferenciais no mês de novembro ocorreram mais cedo para *M. scutellaris*, sendo que neste mês as abelhas estavam ativas em um intervalo de tempo maior.

Alguns estudos sobre atividade diária de *Melipona* spp. no campo tem como base o comportamento de forrageiras em momentos específicos do dia. No Povoado de Pedra Branca, SOUZA *et al.* (2006) investigando a atividade diária externa de *Melipona alivai* Moure, 1971 encontraram um resultado diferente, uma vez que o pico de

atividade de entrada e saída ocorreu no início do turno vespertino, entre 13:01 a 14:00 h, quando a temperatura ambiente aumentou e a umidade relativa diminuiu.

4.2 Coleta de pólen

As três espécies de Meliponina observadas no povoado de Pedra Branca iniciavam as atividades diárias de coleta de pólen, de manhã logo cedo, apresentando pequenas diferenças entre *Melipona* spp. que iniciavam as atividades de entrada com pólen por volta das 4:00 e 5:00 h, com as acrofases ocorrendo geralmente antes das 8:30 h e *F. doederleini* iniciavam suas atividades entre 5:00 e 8:00 h com as acrofases mais tarde, geralmente entre 9:30 e 11:50 h. Estas diferenças nos horários de coleta entre os dois gêneros de meliponíneos podem estar relacionadas com a variação no tamanho e também na cor das abelhas, sendo que espécies do gênero *Melipona* são maiores e mais escuras do que as do gênero *Frieseomellita*. Mesmo havendo diferença nos horários preferenciais de atividade para coleta de pólen entre as abelhas, estes ocorriam de manhã, antes das 12:00 h, ao longo dos meses estudados. BRUIJN & SOMMEIJER (1997) trabalhando com três espécies de *Melipona* e *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) na Costa Rica e Trindade Tobago, também encontraram a mesma relação entre tamanho corporal das abelhas e horários de atividade, sendo que as espécies de *Melipona* coletavam pólen mais cedo e também apresentavam maior tamanho que *T. angustula*.

Os horários do início das atividades de entrada com pólen e também das acrofases foram semelhantes ao longo dos meses estudados para as espécies de meliponíneos consideradas. Mesmo durante o mês de março em que houve diferença no valor das acrofases para as outras atividades de *Melipona* spp., as acrofases de entrada com pólen se mantiveram no início da manhã para *M. scutellaris*. A atividade de entrada com pólen pelas forrageiras das três espécies foi intensa pela manhã, sendo que o número de abelhas decresceu ao longo do dia, até o final da tarde. PIERROT & SCHLINDWEIN (2003), encontraram o mesmo resultado para a coleta de pólen em cinco colônias de *M. scutellaris*, uma vez que uma redução gradual na coleta de pólen foi observada durante o dia.

A atividade de coleta de pólen ocorrendo durante a manhã, também foi observada em outros estudos com a subtribo Meliponina, especialmente para o gênero *Melipona*. Em Trindade, SOMMEIJER *et al.* (1983) encontraram um padrão geral para

colônias de *Melipona* spp - quatro colônias de *M. scutellaris* e três colônias de *Melipona favosa* (Fabricius, 1798) - sendo que os vôos com pólen ocorreram cedo pela manhã, entre 5:30 e 9:00 h, com pico de atividade por volta das 8:00 h. Neste trabalho coletas de pólen depois das 12:00 foram incomuns. No Município de Igarapu (PE), PIERROT & SCHLINDWEIN (2003) estudaram cinco colônias de *M. scutellaris* e observaram que mais de 90% dos vôos de coleta de pólen foram realizados no início da manhã, entre 5:00 e 9:00 h. Esses autores encontraram picos de atividade para entrada com néctar durante a manhã e a tarde. De acordo com ROUBIK (1989), a maioria das plantas tem deiscência das anteras no início da manhã ou em dois picos durante o dia. Deste modo, os horários de oferta de recursos florais, principalmente pólen, em algumas plantas podem ser coincidentes com os horários de coleta de pólen dos meliponíneos durante o turno matutino. IMPERATRIZ-FONSECA *et al* (1985) trabalhando com atividade de vôo de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) em São Paulo, verificaram que a disponibilidade de recursos florais é um dos fatores externos que possivelmente influencia positivamente a atividade de vôo e pode ser uma pista para as abelhas regularem suas atividades.

Alguns autores explicam esta regularidade nos horários das atividades diárias através da aprendizagem tempo-espaço, sendo que atribuem a esta aprendizagem a habilidade para retornar com regularidade de horário a fontes de recursos alimentares, aproximadamente 24 horas depois. Em meliponíneos, BREED *et al.* (2002) constatou que *Trigona amalthea* (Olivier, 1789) é capaz de relacionar local e tempo, uma vez que associa a apresentação do alimento em um local com o tempo de exposição do mesmo.

Para BIESMEIJER *et al.* (1998) a atividade de coleta diária em *Melipona* spp. é baseada na experiência prévia, na qual abelhas são capazes de reter informações sobre o ambiente externo, e em interações sociais dentro da colônia.

4.3 Papel dos fatores meteorológicos nas atividades diárias das abelhas

De forma geral, as diferentes espécies de abelhas possuem restrições aos fatores ambientais e meteorológicos para as atividades diárias no campo. O papel destes fatores nas atividades externas das abelhas forrageiras é amplamente abordado na literatura. A intensidade luminosa, a umidade relativa e a temperatura são os fatores abióticos mais analisados pelos diferentes autores (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.* 1985; NEVILL *et*

al. 2004; KAJOBE & ECHAZARRETA 2005; FIDALGO & KLEINERT 2007). A precipitação pluviométrica e a radiação solar são fatores extrínsecos que também podem interferir nas atividades externas das abelhas como já comprovado em alguns estudos (BURRIEL & DIETZ 1981; HILÁRIO *et al.* 2007). Além disso, as condições meteorológicas ideais para a atividade de vôo das abelhas podem variar conforme o estado geral da colônia. KLEINERT– GIOVANNINI (1982) em um estudo sobre as atividades de vôo de *Plebeia emerina* (Friese, 1900) observou que as colônias fracas eram mais dependentes das condições meteorológicas ideais do que as colônias médias e fortes.

