



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO

GIRLENE EVANGELISTA RIBEIRO

Padrão de atividade diária de *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 e *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (Apidae, Meliponini) e a influência dos fatores climáticos

FEIRA DE SANTANA, BAHIA

2023



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO

GIRLENE EVANGELISTA RIBEIRO

Padrão de atividade diária de *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 e *Melipona quadrifasciata* Lapeletier, 1836 (Apidae, Meliponini) e a influência dos fatores climáticos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, Universidade Estadual de Feira de Santana, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Evolução.

Orientadora Dra. Miriam Gimenes

FEIRA DE SANTANA, BAHIA

2023

Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

Ribeiro, Girlene Evangelista
R369p Padrão de atividade diária de *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 e *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (Apidae, Meliponini) e a influência dos fatores climáticos / Girlene Evangelista Ribeiro. – 2023. 52f. : il.

Orientadora: Miriam Gimenes
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, 2023.

1. Meliponíneos. 2. Atividade de voo. 3. Fatores abióticos.
I. Gimenes, Miriam, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU: 595.799

Rejane Maria Rosa Ribeiro CRB-5/695

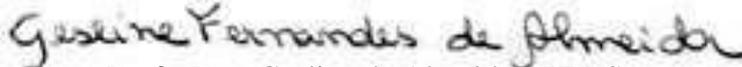
GIRLENE EVANGELISTA RIBEIRO

Padrão de atividade diária de *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 e *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (Apidae, Meliponini) e a influência dos fatores climáticos

Aprovada em: 13/09/2023

BANCA EXAMINADORA


Profa. Dra. Miriam Gimenes - UEFS (Orientadora)


Profa. Dra. Gesline de Almeida – UEFS


Prof. Dr. Willian Aguiar - UEFS

Feira de Santana, Bahia

Agosto / 2023

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, primeiramente, a Deus por ter me fortalecido em momentos difíceis do curso.

A minha família em especial a minha mãe Maria por me incentivar pedindo para não desistir e a minha irmã Jucinéia por me auxiliar nos momentos difíceis.

A minha orientadora, Professora Miriam Gimenes, pelo apoio, confiança no desenvolvimento do trabalho e orientação na pesquisa.

Os professores do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução pelos conhecimentos que foram compartilhados durante as aulas e também incentivos com relação ao curso.

Os professores Elmo e Antônio pela contribuição nas análises estatísticas do trabalho.

Amigos e amigas que o mestrado me proporcionou: Mariane, Leonardo, Rafael, Ariane, Camila e Lenisse pelo apoio e momentos de descontração.

A Universidade Estadual de Feira de Santana e ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Evolução.

O Centro de Agroecologia Rio Seco (CEARIS) pelo desenvolvimento da pesquisa em especial, a Professora Marina de Castro pelo apoio, a Asaph pelas informações sobre as colônias e fotos, a Gleidane, Nicole, Rafael, Ravel, Amanda, Mara e Lúcia pelo acolhimento.

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

Enfim, a todos o meu agradecimento!

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Atividades mensais de *Melipona scutellaris* (Colônias 1 e 2) e *Melipona quadrifasciata* nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.26
- Figura 2- Atividades diárias de voo de *Melipona scutellaris* (Colônia 1 e 2) e *Melipona quadrifasciata* nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.27
- Figura 3- Atividade Entrada de *M. scutellaris* 1 (a), *M. scutellaris* 2 (b) e *M. quadrifasciata* (c) nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.32
- Figura 4- Atividade Entrada com pólen de *M. scutellaris* 1 (a), *M. scutellaris* (b) e *M. quadrifasciata* (c) nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.32
- Figura 5 - Atividade Saída de *M. scutellaris* 1 (a), *M. scutellaris* 2 (b) e *M. quadrifasciata* (c) nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.33

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Número de atividades totais das abelhas *Melipona scutellaris* e *M. quadrifasciata* nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.....25
- Tabela 2 - Média do número de atividades das colônias de *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata*, nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.....28
- Tabela 3 - Valores da média dos horários preferencias e do vetor (r) para as atividades de entrada e saída (sem material aparente) e entrada com pólen das colônias de *Melipona scutellaris* (1 e 2) e *Melipona quadrifasciata* (3) nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia. 29

SUMÁRIO

REFERENCIALTEÓRICO.....	10
1.1 FATORES QUE INFLUENCIAM A ATIVIDADE DIÁRIA DE VOO EM ABELHAS.10	
1.1.2 Fatores abióticos.....	10
1.2 RITMO BIOLÓGICO.....	11
1.3 ABELHAS SEM FERRÃO.....	12
BIBLIOGRAFIA DO REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
CAPÍTULO 1.....	18
Padrão de atividade diária de <i>Melipona scutellaris</i> Latreille, 1811 e <i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836 (Apidae, Meliponini) e a influência dos fatores climáticos	
RESUMO.....	18
ABSTRACT.....	19
1. INTRODUÇÃO.....	20
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3. RESULTADOS.....	24
3.1 Atividades mensais.....	24
3.2 Atividades diárias.....	26
3.3 Atividades x dados ambientais.....	29
3.3.1 Atividade: Entrada.....	29
3.3.2 Atividade Entrada com pólen.....	30
3.3.3 Atividade: Saída.....	31
4. DISCUSSÃO.....	33
4.1 Atividades mensais.....	33
4.2 Atividades diárias.....	34
4.3 Atividade diária X dados ambientais.....	35
AGRADECIMENTOS.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
APÊNDICES.....	45
ANEXO 1 Normas da Revista.....	50

1. REFERENCIAL TEÓRICO (INTRODUÇÃO GERAL)

1.1 FATORES QUE INFLUENCIAM A ATIVIDADE DIÁRIA DE VOO EM ABELHAS

1.1.2 Fatores abióticos

O sucesso das abelhas eussociais forrageiras é crucial para a manutenção e sobrevivência das colônias, e as atividades de voo associadas ao comportamento forrageiro são influenciadas de forma direta ou indiretamente por elementos meteorológicos e climáticos (MAIA-SILVA & IMPERATRIZ-FONSECA, 2014).

Os fatores abióticos influenciam no comportamento e, conseqüentemente, na atividade de voo de espécies de abelhas, especialmente as eussociais do gênero *Melipona* destacando-se a influência da temperatura, umidade relativa do ar e intensidade luminosa (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

A temperatura é um dos fatores abióticos que mais influencia a atividade de voo das abelhas (HILÁRIO *et al.*, 2012). Diante disso, estudos com abelhas Meliponini mostraram que em períodos de temperatura mais baixa as abelhas iniciam a atividade de voo mais tarde, enquanto que em valores de temperatura mais altos as abelhas iniciavam a atividade de voo mais cedo e mais intensamente (MECCA-FIGUEREDO & NASCIMENTO, 2013; MASCENA *et al.*, 2018).

A umidade relativa também determina os horários de atividade de voo em abelhas como observado em *Melipona subnitida* Ducke, 1910 na qual foi observado em que as atividades externas dessas abelhas começavam por volta das 5:00 h, quando a umidade relativa do ar estava alta (cerca de 90%), a incidência de radiação solar estava próximo a zero e a temperatura média era de 20°C (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

A intensidade luminosa auxilia as abelhas na orientação na busca de recursos florais durante a atividade de voo (POLATTO *et al.*, 2014). Em *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 e *Frieseomelitta doederleini* Friese, 1900 foi observado que a intensidade luminosa interferiu no início e no fim das atividades diárias não havendo fluxo de abelhas sem luz (GOUW & GIMENES, 2013).

A pluviosidade é uma condição climática que afeta as atividades externas das abelhas, sendo que a chuva pode até interromper as atividades caso seja muito intensa (SILVA, *et al.*, 2012). O que foi observado com abelhas *Geotrigona subterranea* Friese,

1901 que teve a diminuição da sua atividade de voo em períodos de chuva forte, sendo que as saídas das campeiras da colônia quase pararam, diminuindo praticamente toda a atividade, voltando apenas ao fluxo regular logo depois do término da chuva (BARBOSA *et al.*, 2016). Com abelhas *Melipona asilvai* Moure, 1971 em estações chuvosas também ocorreu a diminuição das atividades externas diárias em quase 90 % (NASCIMENTO & NASCIMENTO, 2012).

Compreender a influência dos fatores abióticos sobre a atividade diária de voo de abelhas sem ferrão é essencial para desenvolver programas de manejo adequados para seu uso na polinização de lavouras, tanto na estufa como no ambiente natural, em campo (MAIA-SILVA & IMPERATRIZ-FONSECA, 2014). Outra questão importante que envolve a adaptação das abelhas às mudanças das estações, é como elas toleram essas mudanças.

Outros fatores também podem influenciar os padrões de atividade diária das abelhas como as características morfológicas. Neste sentido tamanho corpóreo, cor e pilosidade são condições que relacionadas com os elementos meteorológicos e climáticos podem influenciar os padrões de atividade de voo nas abelhas (VEIGA, *et al.*, 2012). A relação dos fatores morfológicos com os abióticos desencadeia mecanismos relacionados à termorregulação que envolvem a estabilização da temperatura torácica (CAMPOS *et al.*, 2010).

Pesquisas mostram que a termorregulação em abelhas confirmam a existência de uma correlação positiva entre a capacidade de termorregulação e o tamanho corporal desses insetos, sendo que as abelhas menores têm uma capacidade limitada de termorregulação da região torácica, de modo que geralmente começam a forragear mais tarde em relação às abelhas maiores (CAMPOS *et al.*, 2010; POLATTO *et al.*, 2014).

As abelhas de menor porte, como *Partamona cupira*, Smith, 1863 voam a uma temperatura mais elevada, isso em decorrência da menor capacidade de regulação da temperatura corporal com a temperatura ambiental (BRASIL *et al.*, 2019).

Com relação à cor das abelhas, a atividade de voo em altas temperaturas em abelhas de cores escuras tais como *Geotrigona subterranea* podem apresentar problemas relacionados à desidratação e regulação térmica individual (BARBOSA *et al.*, 2016).

1.2 RITMO BIOLÓGICO

A cronobiologia é um campo da biologia que examina fenômenos rítmicos em organismos vivos e sua adaptação aos ciclos ambientais e climáticos. Os ritmos diários

em insetos podem ter origem endógena e serem controlados pelo relógio biológico circadiano, que tem um período de cerca de um dia, e é sincronizado para um período exatamente de 24 h pelos ciclos ambientais (= Zeitgeber) (BEER & HELFRICH -FORST, 2020).

Estes ritmos são os mecanismos que permitem às abelhas melíferas, retornar ao recurso alimentar sempre à mesma hora do dia, ou seja, no momento em que a fonte propicia o alimento com as propriedades mais importantes para a colônia, como a composição e concentração de açúcares (GONÇALVES & MARQUES, 2012).

A abelha *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 foi um dos primeiros modelos de insetos com comportamentos complexos como orientação solar-bússola a partir de estudos de atividade diária de forrageamento (CHEESEMAN, *et al.*, 2012; BEER & HELFRICH -FORST, 2020).

A maioria das espécies de abelhas são diurnas e contam com o relógio circadiano endógeno para antecipar a hora do pôr do sol e do nascer do sol o que pode permitir que as abelhas diurnas explorem com mais eficiência as horas com luz solar suficiente para forragear (BLOCH, *et al.*, 2017).

A memória temporal, observada nas abelhas forrageiras, é gerada pelo sistema circadiano, que é igualmente responsável pelo ritmo de atividades diárias externas (GONÇALVES & MARQUES, 2012). Além disso, o relógio biológico que controla as atividades diárias externas em uma determinada espécie de abelha está relacionado ainda a uma janela ambiental ótima de forrageamento, condicionada também a disponibilidade de recursos e clima (MAIA-SILVA *et al.*, 2014).

Em estudos com espécies de meliponíneos como *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier, 1836, *Melipona scutellaris* e *Frieseomelitta doederleini* é relatado que as atividades diárias de voo dessas abelhas apresentam uma regulação tanto para as atividades iniciais quanto para as finais e para o horário preferencial de atividade ao longo do dia e que se repete ao longo dos meses, o que pode indicar a presença de um ritmo biológico sincronizado pelo ciclo claro-escuro diário (GOUW & GIMENES, 2013; SILVA & GIMENES 2014).

1.3 ABELHAS SEM FERRÃO

As interações planta-polinizador são relações mutualísticas que envolvem ganhos mútuos para ambos os grupos. Os animais polinizadores coletam recursos essenciais para sua sobrevivência e suas atividades facilitam a reprodução das plantas. Essas interações

são importantes porque a ação dos polinizadores desempenha um papel na formação de frutos e sementes (GIANNINI *et al.*, 2015).

As abelhas são os principais agentes polinizadores das plantas com flores, das quais retiram néctar, pólen e resina (ROUBIK, 1989; BLOCH, *et al.*, 2017;). O pólen e o néctar são fontes principais de proteína, vitamina e carboidrato, sendo que o pólen é importante para o desenvolvimento completo das larvas. A resina pura ou misturada ao barro são matérias-primas para produção de material de vedação da colônia como geoprópolis, material que é utilizado na vedação e defesa dos ninhos de algumas espécies de meliponíneo (OLIVEIRA, *et al.*, 2012).

As abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponina) formam um grupo de abelhas que apresentam ferrão atrofiado e são altamente eussociais com distribuição geográfica nas regiões tropicais e subtropicais do planeta (MAIA-SILVA *et al.*, 2015). As diversas espécies de meliponíneos variam quanto a tamanho, coloração e hábitos de nidificação e outros comportamentos (TIETZ & MOUGA, 2019).

Tal como acontece com todos os insetos eussociais, a colônia de abelhas sem ferrão apresenta sobreposição de gerações, castas diferenciadas, e a impossibilidade da rainha formar e manter o ninho solitariamente, por não possuir estruturas que possibilitem a coleta de pólen e/ou néctar (GONÇALVES & MARQUES, 2012). Além disso, as abelhas operárias diferenciam-se em grupos, de acordo com sua idade, sendo as mais jovens, nutrizes; aquelas de idade intermediária, construtoras, e as mais velhas, forrageiras (MENEZES *et al.*, 2023).

Os ninhos desse grupo são construídos tipicamente em cavidades de árvores, mas algumas espécies podem nidificar em ninhos abandonados de outros insetos no solo ou em árvores (CARVALHO *et al.*, 2014).

O Brasil é rico em espécies de abelhas do gênero *Melipona* por serem endêmicas em algumas regiões do país possuem uma importância ecológica, visto que são polinizadoras de muitas espécies de plantas nativas (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.*, 2012; OLIVEIRA, *et al.*, 2012). Desta maneira, no Brasil são registradas aproximadamente 251 espécies de abelhas Meliponini (MOURE, 2022).

Dentre as espécies de meliponíneos *Melipona scutellaris*, popularmente conhecida como “uruçu verdadeira”, “uruçu do nordeste” ou “uruçu do campo”, possuem ocorrência do nordeste brasileiro. Sua área de distribuição compreende da Bahia ao Rio Grande do Norte, particularmente nas zonas de transição entre a Mata Atlântica e a caatinga (região semiárida) (VIANA, *et al.*, 2013).

A *M. scutellaris* é uma das espécies de *Melipona* que é criada de maneira racional para a produção de mel e própolis (KERR *et al.*, 1996). Além disso, em ambiente natural nidifica em ocos de arvores e faz parte do grupo de espécies de *Melipona* com tamanho corporal aproximado de 10,5 mm (MENEZES *et al.*, 2023).

Outra espécie que também possui distribuição no semiárido nordestino e na Região Sudeste e Sul do Brasil é *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (mandacaia). Na Bahia está abelha pode ser encontrada em quase todo o estado (NUNES, *et al.*, 2013). Além disso, o ninho de *M. quadrifasciata* é construído dentro de cavidades de árvores, mas pode ser facilmente guardado e mantido em colmeias artificiais (MAIA-SILVA, *et al.*, 2014).

A *Melipona quadrifasciata* tem importância econômica na meliponicultura a partir da produção de mel e também na polinização de plantações de tomate cultivadas em estufa (BARTELLI, *et al.* 2014). Com relação as suas características morfológicas as operárias de *M. quadrifasciata* medem de 8 a 10,5 mm de comprimento e têm tórax entre 3,75 e 4,75 mm (MAIA-SILVA, *et al.*, 2014).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, F. M.; CAMPOS, L. A. de O.; PAIXÃO, J.F.; ALVES, R. M. DE O. Foraging pattern and harvesting of resources of subterranean stingless bee *Geotrigona subterranea* (Friese, 1901) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Papeis Avulsos de Zoologia, São Paulo, v.56, n.12, p.151-157, 2016.

BARTELLI, B. F.; RESENDE SANTOS, A. O. ; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Maintenance of colonies and foraging behaviour of *Melipona quadrifasciata* (hymenoptera, meliponina) in a greenhouse of lycopersicon esculentum (Solanaceae). Sociobiology, Feira de Santana, v. 61, n. 1, p. 510–516, 2014.

BEER, K. ; HELFRICH -FORST, C. Model and Non-model Insects in Chronobiology. Frontiers in Behavioral Neuroscience, Suíça, v.14, n. 2, p.1-23, 2020.

BLOCH, G.; BAR-SHAI, N.; CYTTER, Y.; GREEN, R. Time is honey: circadian clocks of bees and flowers and how their interactions may influence ecological communities.

Philosophical Transactions of the Royal Society, Londres, v. 372, n.10, p.1-11, 2017.

BRASIL, D. F.; BRASIL, M. O. G.; PEREIRA, M. K. O.; SILVA, I. A. Atividade de voo das abelhas cupira (*Partamona seridoensis*) no semiárido brasileiro. *Ibero Americana de Ciências Ambientais*, Aracaju, v.10, n.5, p. 259-269, 2019.

CAMPOS, F. S.; GOIS, G.C.; CARNEIRO, G. G. Termorregulação colonial em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) Fleming. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, Londrina, v. 4, n.24, p.1-19, 2010.

CARVALHO, A.T.; KOEDAM, D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Register of a new nidification substrate for *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): The arboreal nest of the termite *Constrictotermes cyphergaster* nature (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Sociobiology*, Feira de Santana, v.61, n.4, p.428-434, 2014.

CHEESEMAN, J.F.; WINNEBECK, E. C.; MILLAR, C.D.; KIRKLAND, L.S.; SLEIGH, J.; GOODWIN, M. *et al.* General anesthesia alters time perception by phase shifting the circadian clock. *Proceedings of the National Academy of Sciences, United States of America*, v.109, n.3, p.7061-7066, 2012.

DO NASCIMENTO, D. L.; NASCIMENTO, F. S. Extreme effects of season on the foraging activities and colony productivity of a stingless bee (*Melipona asilvai* Moure, 1971) in northeast Brazil. *Psyche: A Journal de Entomology*, London, v. 2012, p.1-7, 2012.

GIANNINI, T.C.; BOFF, S.; CORDEIRO, G.D.; CARTOLANO Jr, E.A.; VEIGA, A.K.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; SARAIVA, A. M. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. *Apidologie*, France, v. 46, p.209-223, 2015.

GONÇALVES, R. C.; MARQUES, M. D. Ritmos de populações: o caso das abelhas sem ferrão. *Revista da Biologia*, São Paulo, v.9, n.3, p.53-57, 2012.