Durante o estudo das atividades externas das três espécies de Meliponina em Pedra Branca, foi observado que as primeiras e as últimas atividades de *Melipona* spp. ocorreram quando os valores de intensidade luminosa estavam baixos (< 1 lux), pois estas atividades geralmente aconteciam próximas aos horários do nascer e do por do sol, onde os valores de intensidade luminosa são baixos e vão aumentando no decorrer do dia. De outra forma, *F. doederleini* apresentaram as primeiras e últimas atividades a valores mais elevados de intensidade luminosa, pois esta abelha era menor que *Melipona* spp. e iniciava suas atividades cerca de uma hora após estas duas abelhas e encerravam as atividades mais cedo.

No início da manhã, logo após o nascer do sol, as abelhas da colônia de *F. doederleini* retiravam a resina da entrada da colônia para desbloquear a passagem das operárias para o ambiente externo. No final do dia, próximo aos horários de por do sol, as abelhas fechavam a entrada da colônia com resina. Este comportamento foi observado em todos os meses.

A intensidade luminosa é um fator que interfere no início das atividades das espécies de Meliponina estudadas. Mesmo para *F. doederleini* o fechamento da entrada da colônia com resina provavelmente não impede a percepção da intensidade luminosa no início da manhã. LUTZ (1931) estudando *Trigona mosquito* (= *Plebeia mosquito*) (Smith, 1863) comprovou que a intensidade luminosa interfere na abertura do ninho e nos primeiros vôos dessas abelhas. Ele utilizou um cone de papel preto para fechar a abertura do ninho e observou que com o bloqueio da luz as abelhas fecharam o ninho. Quando ocorria a remoção do cone, o tubo de resina da colônia era aberto. O autor constatou que a intensidade luminosa era um fator importante para o início e término das atividades (geralmente durante o nascer e o por do sol) para a abelha estudada.

Além disso, NEVILL *et al.* (2004) em um estudo com *Frieseomelitta varia* (Lepeletier, 1836) em Ribeirão Preto (SP) observou que este fator abiótico apresentou uma influência positiva para as atividades externas destas abelhas.

Além da intensidade luminosa, outros fatores meteorológicos como a temperatura e a umidade relativa também são considerados na literatura como possíveis pistas ambientais que interferem nas atividades externas das abelhas. Segundo HEINRICH (1993), existiria uma janela termal que seria um valor máximo e mínimo de temperatura que a abelha estaria ativa para explorar os recursos florais e outros materiais para construção e defesa do ninho (barro, resina, etc) no campo e, deste modo, as primeiras saídas do ninho só ocorrem quando as condições meteorológicas são apropriadas ao voo.

As primeiras atividades de saída das três espécies de Meliponina estudadas em Pedra Branca ocorreram a valores próximos de temperatura, acima de 19°C (média 23°C), porém os horários preferenciais de atividade de saída das abelhas da colônia foram observados em temperaturas mais altas (média: 28°C) para a abelha de tamanho pequeno, *F. doederleini*, do que para as duas espécies de *Melipona*, de tamanho mediano (média: 25°C), indicando que pode haver uma relação entre temperatura, tamanho e horário de atividade das abelhas. A ocorrência de atividade externa a valores mais elevados para espécies de *Frieseomelitta* já foi descrita na literatura. Em Monte Santo (BA), ALMEIDA (2004) observou que a maior parte das saídas do ninho de *F. doederleini* ocorria quando a temperatura ambiente estava mais alta, com os horários de atividade de saída ocorrendo mais intensamente no turno vespertino. ALMEIDA (2004) trabalhando com o ritmo de atividade diária de duas colônias de *Frieseomelitta varia*, em Ribeirão Preto (SP), observou que os picos de entradas e saídas de *F. varia* estavam próximos ao meio dia, quando a temperatura atingiu 28°C, umidade relativa 60% e intensidade luminosa 2.000 lux.

O papel da temperatura nas atividades externas dos meliponíneos foi detectada em alguns estudos de campo. Uma correlação positiva entre temperatura com entrada de abelhas na colônia e com a coleta de pólen de *Melipona asilvai* (Moure, 1971) foi encontrada em Pedra Branca por SOUZA *et al.* (2006). Em São Paulo, HILÁRIO *et al.* (2001) trabalhando com *Plebeia pugnax* MOURE (*in litt.*) identificou uma correlação positiva entre as atividades de voo e a temperatura. NEVILL *et al.* (2004) encontraram um efeito positivo e negativo da temperatura e da umidade relativa na atividade de voo

de *Frieseomelitta varia* em Ribeirão Preto (SP), uma vez que o aumento da temperatura e umidade resultou no aumento da atividade de vôo, porém depois de um determinado valor para temperatura e umidade (ponto máximo) ocorreu uma diminuição na atividade. KAJOBE & ECHAZARRETA (2005) estudando atividade de vôo de *Meliponula ferruginea* (Lepeletier, 1841) e *Meliponula nebulata* (Smith, 1854) também detectaram um efeito positivo e negativo da temperatura, visto que sua elevação interferiu no aumento significativo do número de saídas de abelhas até um ponto máximo no qual, a partir deste valor, o efeito da temperatura foi oposto. Além disso, esses autores também identificaram que havia um aumento da quantidade de abelhas saindo da colônia com a diminuição da umidade relativa.