GOUW, M. S.; GIMENES, M. Differences of the Daily Flight Activity Rhythm in two Neotropical Stingless Bees (Hymenoptera, Apidae). *Sociobiology*, Feira de Santana, v. 60, n. 2, p. 183-189, 2013.

HILÁRIO, S.D.; RIBEIRO, M. F; IMPERATRIZ- FONSECA, V.L. Can climate shape flight activity patterns of *Plebeia remota* (Hymenoptera, Apidae)? Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre,v.102, n.3, p.269- 276, 2012.

IMPERATRIZ-FONSECA, CANHOS, D.A. L.; ALVES, D de A.; SARAIVA, A. M. Polinizadores no Brasil - Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais. São Paulo: EDUSP, p.489, 2012.

KERR, W. E. ; ALMEIDA, G.A; NASCIMENTO,V. A . Abelha Urucu: Biologia, Manejo e Conservação. Belo Horizonte: Fundação Acangaú,p.141,1996.

MAIA-SILVA, C., IMPERATRIZ- FONSECA, V.L.; SILVA, C. I; HRNCIR, M. Environmental windows for foraging activity in stingless bees, *Melipona subnitida* Ducke and *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Sociobiology, Feira de Santana,61, n.4, p.12-29, 2014.

MASCENA, V. M.; SILVA, C. M.; ALMEIDA, C. L. External activity of colonies of *Melipona quinquefasciata* managed in different types of beehive. Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 49, n. 4, p.683-691, 2018.

MECCA-FIGUEREDO, G.; BEGO, L. R.; NASCIEMNTO, F. S. Foraging behavior of *Scaptotrigona delipis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) and its relationship with temporal and abiotic factors. Sociobiology, Feira de Santana, v.60, n.3, p. 277-282, 2013.

MENEZES, C.; ALVES, D.A.; LUCENA; D. A. A; ALMEIDA; E. A. B. Abelhas sem ferrão relevantes para a meliponicultura no Brasil (livro eletrônico). São Paulo: Abelha, p.98, 2023. Disponível em: <https://abelha.org.br/tag/usp/>. Acesso em: 10 jul. 2023.

MOURE CRIA (2022) +Moure's Bee Catalogue. Disponível em: <http://moure.cria.org.br/>. Acesso em: 23 jan. 2023.

NUNES, L. A.; PASSOS, G. B.; CARVALHO, C. A. L.; ARAUJO, E. D. Size and hape

in *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera;Meliponini). Brazilian Journal of Biology, São Carlos, v.73, n.4, p. 887-893, 2013.

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

POLATTO, L. P.; CHAUD-NETTO, J.; ALVES-JUNIOR, V. V. Influence of Abiotic Factors and Floral Resource Availability on Daily Foraging Activity of Bees: Influence of Abiotic and Biotic Factors on Bees. Journal of Insect Behavior, v. 27, n. 5, p. 593 - 612, 2014.

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

SILVA, W.P.; GIMENES, M. Patern of the daily light acivity of *Nannotrigona testaceicornis* (Lepeleier) (Hymenoptera: Apidae) in the Brazilian semiarid region. Sociobiology, Feira de Santana, v.6 1, n.4, p. 547-553, 2014.

TIETZ, A. L.; MOUGA, D. M.D.S. Fatores abióticos e atividade externa de *Melipona* (*Michmelia*) *mondury* Smith, 1863 (Hymenoptera, Apidae) em Santa Catarina. Acta Biológica Catarinense, Joinville, v.6 n.4, p. 119-147, 2019.

VEIGA, J. C.; MENEZES, C.; VENTURIERI, G.C.; CONTRERA, F. The bigger, the smaller: relationship between body size and food stores in the stingless bee *Melipona flavolineata*. Apidologie, France, v.4, n.3, p. 324-333, 2012.

VIANA, J.L., FRANCISCO, A. K.; CARVALHO, C. AL.; WALDSCHMIDT, A. M. Genetic variability in *Melipona scutellaris* from Recôncavo, Bahia, Brazil. Genetics and Molecular Research, v.12, n.3, p. 3444-3454, 2013.

Padrão de atividade diária de *Melipona scutellaris* e *Melipona quadrifasciata* (Apidae, Meliponini) e a influência dos fatores climáticos

Girlene Evangelista Ribeiro

(Universidade Estadual de Feira de Santana- UEFS)

Miriam Gimenes

(Universidade Estadual de Feira de Santana- UEFS)

RESUMO

As abelhas sem ferrão (Apidae, Apinae, Meliponini) são altamente eusociais, possuem distribuição geográfica nas regiões tropicais e subtropicais do planeta. A ação das condições climáticas influencia o comportamento e, conseqüentemente, a atividade diária de voo das abelhas, principalmente nas espécies eussociais do gênero *Melipona*, destacando-se a influência da temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa. Com base na importância das atividades diárias de voo das abelhas do gênero *Melipona* e nos fatores que podem influenciar essas atividades, este estudo teve como objetivo investigar as atividades externas diárias de *Melipona quadrifasciata* e *Melipona scutellaris* avaliando a presença ou ausência de padrões de atividade de voo ao longo de todo o período. o dia nos diferentes meses do ano e também a influência dos elementos meteorológicos nessas atividades. O estudo de campo ocorreu no Centro de Agroecológicas Rio Seco (CEARIS). A pesquisa foi realizada nos meses de novembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22. Para analisar os padrões diários de atividade de voo das abelhas, foi aplicado o método da Estatística Circular, utilizando o teste de Rayleigh. Para a análise estatística da influência dos fatores abióticos nas atividades diárias de voo das espécies de *Melipona* consideradas no estudo, foi utilizado o método de regressões lineares múltiplas. Os resultados obtidos a partir de observações das atividades diárias de *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata* mostraram que as atividades externas dessas abelhas, como a coleta de pólen, ocorrem principalmente no período da manhã. Os fatores abióticos que influenciaram as atividades das três colônias estudadas na área de estudo foram a temperatura e a intensidade luminosa. A partir deste estudo, observou-se que as abelhas do gênero *Melipona* apresentaram atividades diárias de voo principalmente no período da manhã, e com horários preferenciais, que podem caracterizar o ritmo biológico diário, para atividades de entrada de pólen, e foram encontradas nas três colônias nos meses do estudo. Portanto, a atividade diária de voo pode ter um ritmo biológico diário e ser influenciada por fatores abióticos como temperatura e intensidade luminosa.

Palavras-chave: Atividade de voo; meliponíneos; fatores abióticos

ABSTRACT

Stingless bees (Apidae, Apinae, Meliponini) are highly eusocial and have a geographical distribution in the tropical and subtropical regions of the planet. The action of weather conditions influences the behavior and, consequently, the daily flight activity of bees, especially in the eusocial species of the *Melipona* genus, with the influence of temperature, relative humidity and light intensity standing out. Based on the importance of the daily flight activities of bees of the genus *Melipona* and the factors that can influence these activities, this study aimed to investigate the daily external activities of *Melipona quadrifasciata* and *Melipona scutellaris* by assessing the presence or absence of flight activity patterns throughout the day in different months of the year and also the influence of meteorological elements on these activities. The field study took place at the Rio Seco Agroecology Research Center (CEARIS). The research was carried out in the months of November/21, February/22, April/22 and June/22. To analyze the daily flight activity patterns of the bees, the Circular Statistics method was applied, using the Rayleigh test. For the statistical analysis of the influence of meteorological factors on the daily flight activities of the *Melipona* species considered in the study, the method of multiple linear regressions was used. The results obtained from observations of the daily activities of *M. scutellaris* and *M. quadrifasciata* showed that the external activities of these bees, such as pollen collection, occur mostly in the morning. The abiotic factors that influenced the activities of the three colonies studied in the study area were temperature and light intensity. From this study, it was observed that the bees of the genus *Melipona* showed daily flight activities mostly in the morning, and with preferred time, that can characterize daily biological rhythm, for pollen entrance activities, and were found in the three colonies in the months of the study. Therefore, daily flight activity may have a daily biological rhythm and be influenced by abiotic factors such as temperature and light intensity.

keywords: Flight activity; stingless bees; abiotic factors

1 INTRODUÇÃO

As abelhas sem ferrão (Apidae, Apinae, Meliponini) formam um grupo de abelhas que apresentam ferrão atrofiado e são altamente eussociais com distribuição geográfica nas regiões tropicais e subtropicais do planeta (MAIA-SILVA *et al.*, 2015). No Brasil desempenham um papel ecológico e social importante, especialmente no semiárido nordestino, uma vez que são responsáveis pela polinização de árvores nativas, além de cultivos agrícolas economicamente importantes (NUNES *et al.*, 2013; MAIA-SILVA *et al.*, 2014).

Uma vez que as atividades polinizadoras ou forrageiras das abelhas no geral acontecem em um ambiente dinâmico é necessário ocorrer certos ajustes destas atividades às inúmeras mudanças dos componentes bióticos e abióticos do ambiente (POLATTO *et al.*, 2014). As mudanças do ambiente fazem os organismos oscilem para que ocorra um “ajuste” das atividades com os ciclos ambientais, visto que os organismos devem estar preparados para as fases (favoráveis e desfavoráveis) nas quais está submetido sob os ciclos ambientais e climáticos (MARKUS *et al.*, 2003).

Os fatores abióticos influenciam no comportamento e, conseqüentemente, na atividade de voo diária de abelhas, especialmente nas espécies eussociais do gênero *Melipona* destacando-se a influência da temperatura, umidade relativa do ar e intensidade luminosa (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Estudos com abelhas da subtribo Meliponina mostraram que em momentos de temperatura mais baixa as abelhas iniciam a atividade de vôo mais tarde, enquanto que em valores de temperatura altos as abelhas iniciavam a atividade de vôo mais cedo e mais intensamente (MECCA-FIGUEREDO & NASCIMENTO, 2013; MASCENA *et al.*, 2018).

A umidade relativa também determina nos horários de atividade de voo em abelhas como em *Melipona subnitida* Ducke, 1910 na qual foi observado em que as atividades externas dessas abelhas começavam por volta das 5:00 h, quando a umidade relativa do ar estava alta (cerca de 90%), a incidência de radiação solar estava próximo a zero e a temperatura média era de 20°C (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Outro estudo com o grupo *Melipona* tendo como ênfase a umidade relativa relata que espécies de abelhas com maiores tamanhos corporais forrageiam mais intensamente sob alta umidade relativa, principalmente pela manhã, aparentemente evitando umidades mais baixas ao longo do dia (SILVA *et al.*, 2011).

A intensidade luminosa auxilia as abelhas na orientação na busca de recursos florais durante a atividade de voo (POLATTO *et al.*, 2014). Em *Melipona quinquefasciata* Lepeletier, 1836 a intensidade da luz solar esteve fundamentalmente relacionada com a atividade de voo e se correlacionou positivamente com o fluxo de abelhas saindo ou entrando com material aparente e sem material servindo como gatilho para o início e fim das atividades, não havendo fluxo sem luz (MASCENA, *et al.* 2018).

As características morfológicas como tamanho corpóreo, cor e pilosidade são fatores que relacionados com os abióticos e climáticos influenciam nos padrões de atividade de voo em abelhas (VEIGA, *et al.*, 2012). A relação desses fatores nos meliponíneos desencadeiam mecanismos de termorregulação que envolvem a estabilização da temperatura torácica (CAMPOS *et al.*, 2010). Por agir diretamente no custo energético utilizado para regular a temperatura corporal durante o voo, a temperatura é o fator que mais influência nas atividades de forrageamento das abelhas, já que cerca de 80% da energia metabolizada pelos músculos é perdida sob forma de calor (ROUBIK, 1989).

Outros fatores também podem influenciar as atividades externas das abelhas Meliponini como as demandas internas às colônias (tamanho da população, estágio de desenvolvimento) e a disponibilidade de recursos florais MAIA-SILVA *et al.*, 2014; OLIVEIRA-ABREU, *et al.*, 2014; SHAMAHAN & SPIVAK, 2021).

Vários estudos com abelhas sem ferrão (Meliponini) são fundamentados em atividade forrageira diária (CORREIA *et al.*, 2017). Esses estudos abordam a atividade externa das abelhas de acordo com o momento de entrada e saída destas na colônia, com ou sem material aparente, durante um determinado tempo, podendo ser assim detectados padrões rítmicos de atividade e a influência dos fatores climáticos ambientais (DUARTE, *et al.*, 2014; BARBOSA, *et al.* 2016; CORREIA, 2018; XAVIER, *et al.*, 2020).

Em um estudo com *Melipona scutellaris* e *Frieseomelitta doederleini* foi detectado um padrão de atividade de voo diária nas várias atividades externas destas abelhas, podendo ser caracterizado como ritmo biológico diário. Estes padrões se repetiam em intervalos de aproximadamente 24 horas, observados em diferentes meses do ano (GOUW & GIMENES, 2013).

Com base na importância das atividades diárias de voo de abelhas do gênero *Melipona* e dos fatores que podem influenciar estas atividades, este estudo teve como objetivo investigar as atividades diárias externas de *Melipona quadrifasciata* e *Melipona scutellaris* avaliando a presença ou não de padrões de atividade de voo ao longo do dia

em diferentes meses do ano e também a influência dos elementos meteorológicos nestas atividades.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo de campo ocorreu no Centro de Agroecologia Rio Seco (CEARIS) que fica localizado no município de Amélia Rodrigues em uma área de ecótono entre os biomas Mata Atlântica e Caatinga (Latitude: 12° 24' 4" Sul, Longitude: 38° 45' 18" Oeste) a 89,3 Km de Salvador. (FERREIRA *et al.*, 2021). O CEARIS é uma unidade extra-campus da Universidade Estadual de Feira de Santana, sendo que neste local são desenvolvidos projetos de extensão voltados para a agricultura familiar da região.

O clima do município de Amélia Rodrigues é Tropical (Aw) (ALVARES *et al.*, 2014). Como temos poucas informações sobre os aspectos climáticos de Amélia Rodrigues obtivemos os dados macro climáticos (temperatura e precipitação pluviométrica) referentes à Feira de Santana, cidade localizada a 29 km da área de estudo. Esses dados foram obtidos no site <https://pt.weatherspark.com/y/31060/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Feira-de-Santana-Brasil-durante-o-ano>, Segundo os dados macro climáticos referentes a Feira de Santana os meses mais chuvosos foram de abril a julho. A temperatura média anual varia de 18°C a 34°C, sendo que os meses que registram maior temperatura média estão entre outubro a abril. (Apêndice 1 e 2).

Os horários do nascer do sol variaram de 04:59 h (novembro/21) a 05:57 (julho/22) e os horários de pôr do sol de 17:17 h (maio/21) a 18:08 h (janeiro/22).

Coleta de dados

A pesquisa foi realizada nos meses de novembro/dezembro/21 (observações realizadas no final de novembro e início de dezembro), fevereiro/22, abril/22 e junho/22. As observações ocorriam a partir da primeira atividade de saída do ninho das espécies de abelhas *M. quadrifasciata* e *M. scutellaris*, e o final das observações era quando a última abelha retornava ao ninho. Estes horários eram próximos do intervalo entre 5:00 e 18:00 h (do nascer ao pôr do sol). As observações aconteceram em três dias consecutivos, sendo 15 minutos por intervalo de hora para cada colônia (observação máxima de três colônias por horário), sendo que foram selecionadas duas colônias de *M. scutellaris* e uma de *M. quadrifasciata*.

Durante as observações foram feitas quantificações das abelhas que entravam e saíam do ninho (sem carregar material aparente), entrada com pólen, entrada com resina e saída da colônia com lixo. Todas as atividades eram registradas através de anotações, imagens fotográficas e filmagens. Este procedimento foi repetido em três dias consecutivos para as três colônias durante o dia, nos quatro meses do estudo.

Para a determinação da influência dos fatores climáticos e meteorológicos na atividade de voo das abelhas foram feitos registros da temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa em intervalos de uma hora, sendo o início quando começavam as atividades das abelhas e término quando estas cessavam as atividades. Estes registros foram feitos com o auxílio de um Termohigrômetro digital que foi instalado do lado da colônia das abelhas, a um metro do solo. A intensidade luminosa (iluminância) foi medida através do uso de um luxímetro digital que foi colocado a uma distância de aproximadamente um metro do solo. Foram feitas duas medidas de intensidade luminosa por horário: uma medida foi realizada na entrada da colônia e outra medida na área aberta mais próxima da colônia.

Para a análise dos padrões das atividades diárias de voo das espécies de *Melipona* consideradas no estudo foi aplicado o método da Estatística Circular, utilizando o teste de Rayleigh para as atividades cujos valores das atividades diárias foram maiores que 10 durante o mês de estudo. Este teste serviu para a análise da uniformidade ou não dos dados obtidos a partir da atividade diária das abelhas ao longo dos meses através do cálculo do valor de “r” e o ângulo médio. Sendo que o valor de r pode variar inversamente com a quantidade de dispersão dos dados. Desta maneira, o r é uma medida de concentração, que pode variar de 0 (quando existe total dispersão dos dados) a 1 (quando todos os dados estão concentrados em uma mesma direção). Para nossas análises foi considerado como significativo o valor de r maior ou igual a 0,7. Além disso, o teste de WATSON-WILLIAMS ($p < 0,05$) da Estatística Circular foi utilizado para comparar as amostras. Foram feitas comparações entre as diferentes espécies de abelhas e /ou entre meses diferentes (ZAR, 2010).

Para comparar as semelhanças e diferenças das atividades entre as colônias estudadas foi feito teste de média. Como as variáveis não apresentaram distribuição aproximadamente normal, então foi feito uma análise não paramétrica dos dados, sendo escolhido o teste de Kruskal Wallis para verificar as diferenças significativas entre as médias. Além disso, para verificar a existência de diferenças significativas entre as variações de comportamento nas três colônias foram realizadas análise de variância por

meio do teste de comparação de médias, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de significância. Todas as análises de média foram feitas no software Statistica version 10.

Para a análise estatística da influência dos fatores meteorológicos nas atividades diárias de voo das espécies de *Melipona* consideradas no estudo foi utilizado o método de regressões lineares múltiplas proposto Gotelli & Ellison (2011) com a variável dependente sendo a atividade da colônia (a análise foi realizada considerando o número de entradas, e também para o número de saídas e para o número de entradas com pólen). As variáveis independentes testadas foram temperatura, umidade relativa, intensidade luminosa da colônia e intensidade luminosa da área. Para atender aos pressupostos do teste os dados de observações foram transformados em raiz quadrada + 0,5. Além disso, os dados de intensidade luminosa foram transformados em Log. Todas as análises estatísticas de regressão linear múltipla foram realizadas no software R versão 4.2.2 (R core Team, 2023).

3. RESULTADOS

3.1 Atividades mensais

Durante as observações das atividades de voo das três colônias de meliponíneos na área de estudo a temperatura diária variou de 20°C (entre 5:00 h e 6:00 h em junho/22) à 34 °C (às 10:00 h em fevereiro /22). A umidade relativa variou de 42% (às 10:00 h em fevereiro /22) a 88% (às 6:00 h em junho/ 22), a intensidade luminosa na entrada da colônia variou de 110 lux (às 5:00 h em Jun / 22) a 7630 lux (11:00 h em fevereiro /22) e a intensidade luminosa na área aberta variou de a 140 lux (18:00 h em abril /22) a 98.800 lux (11:00 h em junho).