O papel da temperatura nas atividades de vôo das três espécies de meliponíneos estudadas pode também estar relacionada com a diferença de tamanho e cor entre as espécies, uma vez que as abelhas maiores e mais escuras (*Melipona* spp.) estavam mais ativas em horários em que os valores de temperatura estavam mais baixos em relação à abelha de menor tamanho e mais clara (*F. doederleini*). Vários autores citam esta relação entre tamanho e a temperatura nas atividades externas das abelhas. Segundo KÄPYLÄ (1974), a atividade de vôo depende do tamanho do corpo do inseto. TEIXEIRA & CAMPOS (2005) verificaram que espécies de meliponíneos maiores (*M. quadrifasciata* e *Melipona bicolor* Lepeletier, 1836) iniciaram a atividade externa mais cedo, quando a temperatura estava mais baixa, e espécies menores iniciaram as atividades mais tarde, em temperaturas mais altas.

BIESMEIJER & PEREBOOM (2003) trabalhando com 24 espécies de operárias mortas, pertencentes aos gêneros *Trigonisca*, *Plebeia*, *Paratrigona*, *Trigona*, *Nannotrigona*, *Oxytrigona*, *Scaptotrigona*, *Partamona*, *Cephalotrigona* e *Melipona*, concluíram que as propriedades térmicas destas abelhas foram significativamente influenciadas pelo tamanho do corpo e que as abelhas maiores ganharam e perderam calor mais lentamente, desta forma, possuindo capacidade de termorregular a temperatura interna mais facilmente em ambientes com temperaturas mais baixas, do que as abelhas pequenas. Além disso, esses autores também analisaram os parâmetros térmicos em diferentes tipos de coloração dessas abelhas e observaram que as espécies escuras mostraram um aumento de 28% no excesso de temperatura e tinham um resfriamento de 26% do que espécies claras de tamanho similar. Em adição, estes autores demonstraram através de experimentos com *Melipona costaricensis* Cockerell,

1919 e *Cephalotrigona capitata* (Smith, 1854) que aquelas com um abdômen escuro aquecem mais rapidamente e atingem maior temperatura do que aquelas com abdômen claro.

A ocorrência das acrofases de abelhas maiores e mais escuras, como as do gênero *Melipona*, em Pedra Branca, em horários em que os valores de temperaturas estavam mais baixos, e as acrofases da abelha menor e mais clara, *F. doederleini*, quando a temperatura estava mais elevada, pode estar relacionada a características de termorregulação diferentes entre as três espécies de abelhas.

Segundo HEINRICH (1993) a perda de calor em abelhas maiores no ambiente externo não é muito intensa o que favorece a manutenção de uma temperatura corporal ideal para o voo em temperaturas mais baixas no campo. Com relação às abelhas pequenas, a ocorrência em horários de vôos em temperaturas mais altas está relacionada à rápida perda de calor corporal, pois esfriam rapidamente, quando as temperaturas são mais baixas. Segundo este autor, seja pelo ganho e pela perda de calor ou pela produção endotérmica de calor durante o vôo, cada espécie possui diferenças no metabolismo e, portanto, diferentes capacidades de termorregulação. Assim, existe uma interação entre a habilidade endotérmica, eficiência no aquecimento corpóreo, durante a locomoção através da movimentação dos músculos de vôo, e a variação de temperatura no ambiente determinando o padrão de atividade externa das abelhas

Os horários preferenciais de entrada com pólen nas duas colônias de *Melipona* spp. ocorreram quando os valores de umidade relativa variaram entre 57 a 99%, sendo que a maioria desses valores estavam acima de 66 % (média: 75%). Para *F. doederleini*, os horários preferenciais de entradas com pólen foram observados em uma faixa mais ampla de valores de umidade relativa, variando entre 49 a 98% (média: 66,6%). Portanto, as coletas de pólen pelas campeiras da colônia de *Melipona* spp. foram observadas quando os valores de umidade relativa estavam mais elevados do que em *F. doederleini*. Os resultados encontrados para *Melipona* spp. foram semelhantes ao estudo de FIDALGO & KLEINERT (2007), cujos valores de umidade relativa durante os picos de entradas com pólen na colônia de *Melipona rufiventris* variaram de 70 a 90 %. Com relação aos horários preferenciais de saída e entrada nas duas colônias de *Melipona* spp., foram observados valores de umidade relativa entre 61 a 98%, sendo a maioria acima de 70%. HILÁRIO *et al.* (2003) também identificaram valores de umidade relativa mais altos durante os picos de atividade de saída e entrada para *Melipona*

bicolor bicolor, ocorrendo na faixa entre 80 a 89% nas colônias fortes e entre 70 a 79% nas colônias fracas. A relação das atividades diárias do gênero *Melipona* com valores de umidade relativa mais elevados pode estar associada ao ambiente natural no qual elas geralmente ocorrem, que são áreas de mata, cujos valores de umidade relativa são geralmente mais elevados do que em outros ambientes. Em um trabalho sobre caracterização da variação da diversidade de Meliponina em fragmentos florestados (nos municípios de Ituberá e Igrapiúna, BA), o gênero *Melipona* foi encontrado em áreas de mata primária onde os valores de umidade relativa são elevados (GOUVÊA *et al.* 2007).

Os dados meteorológicos mensais indicaram os meses de janeiro e março como os mais chuvosos, com respectivamente 98 e 105 mm de precipitação pluviométrica. Porém, em relação aos três dias de observação em cada mês a chuva foi observada apenas no mês de março, sendo ausente em janeiro. Talvez como resultado da incidência de chuva durante as atividades diárias de entradas e saídas de *Melipona* spp. em março, principalmente pela manhã, os horários preferenciais foram deslocados do turno matutino para o turno vespertino. NEVILL *et al.* (2004) trabalhando com *Frieseomellita varia* encontrou um efeito inibitório da chuva nas atividades das abelhas. Por outro lado HILÁRIO *et al.* (2007) trabalhando com *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) na região Sudeste (São Paulo) observou que com o aumento da intensidade de precipitação pluviométrica houve uma diminuição das atividade de vôo destas abelhas.