Com relação ao número total de atividade das colônias de abelhas observadas, a colônia 1 e 2 de *M. scutellaris* apresentaram um número semelhante de atividade ao longo dos meses observados (por volta de 1.500 atividades totais cada uma) e *M. quadrifasciata* apresentou um número maior de atividades totais (2.604) com relação às colônias de *M. scutellaris* (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de atividades totais das abelhas *Melipona scutellaris* e *M. quadrifasciata* nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.

	Nov/Dez/21	Fev/22	Abr/22	Jun/22	Total
<i>M. scutellaris 1</i>	448	358	404	286	1.496
<i>M. scutellaris 2</i>	353	278	550	382	1.563
<i>M. quadrifasciata</i>	930	572	772	330	2.604
Total	1731	1208	1726	998	

Com relação às atividades totais mensais das abelhas durante os meses do estudo foi constatado que a colônia 1 de *M. scutellaris* apresentou um aumento nos meses de novembro/dezembro e abril e a colônia 2 de *M. scutellaris* apresentou um maior número de atividades externas no mês de abril. Com relação ao menor número de atividades colônia 1 de *M. scutellaris* ocorreu em junho e a colônia 2 de *M. scutellaris* foi menos ativa em fevereiro. A colônia de *M. quadrifasciata* apresentou maior número de abelhas entrando e saindo nos meses de novembro/dezembro e abril, sendo que o mês de junho obteve o menor número destas atividades. As três colônias observadas apresentaram maior número da atividade de entrada com pólen em novembro/dezembro e menor número em junho (Tabela 1 e Figura 1).

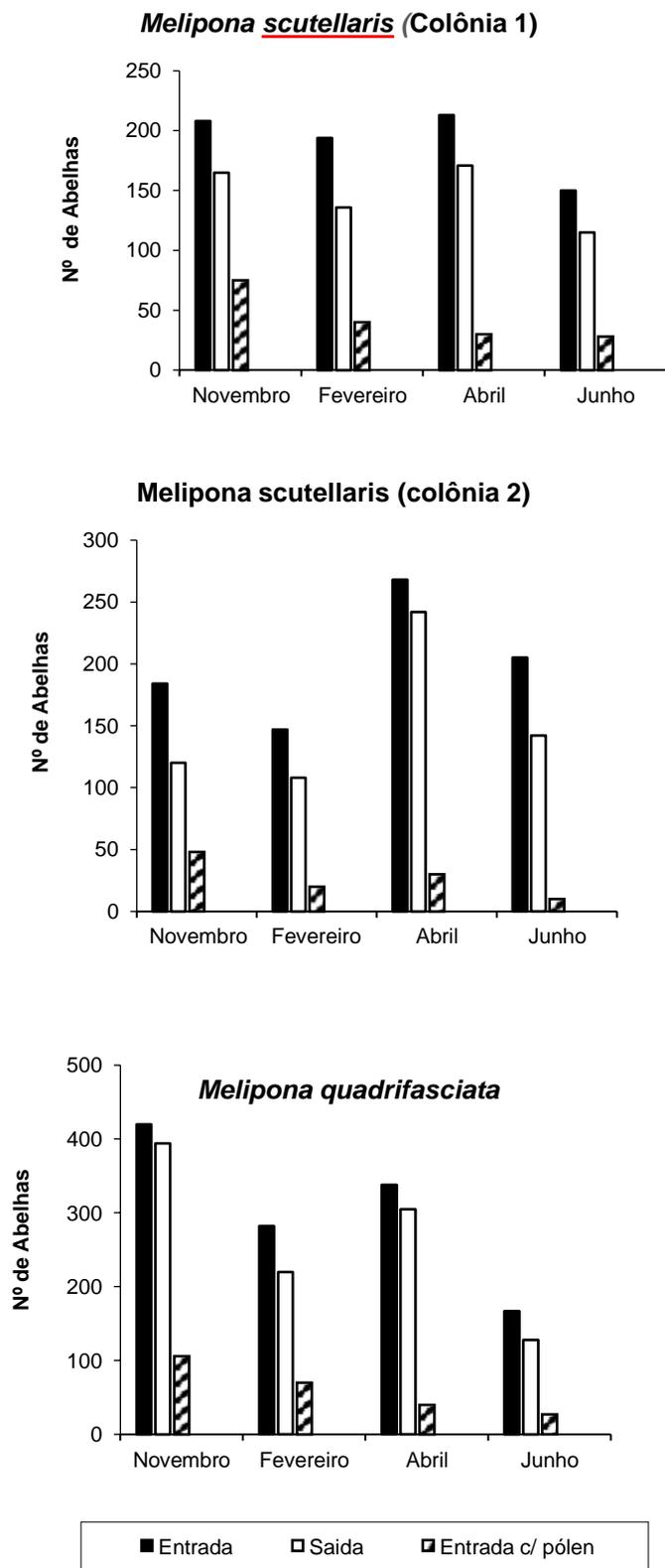


Figura 1- Atividades mensais de *Melipona scutellaris* (Colônias 1 e 2) e *Melipona quadrifasciata* nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.

3.2 Atividades diárias

As abelhas iniciavam as atividades diárias de voo a partir de 5:00 h nas três colônias do estudo, com o número de abelhas aumentando a partir das 6:00 h, sendo que o maior número de atividades externas em todas as colônias ocorreu no período da manhã. Além disso, as últimas atividades de *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata* aconteciam por volta das 18:00 h coincidindo com o pôr do Sol, sendo que o número de abelhas a partir das 17:00 h reduzia até cessar toda atividade de voo (Figura 2).

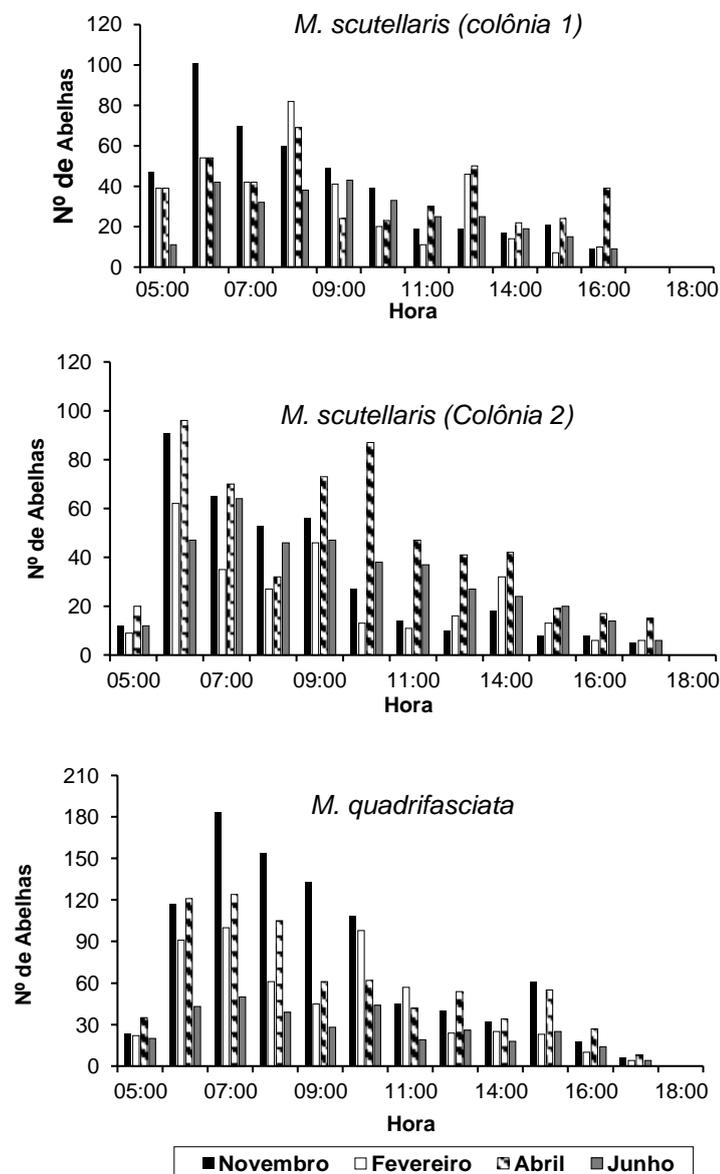


Figura 2- Atividades diárias de voo de *Melipona scutellaris* (Colônia 1 e 2) e *Melipona quadrifasciata* nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.

Com relação às atividades diárias de voo das colônias de *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata* o teste de media revelou que para a atividade Entrada, a colônia *M. quadrifasciata* apresentou uma maior atividade em relação às outras duas colônias, o mesmo foi observado para Saída e Entrada com pólen, porém para essa última atividade não diferiu significativamente de *M. scutellaris* 1 (Tabela 2).

A colônia *M. scutellaris* 1 teve um comportamento intermediário em relação a Entrada com pólen, tanto que sua atividade não pode ser considerada diferente significativamente de quem apresentou maior atividade (*M. quadrifasciata*) como também da colônia que apresentou menor atividade (*M. scutellaris* 2) (Tabela 2).

Tabela 2 - Média do número de atividades das colônias de *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata*, nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.

Colônias	Atividades		
	Entrada	Saída	Entrada com pólen
<i>M. Scutellaris 1</i>	5,33 b*	4,28 b	1,20 a b
<i>M. Scutellaris 2</i>	5,55 b	4,58 b	0,83 b
<i>M. Quadrifasciata</i>	8,32 a	7,68 a	1,71 a

* Letras iguais na mesma coluna, as médias não diferem significativamente pela Prova de Kruskal-Wallis a 95% de confiança ($p > 0,05$).

Horário preferencial de atividade

Com base nas análises estatísticas que foram obtidas a partir de ângulos médios do Teste de Rayleigh da Estatística Circular, foram observados horários preferenciais para a maior parte das atividades de voo ao longo do dia para as atividades de entrada e saída da colônia (sem material visível) e entrada com material visível (pólen + resina) nos meses do estudo. De forma geral, os resultados foram significativos com valores do vetor médio (r) acima de 0,7 e os horários preferencias para a coleta desses recursos apresentaram regularidade nas três colônias (Tabela 3).

Estas análises mostraram que as atividades das 3 colônias observadas apresentaram horário preferencial de visitas às flores para as 3 atividades registradas no mês de novembro, variando de 8:17 na colônia 2 de *M. scutellaris* a 9:09 h na colônia de *M. quadrifasciata*, para as atividades de entrada e as atividades de saída seguiam o mesmo padrão. Para os outros meses do estudo as atividade de entrada apresentaram poucos valores significativos mostrando pouca regularidade desta atividade ao longo do dia nas 3 colônias observadas. Os horários de saída da colônia apresentaram uma variação de 8:19 h para a colônia 2 de *M. scutellaris* em nov/dez a 9:53 h na colônia 1 de *M. scutellaris* em abril. As atividades de entrada de pólen nas 3 colônias mostraram mais regularidade nos horários do que as outras 2 atividades, inclusive com os valores do vetor r mais elevados, significando uma concentração desta atividade em um momento específico do dia. Os horários destas atividades variaram de 6:45 h na colônia 2 de *M. scutellaris* a 8:35 na colônia de *M. quadrifasciata* em junho (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores da média dos horários preferencias e do vetor (r) para as atividades de entrada e saída (sem material aparente) e entrada com pólen das colônias de *Melipona scutellaris* (1 e 2) e *Melipona quadrifasciata* (3) nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.

Colônia/Mês	Entrada	Entrada (r)	Saída	Saída (r)	Entrada Pólen	Entrada Pólen (r)
1- Nov/dez	8:28	0,703	8:20	0,787	7:44	0,886
2 - Nov/dez	8:17	0,724	8:19	0,703	7:51	0,918
3 - Nov/dez	9:09	0,735	8:48	0,749	8:18	0,853
1 - Fev	8:35	0,745	*	*	7:19	0,947
2 - Fev	*	*	*	*	7:48	0,981
3 - Fev	9:26	0,713	*	*	8:06	0,826
1 - Abr	*	*	9:53	0,700	6:55	0,880
2 - Abr	*	*	9:34	0,708	6:45	0,980
3 - Abr	*	*	9:05	0,715	7:52	0,856
1 - Jun	9:39	0,710	9:28	0,727	8:15	0,808
2 - Jun	*	*	9:28	0,700	7:51	0,965
3 - Jun	*	*	*	*	8:34	0,905

*valores do vetor médio (r) não significativos (abaixo de 0,7)

3.3 Atividades x dados ambientais

3.3.1 Atividade: Entrada

Foi observado uma relação significativa entre as variáveis ambientais e o número de entradas de *M. scutellaris* 1. O melhor modelo dentre os avaliados envolvendo as variáveis temperatura e intensidade luminosa da área, explicaram juntas 8,8 % das atividades de entrada desta colônia ($p = 0,001$; $r^2 = 0,088$; Figura 3 a). A temperatura ($t = -2,922$; $p = 0,004$) e a intensidade luminosa ($t = 3,105$; $p = 0,002$).

Também foi encontrado uma relação significativa entre as variáveis ambientais e o número de entradas na colônia de *M. scutellaris* 2. O modelo que melhor explicou os dados de entrada envolvendo as variáveis temperatura e intensidade luminosa da colônia, que explicaram juntas 11 % das observações foi ($p < 0,001$; $r^2 = 0,11$; Figura 3 b). A temperatura ($t = 5,542$; $p < 0,001$) e a intensidade luminosa da colônia ($t = 2,024$; $p = 0,044$).

Quando se considera *M. quadrifasciata*, também foi observado uma relação significativa entre as variáveis ambientais e o número de entradas. O melhor modelo dentre os avaliados foi o envolvendo as variáveis temperatura e intensidade luminosa da área, que explicaram juntas 8,8 % das observações de entrada de indivíduos na colônia ($p = 0,001$; $r^2 = 0,088$; Figura 3 c). A temperatura ($t = -1,805$; $p = 0,073$) e a intensidade luminosa da área ($t = 3,63$; $p < 0,001$).

3.3.2 Atividade: Entrada com pólen

Com relação a atividade de entrada com pólen foi observado uma relação significativa entre as variáveis ambientais e o número de entradas com pólen na colônia de *M. scutellaris* 1. Desta forma, o melhor modelo dentre os avaliados foi o envolvendo as variáveis temperatura e intensidade luminosa da colônia, que explicaram juntas 7 % das observações de entrada de indivíduos com pólen na colônia ($p = 0,005$; $r^2 = 0,07$; Figura 4 a). A temperatura ($t = -2,558$; $p = 0,012$) e a intensidade luminosa da área ($t = -1,443$; $p = 0,151$).

Também foi encontrado uma relação significativa entre as variáveis ambientais e o número de entradas de indivíduos com pólen para *M. scutellaris* 2. O modelo que melhor explicou os dados de entrada foi o envolvendo as variáveis temperatura e intensidade luminosa da área, que explicaram juntas 14,4 % das observações ($p < 0,001$;

$r^2 = 0,144$; Figura 4 b). A temperatura ($t = -4,756$; $p < 0,001$) e a intensidade luminosa da área ($t = 2,549$; $p = 0,012$).

Para a colônia de *M. quadrifasciata*, também foi observado uma relação significativa entre as variáveis ambientais e o número de entradas com pólen. O melhor modelo dentre os avaliados foi o envolvendo as variáveis temperatura e intensidade luminosa da área, que explicaram juntas 8,4 % das observações de entrada de indivíduos com pólen na colônia ($p = 0,002$; $r^2 = 0,084$; Figura 4 c). A temperatura ($t = -1,997$; $p = 0,048$) e a intensidade luminosa da área ($t = 3,484$; $p < 0,001$).

3.3.3 Atividade: Saída

Foi observado uma relação significativa entre as variáveis ambientais e o número de saídas de indivíduos de *M. scutellaris* 1. O melhor modelo dentre os avaliados foi o envolvendo as variáveis temperatura e intensidade luminosa da área, que explicaram juntas 7,3 % das observações de saída dessa colônia foi ($p = 0,004$; $r^2 = 0,073$; Figura 5 a). A temperatura ($t = -2,822$; $p = 0,005$) e a intensidade luminosa da área ($t = 2,607$; $p = 0,01$).

Para número de saídas de *M. scutellaris* 2 também foi encontrada uma relação significativa entre as variáveis ambientais e o número de saídas. O modelo que melhor explicou os dados de entrada foi o envolvendo as variáveis temperatura e intensidade luminosa da colônia, que explicaram juntas 10 % das observações ($p < 0,001$; $r^2 = 0,100$; Figura 5 b). A temperatura ($t = -3,885$; $p < 0,001$) e a intensidade luminosa da colônia ($t = 1,613$; $p = 0,108$).

Na colônia de *M. quadrifasciata* como nas colônias de *M. scutellaris* também foi observado uma relação significativa entre as variáveis ambientais e o número de saídas. O melhor modelo dentre os avaliados foi o envolvendo as variáveis temperatura e intensidade luminosa da área, que explicaram juntas 9,1 % das observações de saída de indivíduos da colônia ($p = 0,001$; $r^2 = 0,091$; Figura 5 c).

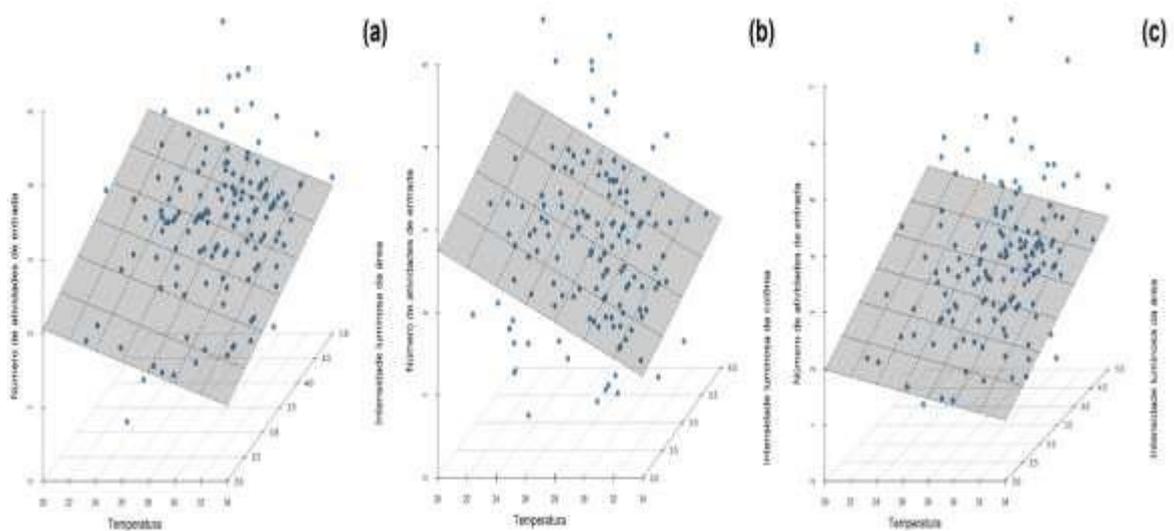


Figura 3- Atividade Entrada de *M. scutellaris* 1 (a), *M. scutellaris* 2 (b) e *M. quadrifasciata* (c) nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.