A atividade de entrada com pólen nas colônias de *M. scutellaris* e *F. doederleini* ocorreu durante o turno matutino nos diferentes meses, inclusive em março. Desta forma, estas forrageiras não modificaram o padrão de ritmo diário para entradas com este recurso no ninho mesmo com a presença da chuva esporádica nos três dias do mês de março. Durante este mês houve um grande número de abelhas ativas que pode estar relacionado com a manutenção da temperatura elevada (variação de 22 a 29°C, média 25°C) mesmo com a presença da chuva.

Considerando-se que limites ambientais atuam sobre as atividades de vôo das abelhas simpátricas determinando padrões de atividades externas (HILÁRIO, 1999), as diversas espécies podem ser observadas em diferentes horários no campo e em determinadas faixas de temperatura, umidade relativa, intensidade luminosa e precipitação pluviométrica.

4.4 Ritmo diário de atividade externa

Com base nos dados obtidos com relação aos horários preferenciais de atividade ou acrofases com valores significativos, pode ser sugerido que as três espécies de Meliponina estudadas apresentam ritmo biológico diário nas várias atividades analisadas, nos diferentes meses do ano, com intervalos de aproximadamente 24 horas. Essas acrofases ocorreram, geralmente, mais cedo para *Melipona* spp. do que para *F. doederleini*. Também foi observada uma regularidade com relação aos horários das primeiras e últimas atividades destas abelhas, sendo também mais cedo para *Melipona* spp. do que para *F. doederleini*. Desta forma, estas abelhas provavelmente mantêm um padrão de ritmo diário de atividade que permanece relativamente constante em diferentes meses do ano e que difere entre as espécies de diferentes tamanhos.

As entradas com resina e saídas com lixo também apresentaram um padrão rítmico de atividade já que todas as acrofases para estas duas atividades em *Melipona* spp. ocorreram pela manhã e em *F. doederleini* pela tarde.

Neste estudo foi observado que as duas espécies escuras e de mesmo tamanho (*Melipona* spp.) apresentaram acrofases semelhantes, indicando ritmos de atividade diária também semelhantes, mesmo havendo diferenças grandes no estado de desenvolvimento das colônias de ambas as espécies. A colônia de *M. quadrifasciata* que apresentava pouco movimento e que gradualmente decrescia em número de indivíduos, era provavelmente fraca, mas mostrou um ritmo diário de atividade estável ao longo dos meses. Assim, as condições gerais da colônia de *M. quadrifasciata* não interferiram na expressão do ritmo, já que de acordo com SAUNDERS *et al.* (2002) o ritmo é parte do genoma e resultado do processo evolutivo. Porém HILÁRIO *et al.* (2000) encontraram diferenças entre colônias fortes e fracas. Estes autores observaram que colônias fortes de *M. bicolor*, em São Paulo, apresentavam pico de atividade externa total e de atividade de coleta de pólen, de manhã, mais cedo do que as colônias fracas, que deslocaram o pico de atividade para às 12:00 h. Em outro trabalho HILÁRIO *et al.* (2003) observaram que colônias fortes de *M. bicolor bicolor* apresentavam acrofases de atividade mais cedo, do que para as colônias fracas.

Poucos trabalhos abordam a atividade diária das abelhas com enfoque cronobiológico para análises de ritmos biológicos observados em situação de campo no Brasil. HILÁRIO *et al.* (2003) detectaram a presença de ritmo diário de atividade de entrada e saída da colônia, coleta de pólen e remoção de lixo da colônia para *Melipona*

bicolor bicolor, em São Paulo. Estes autores colocam que as acrofases para as atividades de vôo ocorriam durante a manhã e diferiram entre duas estações do ano, sendo mais cedo no verão e mais tarde no inverno. Em Ubatuba (SP), FIDALGO & KLEINERT (2007) observaram acrofases de coleta de pólen em *Melipona rufiventris* pela manhã, entre 6:07 h e 10:33 h (sendo a maioria no início da manhã). Semelhante resultado para *Melipona* spp. foi encontrado em Pedra Branca, uma vez que a maioria dos picos de atividades de entradas, saídas e entradas com pólen ocorreram de manhã o que pode indicar um padrão rítmico de atividade externa de espécies pertencentes ao gênero *Melipona*.

O ritmo diário das atividades das abelhas como foi observado para as espécies de Meliponina estudadas pode ter origem endógena sendo uma manifestação do relógio biológico. O relógio biológico funciona como um temporizador continuamente consultado (DUNLAP *et al.*, 2004), que orienta o organismo em suas atividades diárias. A demonstração da endogenicidade de um ritmo biológico só é possível em condições de livre-curso em laboratório, nas quais todas as variáveis ambientais são constantes, sem qualquer pista ambiental que interfira na expressão do ritmo endógeno. O caráter endógeno do ritmo de atividade de espécies de Meliponina já foram identificados através da manutenção de condições ambientais constantes em laboratório, com a eliminação de qualquer sinal ambiental (BELLUSCI & MARQUES 2001 e ALMEIDA 2004).

Em uma revisão sobre o ritmo circadiano de *Apis mellifera*, MOORE (2001) conclui que a operária recém-emergida é inicialmente arritmica, mas desenvolve ritmicidade endógena com a idade e torna-se uma espécie com hábitos diurnos antes do início do forrageamento, demonstrando, assim, um padrão de ritmo biológico diário.

Os ritmos diários de atividade externa, que se repetem a intervalos aproximados de 24 horas, geralmente estão associados a um ritmo endógeno circadiano. Relógios circadianos permitem aos organismos antecipar e se "preparar" para mudanças ambientais favoráveis ou desfavoráveis (MERROW *et al.*, 2005). Assim, os organismos são capazes de antecipar suas atividades, sendo importante no contexto ecológico como por exemplo as estratégias de forrageamento das abelhas que podem antecipar seus horários de visita em relação aos horários de abertura das flores e das anteras (GIMENES *et al.* 1993; 1996). A antecipação poderia estar ocorrendo com os horários de entrada com pólen das espécies de Meliponina estudadas em Pedra Branca, com

relação aos horários de produção de recursos florais disponíveis nas plantas que ocorrem na área de estudo. Este comportamento foi observado nos estudos de MOORE & RANKIN (1983) e BREED *et al.* (2002). Nestes estudos as abelhas anteciparam todas as primeiras visitas às fontes alimentares para explorar ao máximo os recursos disponíveis no local (forrageamento ótimo).