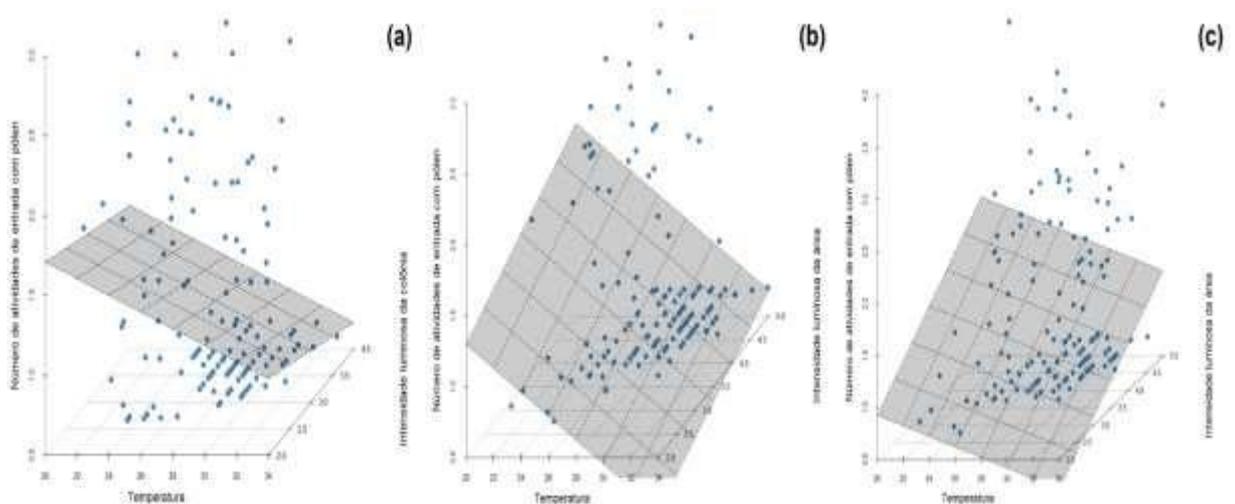


Figura 4- Atividade Entrada com pólen de *M. scutellaris* 1 (a) *M. scutellaris* 2 (b) e *M. quadrifasciata* (c) nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.

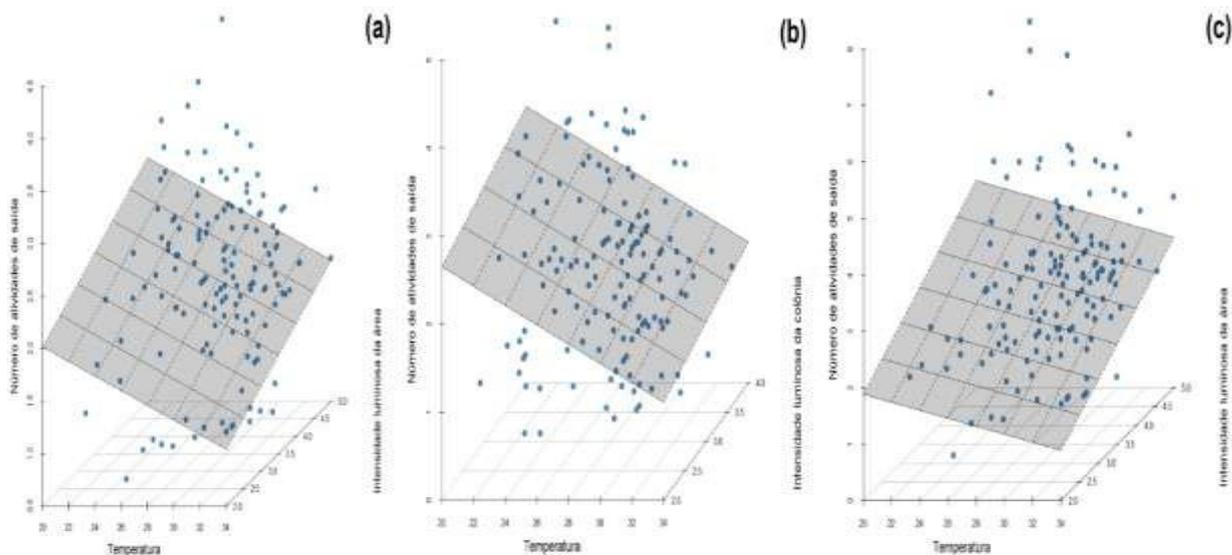


Figura 5 - Atividade Saída de *M. scutellaris* 1 (a), *M. scutellaris* 2 (b) e *M. quadrifasciata* (c) nos meses de novembro/dezembro/21, fevereiro/22, abril/22 e junho/22, no CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.

4. DISCUSSÃO

4.1 Atividades mensais

As colônias de *Melipona* observadas apresentaram atividades de voo em todos os meses do estudo. Sendo que o maior número de abelhas entrando com pólen nas três colônias de *Melipona* observadas ocorreu em novembro que foi considerado um mês quente e seco. MAIA-SILVA *et al.* (2015) trabalhando com *Melipona subnitida*, em uma localidade da caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, observou que houve picos de atividade de abelhas entrando com pólen nas colônias no mês de novembro (estação quente/seca). MASCENA, *et al.* (2018) estudando *Melipona quinquefasciata*, em uma área de floresta úmida sedimentar no estado do Ceará, observaram que o período seco (julho-dezembro) foi mais expressivo para as atividades diárias de voo das abelhas. Já com *Scaptotrigona depilis* em colônias de criação no meliponário da Universidade de São Paulo no sudeste do Brasil, o maior registro de abelhas entrando na colônia com pólen foi no mês de fevereiro (estação chuvosa e quente) e em temperaturas acima de 15°C (FIGUEIREDO-MECCA, *et al.* 2013). Nos relatos apresentados acima podemos sugerir que a temperatura pode ser o fator climático mais importante para o pico das atividades forrageiras das abelhas da subtribo Meliponina consideradas. Além disso, foi comum em

todas as localidades as atividades ocorreram em maior número nos dias mais longos do ano, com maior duração de luz solar, sendo que este fator pode influenciar as atividades anuais das abelhas, juntamente com a temperatura.

4.2 Atividades diárias

As atividades diárias de entrada e saída (sem material aparente) das colônias de *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata* observadas ocorriam geralmente de manhã, porém não foram observados padrões de atividade diária em todos os meses do estudo, indicados pelos horários preferenciais das atividades forrageiras das abelhas. As entradas com pólen das colônias estudadas ocorriam de manhã e com padrões de atividade diária para todos os meses estudados e com elevado valor de significância estatística, indicando a presença de ritmo biológico para esta atividade. Outros estudos também indicam a atividade de coleta de pólen principalmente de manhã. De acordo com Silva, *et al.* (2011) e Giannini, *et al.* (2014) espécies de *Melipona* como *M. quadrifasciata* e *M. scutellaris*, estudadas em regiões da Mata Atlântica, foi observado que o maior número de forrageio de pólen acontecia nas primeiras horas da manhã. Com outras abelhas como a *Partamona seridoensis*, no semiárido nordestino, os resultados encontrados também apontaram uma diminuição das atividades externas das abelhas por volta das 11:00 h (BRASIL, *et al.*, 2019).

A coleta de pólen ocorrendo preferencialmente de manhã, com os horários preferenciais mais cedo do que as outras atividades, nas três colônias observadas pode estar relacionada aos horários de oferta de recursos pelas plantas. Em relatos na literatura autores como Roubik (1989) e Pollato *et al.* (2014) afirmaram que as abelhas não são estimuladas a manter uma alta frequência de viagens de forrageamento após o horário da manhã devido à escassez de recursos florais, visto que a maioria das angiospermas apresentam deiscência das anteras pela manhã, quando o pólen é disponibilizado em maior abundância. O pólen é um recurso limitado e é ofertado assim que a antera abre e não é repostado ao longo do dia como ocorre com o néctar. Embora haja secreção de néctar e óleo durante o tempo em que a flor permanece aberta, nas flores melitófilas, o estoque de recursos pode se esgotar ao longo do dia e isso acaba reduzindo a capacidade da planta de atrair abelhas, com o passar do tempo.

Esta regularidade dos horários das atividades de voo nas colônias de *Melipona* observadas neste estudo e também nos dados de meliponíneos da literatura pode ser caracterizada como ritmo biológico, detectados através da presença de horários

preferenciais (ou acrofases). Os ritmos biológicos podem apresentar origem endógena e pode ser uma manifestação do relógio biológico interno (GOUW & GIMENES, 2013).

Os padrões das atividades diárias das abelhas, especialmente a saída das forrageiras da colônia também pode estar relacionada com a memória temporal das abelhas o que as confere a capacidade de identificar o momento do dia que os recursos florais são ofertados, e retornarem à fonte de recurso após 24 horas (TIETZ & MOUGA, 2019; SINGH & TAKHELLAMBAM, 2021).

A análise de medias de atividades diárias das colônias revelou que as colônias 1 e 2 de *M. scutellaris* podem estar no mesmo estágio de desenvolvimento, devido ao número semelhante de atividades diárias de voo. Já a colônia de *M. quadrifasciata* obteve maior número de atividade diária para entrada e saída sem material aparente e para entrada com pólen. Com isso, levando-se em consideração o número maior de atividades na terceira colônia de abelhas, podemos sugerir que a colônia *M. quadrifasciata* pode não estar no mesmo nível de desenvolvimento que as de *M. scutellaris*, ou também pode ser uma característica de *M. quadrifasciata* apresentar um número maior de abelhas do que *M. scutellaris*. Diante disso, de acordo com Hilário *et al.* (2000) o maior número de atividade em uma colônia de abelha pode ser um indício de diferenciação do estado entre colônias, já que o número de indivíduos de uma colônia permite caracterizá-la como fraca, média ou forte. Em outros estudos com atividade diária de voo com espécies de abelhas eussociais como *Nannotrigona testaceicornis* (SILVA & GIMENES, 2014) os autores relatam diferenças no número de atividades das colônias desta espécie estudadas (manejada e natural), sendo que a colônia manejada poderia ser considerada mais forte do que a colônia natural, uma vez que na maioria dos meses avaliados o número de atividades na colônia manejada foi maior. O estágio de desenvolvimento da colônia também pode ser levado em conta com relação aos horários de atividade das abelhas, mas como mostrado no presente estudo este fator provavelmente não influencia nos horários de atividade das abelhas.