Outro aspecto importante do ritmo biológico é a ocorrência da memória temporal em algumas espécies. Segundo MOORE (2001) a memória temporal permite que as abelhas retornem à fonte de alimento aproximadamente 24 horas após sua visita para coleta do recurso floral na hora em que este está mais atrativo. MOORE & RANKIN (1983), trabalhando com memória temporal de *Apis mellifera*, comprovaram que abelhas treinadas para os experimentos no início da manhã mostraram melhor acuidade para os horários e locais de exposição do alimento do que aquelas treinadas ao meio-dia e no fim da tarde. Além disso, neste experimento a diferença na precisão do sentido de tempo persiste ao longo das diferentes épocas do ano, sendo independente de variações ambientais.

Talvez a memória temporal e acuidade maior para os horários da manhã possam explicar porque os horários para coleta de pólen aconteceram geralmente de manhã e de forma semelhante ao longo dos meses, como foi observado para as espécies de Meliponina estudadas, especialmente para *Melipona* spp.

Uma das características mais importantes do ritmo biológico de origem endógena é o arrastamento com os ciclos ambientais ou climáticos também chamados de *Zeitgeber* que significa doador de tempo. A consequência do arrastamento é que o período do ritmo biológico torna-se igual ou próximo àquele do ciclo ambiental (estímulo para o arrastamento) (DUNLAP, *et al.* 2004). Desta forma podemos sugerir que as atividades iniciais e finais das três espécies de Meliponina estudadas em Pedra Branca podem ser sincronizadas pelo ciclo claro/escuro diário através dos horários do nascer e por do sol, tendo em vista a coincidência dos horários das primeiras e últimas atividades ocorrendo em horários muito próximos do nascer e do por do sol, principalmente para *Melipona* spp. Além disso, durante o mês de novembro as primeiras atividades das abelhas e também as acrofases para as atividades de entrada e saída para *M. scutellaris* e de saída para *F. doederleini* ocorreram mais cedo e os horários do nascer do sol ocorreram também mais cedo neste mês do que nos outros meses do ano. Desta forma, pode-se propor que o ciclo claro/escuro possivelmente está

atuando como sincronizador do ritmo biológico dessas abelhas. Ritmos endógenos circadianos sincronizados por ciclos de claro - escuro em espécies de Meliponina já foram relatados na literatura. BELLUSCI & MARQUES (2001) detectaram a presença de ritmo endógeno circadiano, arrastado pelo ciclo claro/escuro, em forrageiras de *Scaptotrigona aff depilis* com um período de aproximadamente 23 horas. ALMEIDA (2004) encontrou resultados similares para operárias de duas colônias de *F. varia*, porém o ritmo circadiano foi arrastado por ciclos experimentais de temperatura. O ciclo de claro/escuro não foi avaliado neste último experimento, mas a autora considerou a forte evidência deste ciclo como outro sincronizador.

No ambiente natural o relógio biológico é predominantemente exposto a ciclos de claro/escuro diário e fotoperiódico anual, ciclo de temperatura, de disponibilidade de alimentos, sendo que muitos deles podem atuar como *Zeitgebers* para sistemas circadianos, sincronizando o ritmo biológico através do mecanismo de arrastamento (MERROW *et al.*, 2005). Porém, segundo DUNLAP *et al.* (2004), dentre os vários ciclos ambientais que oscilam na natureza poucos atuam como agentes sincronizadores do ritmo biológico na maioria das espécies, sendo o ciclo de claro/escuro diário e o fotoperiódico anual os mais importantes, pois quase todos os ritmos circadianos podem ser arrastado por estes ciclos. Estes ciclos são importantes para todas as espécies que possuem algum tipo de pigmento fotossensível (MARQUES & MENNA-BARRETO 1997). KOUKKARI & SOTHERN (2006) colocam que através de respostas a mudanças no fotoperíodo anual, plantas e animais tornam-se adaptados a estações do ano do local onde ocorrem. Neste sentido, as atividades das abelhas do gênero *Melipona* e *F. doederleini* estudadas em Pedra Branca podem ter sido sincronizadas por mudanças no fotoperíodo anual já que durante o mês de novembro no qual o horário do nascer do sol ocorreu mais cedo as primeiras atividades e também as acrofases ocorreram mais cedo.

As características de um ritmo podem ser superficialmente alteradas pelo ambiente através de um mecanismo chamado de mascaramento ou modulação (KOUKKARI & SOTHERN 2006). O mascaramento acontece quando fatores ambientais podem ter uma ação direta sobre o ritmo expresso, modificando-o, sem haver envolvimento do relógio biológico (ASCHOFF 1960 *apud* MARQUES & MENNA-BARRETO 1997). Esta resposta direta do organismo a um estímulo ambiental proporciona ao organismo uma flexibilidade que não ocorre nos mecanismos rígidos do

arrastamento, sendo assim um mascarador seria um “agente da plasticidade” (PAGE 1989 *apud* MARQUE & MENNA-BARRETO 1997). As respostas diretas das forrageiras à temperatura, à chuva, à intensidade luminosa demonstra que o ritmo diário de atividade das três espécies de Meliponina estudadas no campo pode ser ajustado por estas variáveis meteorológicas que poderiam funcionar como moduladores.

A temperatura pode influenciar as atividades externas dos meliponíneos estudados, como um agente modulador dos ritmos observados, tendo em vista que as duas espécies de *Melipona*, que apresentavam tamanho maior e cor mais escura, tinham acrofases em horários semelhantes (embora em estágios de desenvolvimento diferentes) e a maioria de suas atividades ocorrendo mais cedo em temperaturas mais baixas do que para *F. doederleini*, abelhas menores e mais claras, que geralmente estavam mais ativas nos horários com temperaturas mais elevadas. Essas diferenças apresentadas pelos dois gêneros de abelhas estão provavelmente relacionadas a diferentes capacidades de termorregulação que são respostas fisiológicas imediatas das abelhas à temperatura ambiental, atuando este fator meteorológico no ajuste fino das atividades diárias.

Os ciclos de temperatura podem ter papéis diferentes nos ritmos biológicos das diferentes espécies animais. FUCHIKAWA & SHIMIZU (2007) comprovaram, em condições controladas de laboratório, sem pistas ambientais, que ciclos de temperatura podem ter um papel regulador do ritmo biológico. Esses autores observaram que os ciclos de temperatura impostos arrastaram o ritmo locomotor de *Apis cerana japonica* (Radoszkowski, 1877), sendo que pulsos de temperatura aplicados no início de todos os dias subjetivos em escuro constante funcionaram como sinais para o restabelecimento da fase. De acordo com DUNLAP *et al.* (2004), ciclos de temperatura podem funcionar como agentes arrastadores do relógio circadiano em alguns organismos, mas na maioria das vezes eles desempenham um papel de modulador do ritmo biológico, tendo um papel de “suporte” ao ciclo de claro/escuro.

A intensidade luminosa também poderia atuar como um fator modulador do ritmo dessas abelhas principalmente durante o início e término das atividades, mas não ao longo do dia, em que os valores de intensidade se mantêm elevados e mais ou menos estáveis. A chuva é outro fator que pode modular o ritmo de atividade externa, uma vez que as abelhas das duas colônias de *Melipona* spp. modificaram o ritmo diário de entradas e saídas durante o mês chuvoso (março) e nos outros meses os horários de acrofase não foram deslocados de um turno do dia para o outro, mostrando uma ação

direta sobre o ritmo. De acordo com WOLDA (1988), existem evidências que o início da chuva pode atuar como um “gatilho” (modulador) direto na atividade sazonal de insetos tropicais.

Em condições de laboratório, é provável que as três espécies de meliponíneos estudadas também expressem um ritmo circadiano endógeno, uma vez que a ritmicidade encontrada nas atividades não foi apenas reflexo dos fatores ambientais e climáticos. Neste sentido, resultados conclusivos sobre a endogenicidade dos ritmos observados em campo, os efeitos do ciclo claro/escuro como arrastador e o papel real dos fatores meteorológicos (temperatura, intensidade luminosa e umidade relativa) como fatores moduladores ou arrastadores secundários no ritmo biológico das abelhas estudadas, só poderão ser obtidos em situação controlada de laboratório, sem nenhuma interferência do ambiente externo.

5. Considerações Finais

- Para as duas espécies de *Melipona*, abelhas de maior tamanho, as primeiras atividades de vôo ocorreram próximas do horário do nascer do sol e as últimas no final da tarde, próximas do pôr do sol. Essas atividades apresentavam uma certa regularidade nos diferentes meses estudados. Para *F. doederleini*, abelha de menor tamanho, também foi observada a regularidade nos horários iniciais e finais das atividades de vôo, ao longo dos meses, porém geralmente mais tarde para as primeiras atividades e mais cedo para as últimas, quando comparadas com *Melipona* spp.

- Um padrão rítmico para as atividades de entradas, saídas e entradas com pólen e demais atividades foi detectado através de acrofases para *Melipona* spp. geralmente no início da manhã e para *F. doederleini* geralmente no final da manhã. Este padrão rítmico repete ao longo dos meses estudados. Para as entradas com resina, padrões rítmicos diferiram entre os dois gêneros, uma vez que para *Melipona* spp. a coleta de resina foi observada durante a manhã e *F. doederleini* durante início da tarde. O ritmo de atividade para saídas com lixo em *F. doederleini* foi observado durante o início da tarde em todos os meses. Para *Melipona* spp., em geral, nenhum padrão rítmico foi observado visto que esta atividade não estava concentrada em um intervalo de hora.

- Tanto para as atividades iniciais como para as acrofases foi verificado que as abelhas de maior tamanho e cor mais escura, *Melipona* spp. apresentavam as atividades mais cedo, geralmente em valores de intensidade luminosa e temperatura mais baixos do que para a abelha de menor tamanho e mais clara, *F. doederleini*, sugerindo uma relação entre tamanho, cor e temperatura através do mecanismo de termorregulação. Esta relação entre aspectos morfológicos das abelhas e temperatura pode indicar este fator meteorológico como um modulador, no ajuste fino do ritmo biológico de atividade de vôo dessas abelhas. Além disso, provavelmente a resposta direta das forrageiras à incidência de chuva e à intensidade luminosa também pode estar relacionada com a modulação do ritmo diário de atividade de vôo das abelhas.

- Um provável sincronizador do ritmo diário de atividade das espécies de Meliponina estudadas pode ser o ciclo claro/escuro, uma vez que as repetições diárias das atividades

de vôo iniciais e as últimas atividades demonstram uma associação com o nascer e por do sol, ocorrendo as primeiras atividades mais cedo no mês em que o sol também nasceu mais cedo. O papel do ciclo claro/escuro como um fator sincronizador do ritmo diário de atividade de vôo dessas abelhas, só poderá ser comprovado através de resultados obtidos em experimentos em condições controladas de laboratório.

6. Referências Bibliográficas

- AIDAR, D. S. **A mandaçaia: biologia de abelhas, manejo e multiplicação artificial de colônias de *Melipona quadrifasciata***. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, n.4, 104 p., 1996.
- ALMEIDA, G. F. **Estudo de componentes rítmicos detectados na colônia de *Frieseomelitta varia* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, USP, São Paulo, 96p., 2004.
- BATSCHLET, E. **Circular Statistics in Biology**. London: Academic Press, 371 p., 1980.
- BECK, S. D. **Insect Photoperiodism**, 2. ed. New York, Academic, 1980.
- BELLUSCI, S. **Componentes rítmicos na organização da colônia de abelhas sem ferrão, *Frieseomelitta doederleini* e *Frieseomelitta varia* (Hymenoptera, Apidae)**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto, São Paulo, 2003.
- BELLUSCI, S. & MARQUES, M. D. Circadian activity rhythm of the foragers of a eusocial bee (*Scaptotrigona aff depilis*, Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) outside the nest. **Biological Rhythm Research**, v. 32, p. 117-124, 2001.
- BIESMEIJER, J. C.; NIEUWSTADT, M. G. L. van; LUKÁCS, S.; SOMMEIJER, M. J. The role of internal and external information in foraging decisions of *Melipona* workers (Hymenoptera: Meliponinae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 42, p. 107-116, 1998.
- BIESMEIJER, J. C. & PEREBOOM, J. J. M. Thermal constraints for stingless bee foragers: the importance of body size and coloration. **Oecologia**, v. 137, p. 42 - 50, 2003.
- BREED, M. D.; STOCKER, E. M.; BAUMGARTNER, L. K.; VARGAS, S. Time-place learning and the ecology of recruitment in a stingless bee, *Trigona amalthea* (Hymenoptera, Apidae). **Apidologie**, v. 33, p. 251-258, 2002.
- BRUIJN, L. L. M. & SOMMEIJER, M. J. Colony foraging in different species of stingless bees (Apidae, Meliponinae) and the regulation of individual nectar foraging. **Insectes soc.**, v. 44, p. 35 - 47, 1997.
- BÜNNING, E. **The Physiological Clock**, 2.ed, New York, Springer-Verlag, 167p., 1967.

- BURRIEL, R. M., & DIETZ, A. The response of honeybees to variations in solar radiation and temperature. **Apidologie**, vol. 12, p. 319-328, 1981.
- CENTRO DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÃO. **Informações básicas dos municípios baianos: Recôncavo Sul**. Governo do Estado da Bahia, Salvador, Brasil, 1098 p., 1994.
- DUNLAP, J. C.; LOROS, J. J.; DECOURSEY, P. J. **Chronobiology: biological timekeeping**. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts (USA): Inc. Publishers, 2004.
- ELEKONICH, M. M. & ROBERTS, S. P. Honey bees as a model for understanding mechanisms of life history transitions. **Comparative Biochemistry and Physiology**, part A 141, p. 362 – 371, 2005.
- FUCHIKAWA, T. & SHIMIKU, I. Effects of temperature on circadian rhythm in the Japanese honeybee, *Apis cerana japonica*. **Journal of Insect Physiology**, v. 53, p. 1179 – 1187, 2007.
- GIMENES, M.; BENEDITO SILVA, A. A.; MARQUES, M. D. Chronobiologic aspects of a coadaptive process: the interaction of *Ludwigia elegans* flowers and its more frequent bee visitors. New York (EUA), **Chronobiology International**, v. 10, n. 1, p. 20-30, 1993.
- GOUVÊA, P. C. L.; SILVA, M. D. ; FLORENCE, C. T.; ROSA, J. F.; RAMALHO, M.; OLIVEIRA, J. P. L.; MONTEIRO, D. Efeito da fragmentação sobre a diversidade de Meliponina (Apidae) na escala da paisagem em mosaico no corredor central da Mata Atlântica (BA). *In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu (MG)*, p. 1-2, 2007.
- HEINRICH, B. **The hot-blooded insects. Strategies and mechanisms of thermoregulation**. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts (USA), 601p., 1993.
- HILÁRIO, S. D. **Considerações sobre atividade de vôo de abelhas indígenas com ênfase em *Plebeia pugnax* Moure (in Litt.) e *Melipona bicolor bicolor* Lepeletier, 1836 (Apidae, Meliponinae)**. Dissertação (Mestrado). Instituto Biociências da USP, São Paulo, 51p., 1999.
- HILÁRIO, S. D.; GIMENES, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The influence of colony size in diel rhythms on flight activity of *Melipona bicolor* Lepeletier, 1836. IN: Melo ,G & Alves dos Santos, I eds, **Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure**. Criciúma, p.191-197, 2003.

- HILÁRIO, S. D.; RIBEIRO, M . F.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Impacto da precipitação pluviométrica sobre a atividade de vôo de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Apidae, Meliponini). **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, 2007.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., KLEINERT-GIOVANNINI, A.; PIRES, J. T., Climate variations influence on the flight activity of *Plebeia remota* Holmberg (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Rev. Brasil. Ent.**, v. 29, n.3/4, p. 427-434, 1985.
- KAJOBE, R. & ECHAZARRETA, C. M. Temporal resource partitioning and climatological influences on colony flight and foraging of stingless bees (Apidae; Meliponini) in Ugandan tropical forests. **African Journal of Ecology**, v. 43, 267 – 275, 2005.
- KÄPYLÄ, M. Diurnal flight activity in a mixed population of Aculeata (Hymenoptera). **Ann. Ent. Fenn.**, v. 40, n. 2, 61 – 9, 1974.
- KLEINERT-GIOVANNINI, A. The influence of climatic favtors on flight activity of *Plebeia emerina* Friese (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) in winter. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 26, n. 1, p. 1-13, 1982.
- KOUKKARI, W. & SOTHERN, R. **Introducing biological rhythms**. Springer (editor): St. Paul, MN, United States of America. College of Biological Sciences, 2006.
- LOPES, M.; FERREIRA, J. B. & SANTOS, G. Abelhas sem-ferrão: a biodiversidade invisível. **Agriculturas**, v. 2, n. 4, 2005.
- LUTZ, F. E. Light as a factor in controlling the start of daily activity of a wren and stingless bees. New York City: **The American Museum of Natural History**, n. 468, 1931.
- MARQUES, N. & MENNA-BARRETO, L. **Cronobiologia: princípios e aplicações**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1997.
- MELO, P. N. **Ritmo de atividade diário de machos de Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em uma área de Mata Urbana em Salvador, Bahia**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 63p., 2007.
- MERROW, M.; SPOELSTRAL, K. & ROENNEBERG, T. The circadian cycle: daily rhythms from behavior to genes. Embo reports, **European Molecular Biology Organization**, v. 6, n. 10, p. 930 – 935, 2005.
- MICHENER, C. D. **The bees of the world**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2000.

- MOORE, D. Honey bee circadian clocks: behavioral control from individual workers to whole-colony rhythms. **Journal of Insect Physiology**, v. 47, p. 843 – 857, 2001.
- MOORE, D. & RANKIN, A. Diurnal changes in the accuracy of the honeybee foraging rhythm. **Biol. Bull.**, v. 164, p. 471-482, 1983.
- MOURE, J. S.; URBAN, D. & MELO, G.A.R. (Orgs.). **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 1058 p., 2007.
- NEVILL, A. M.; TEIXEIRA, L. V.; MARQUES, M. D. & WATERHOUSE, J. M. Using covariance to unravel the effects of meteorological factors and daily and seasonal rhythms. **Biological Rhythm Research**, v. 35, n. 1/2, p. 159- 169, 2004.
- NEVES, M. L.C. **Caracterização da vegetação de um trecho de Mata Atlântica de Encosta na Serra da Jibóia, Bahia**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, 2005.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis, 445p., 1997.
- NOGUEIRA-NETO, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT-GIOVANNINI, A.; VIANA, B. & CASTRO, M. S. **Biologia e manejo de abelhas sem ferrão**. São Paulo: Tecnapis, 54p., 1986.
- ODA, G. A.; BELLUSCI, S. & MARQUES, M. D. Daily rhythms related to distinct social tasks inside an eusocial bee colony. **Chronobiology International**, v. 24, n. 5, p. 845 – 858, 2007.
- PIERROT, L. M. & SCHLINDWEIN. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 565 -571, 2003
- QUEIROZ, L. P. ; NUNES, S. T. S. & COSTA, M. J. S. L. Flora Vascular da Serra da Jibóia, Santa Terezinha - Bahia. I: O Campo rupestre. **Sitientibus**, v. 15, p. 27 - 40, 1996.
- ROSA, A.F.B. Manejo de colônias de *Melipona quadrifasciata*. In: **Congresso de Ecologia**, 7. *Anais...*Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2005.
- ROUBIK, DAVID. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge (USA): Cambridge University Press, 1989.
- SAUNDERS, D.S.; STEEL, C. G. H.; VAFPOULOU, X.; LEWIS, R. D. **Insects clocks**. 3^a ed, Elsevier Science B. V.: Amsterdam, 560 p., 2002.

- SHARMA, V. K. & CHANDRASHEKARAN, M. K. *Zeitgebers* (time cues) for biological clocks. **Current Science**, v. 89, n. 7, p. 1136 – 1146, 2005.
- SEI (Superintendência de estudos econômicos e sociais do Estado da Bahia). 2010. Disponível em <http://www.sei.ba.gov.br>.
- SEELEY, T. D. **Ecologia da abelha: um estudo de adaptação na vida social**. Porto Alegre: Paixão, 256 p., 2006.
- SILVA, M. D. **Nicho trófico e atividade de vôo de *Melipona scutellaris* (1811) Latreille (1811) (Meliponina, Apidae) em ambientes da Mata Atlântica**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento). Universidade Federal da Bahia, Salvador (BA), 2005.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R. & ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. 1ª ed. Belo Horizonte: Ministério do Meio Ambiente/Fundação Araucária, 253 p., 2002.
- SOUZA, B. A.; CARVALHO, C. A. L. & ALVES, R. M. C. Flight activity of *Melipona asilvai* (Hymenoptera: Apidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2B, p. 731 – 737, 2006.
- SOMMEIJER, M. J.; ROOY, G. A.; PUNT, W. & BRUIJN, L.L.M. A comparative study of foraging behavior and pollen resources of various stingless bees (Hymenoptera: Meliponinae) and honeybees (Hymenoptera: Apinae) in Trinidad, West- Indies. **Apidologie**, v.14, n. 3, p. 205-224, 1983.
- TAUBER, E. & KYRIACOU, B.P. Insect photoperiodism and circadian clocks: models and mechanisms. **J. Biol. Rhythms**, v... 16, n. 4, p.381-390, 2001.
- TAUBER, M. J., TAUBER, C.A. & MASAKI, S. **Seasonal adaptations of insects**. New York, Oxford, Oxford University Press, 411p., 1986.
- 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. Juiz de Fora (MG). **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 7, n. 2, p. 195 – 202, 2005.
- VELOSO, H. P. & GÓES FILHO, L. **Fitogeografia brasileira: classificação fisionômica - ecológica da vegetação neotropical**. Boletim técnico (Série vegetação), n. 1, Salvador, IBGE, 80 p., 1982.
- VELTHUIS, H. H.W. (organizador). **Biologia das abelhas sem ferrão**. Arte: Departamento de Processamento Imagens e Design. Universidade de Utrecht, Holanda, e Universidade de São Paulo, Brasil, 1997.

- WILLMER, P. G. & STONE, G. N. Behavioral, ecological, and physiological determinants of the activity patterns of bees. **Advances in the Study of Behavior**, v. 34, p. 347-466, 2004.
- WOLDA, H. & ROUBIK, D. W. Nocturnal bee abundance and seasonal bee activity in a Panamanian forest. **Ecology**, v. 67, n.2, p. 426-433, 1986.
- WOLDA, H. Insect seasonality: why? **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v. 19, p. 1 – 18, 1988.
- ZAR, JH. **Biostatistical analysis**. 5. ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, p. 944, 2010.