4.3 Atividade diária X dados ambientais

As atividades diárias das colônias de *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata*, em todos os meses de estudo começaram próximo ao nascer do Sol com baixos valores de intensidade luminosa (por volta de 2 lux) e em temperatura média em torno de 20°C e umidade relativa alta, geralmente acima de 70%. Comportamentos semelhantes também foram encontrados por Oliveira, *et al.* (2012) estudando as atividades externas de colônias

experimentais de *Melipona subnitida* em um meliponário universitário no estado do Rio Grande do Norte. Os autores observaram que essas atividades começavam, por volta das 5:00 h, quando a umidade relativa do ar estava alta e a incidência de radiação estava próximo a zero e a temperatura média era de 20°C.

A temperatura e a intensidade luminosa em conjunto foram os fatores abióticos que mais influenciaram nas atividades das colônias de *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata* estudadas. O efeito destes dois fatores abióticos foi observado em situação de campo em que as atividades externas não ocorriam se a temperatura e a intensidade luminosa estivessem com valores muito baixos.

A interação entre a intensidade luminosa e as atividades externas em colônias de abelhas foi relatada em pesquisas com *Partamona seridoenses* no estado do Rio Grande do Norte na qual os resultados demonstraram que a interação é inversamente proporcional, de forma que, quanto maior é a irradiação solar, menor é o fluxo de atividade das abelhas (BRASIL, *et al.*, 2019). E também com abelhas *Nannotrigona testaceicornis* na Chapada Diamantina (Bahia) as atividades de entrada e saída das colônias foram positivamente correlacionadas com a intensidade luminosa, (SILVA & GIMENES, 2014). Pollato, *et al.* (2014) estudando atividade de voo de diferentes espécies de abelhas como *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793), *Tetragonisca fiebrigi* (Schwarz, 1938) e *Apis mellifera*, em um fragmento florestal com algumas manchas com fisionomia de Cerrado e outras de Mata Atlântica no Mato Grosso do Sul, observou que o início da atividade de forrageamento das abelhas é especialmente regulado pelo aumento da intensidade luminosa, terminando com a diminuição da quantidade de luz e com os recursos florais no ambiente. Sendo assim, pode ser que o fator intensidade luminosa influencia principalmente o início da atividade diária das abelhas.

Pesquisas com *M. quadrifasciata* no semiárido baiano foi encontrada uma correlação significativa entre temperatura e as atividades externas dessa abelha, sendo que o maior fluxo de abelhas ocorreu em temperaturas entre 21,2 e 23,3°C (NASCIMENTO, *et al.* 2012). Na Mata Atlântica na Região Sudeste um trabalho com a mesma espécie de abelha os resultados demonstraram que esta abelha reduzia a coleta de recursos em temperaturas abaixo de 13,7°C e acima de 29,0°C, sendo que esses valores de temperatura segundo os autores do estudo, são muito semelhantes às temperaturas encontradas para esta espécie em área urbana (OLIVEIRA- ABREU, *et al.*, 2014).

Com abelhas *M. subnitida* no Rio Grande do Norte a janela térmica de forrageamento das coletoras de pólen estava entre 20 e 33°C, enquanto a coleta de néctar

pode ser observada até em temperaturas de 37°C (MAIA-SILVA, *et al.*, 2015). Já com *M. scutellaris* na Serra da Jibóia (Bahia) os horários preferenciais para a coleta de pólen geralmente ocorreriam quando a temperatura média estava em torno de 24°C (GOUW & GIMENES (2013).

A temperatura é um fator determinante para que as abelhas exerçam suas funções normalmente. Por serem organismos pequenos, a relação superfície/volume é alta e a troca de calor com o ambiente é grande. Por isso, estes organismos são bastante dependentes da temperatura ambiente (CAMPOS *et al.*, 2010). Sendo que, possivelmente as abelhas iniciam, aumentam ou diminuem o padrão das atividades de forrageamento influenciadas pelas condições meteorológicas locais, principalmente pela temperatura (ROUBIK, 1989). Sendo assim, as relações entre atividade diária e temperatura são muito importantes para qualquer organismo, particularmente para animais ectodérmicos como as abelhas, já que sua sobrevivência depende de visitas regulares e frequentes ao ambiente, durante o forrageamento.

As abelhas sem ferrão têm uma capacidade diferenciada de termorregulação devido às diferenças de tamanho, coloração do corpo e pilosidade (PEREBOOM & BIESMEIJER, 2003). Deste modo, o padrão de comportamento de coleta de recursos também pode ser influenciado pela morfologia das abelhas, visto que espécies médias e grandes aquecem mais, em um mesmo período de tempo de exposição a altas temperaturas, e também resfriam mais lentamente do que espécies pequenas (CAMPOS *et al.*, 2010; POLLATO, *et al.*, 2014).

Outros autores também observaram que abelhas que são consideradas de maior porte do gênero *Melipona* como *M. quadrifasciata* e *M. scutellaris* (entre 8 e 12mm) voam sob temperaturas mais baixas desta maneira tendem a começar suas atividades externas em horários mais cedo que espécies de abelhas muito pequenas (<5mm) (HILÁRIO *et al.*, 2000; TEIXEIRA & CAMPOS, 2005). Nesse sentido, provavelmente a dimensão do corpo desempenha um papel importante na tolerância dos elementos climáticos mais adequados para o forrageamento das abelhas (PEREBOOM & BIESMEIJER, 2003; OLIVEIRA-ABREU, *et al.*, 2014).

Como visto em outros estudos com espécies de abelhas diferentes e com as mesmas espécies estudadas a temperatura pode influenciar as atividades diárias dos meliponíneos como um agente modulador dos ritmos observados, tendo em vista que as duas espécies de *Melipona* apresentam tamanhos parecidos e horários preferenciais de atividade forrageira semelhantes. Essas semelhanças apresentadas pelas duas espécies de

abelhas estão provavelmente relacionadas à semelhantes capacidades de termorregulação que são respostas fisiológicas imediatas das abelhas à temperatura ambiental, atuando este fator meteorológico no ajuste das atividades diárias de voo, como também considerou GOUW & GIMENES (2013), trabalhando com este grupo em outra localidade na Bahia (Santa Terezinha, no sopé da Serra da Jibóia).

A intensidade luminosa também pode atuar como um fator modulador do ritmo biológico das colônias de *M. sutellaris* e *M. quadrifasciata* especialmente durante o início e término das atividades forrageiras que ocorriam próximo ao nascer e pôr do sol, respectivamente. Além disso, a intensidade da luz é importante no auxílio à navegação visual das abelhas, desde a orientação e busca de recursos florais como também para a manutenção do calor corporal das abelhas em baixas e altas temperaturas (HILÁRIO *et al.*, 2000; POLLATO *et al.*, 2014).

Outros artigos relacionam a umidade relativa às atividades diárias de voo das abelhas. Porém tem que ser levado em conta que geralmente, existe uma elevada correlação entre os elementos meteorológicos temperatura e umidade relativa do ar. Em estudos com *M. quadrifasciata* em habitat natural na Mata Atlântica costeira no estado de São Paulo, a coleta de pólen e néctar correlacionou-se negativamente com a umidade relativa do ar, sendo que o pico dessas atividades ocorreram nos intervalos de umidade relativa de 60,1 a 70,0% (OLIVEIRA- ABREU, *et al.*, 2014). Em outro estudo com atividades externas de *M. scutellarias* em três localidades distintas (Floresta Tropical e enclave de cerrados, área nuclear costeira de distribuição da Floresta Pluvial e Floresta Estacional Semidecidual) na Bahia foi observado que a umidade relativa teve correlação positiva com o número de operárias coletando pólen, visto que o número de abelhas aumentava muito rapidamente sob alta umidade relativa, nas primeiras horas da manhã (SILVA, *et al.*, 2011).

Com este estudo das atividades diárias das três colônias de *Melipona* em uma área de caatinga no Nordeste do Brasil e a comparação com outros trabalhos realizados com outras espécies de meliponíneo, na mesma região e em outras regiões do Brasil, foi considerado que é possível ocorrer um padrão rítmico de atividade diária, especialmente para a entrada com pólen, destas abelhas com os horários preferenciais ocorrendo geralmente pela manhã em todas as colônias e nos meses de estudo. Além disso, é importante considerar que elementos meteorológicos como temperatura e intensidade luminosa possivelmente influenciam as atividades diárias de voo de abelhas da sub tribo Meliponini.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradeço ao Centro de Agroecologia Rio Seco (CEARIS) pela oportunidade de desenvolvimento do trabalho prático, referentes às observações de campo das abelhas neste local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* (online), v. 22, n. 6, p.711-728, 2014.

BARBOSA, F. M.; CAMPOS, L. A. de O.; PAIXÃO, J.F.; ALVES, R. M. DE O. Foraging pattern and harvesting of resources of subterranean stingless bee *Geotrigona subterranea* (Friese, 1901) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Papeis Avulsos de Zoologia*, São Paulo, v.56, n.12, p.151-157, 2016.

BARTELLI, B. F.; RESENDE SANTOS, A. O. ; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Maintenance of colonies and foraging behaviour of *Melipona quadrifasciata* (hymenoptera, meliponina) in a greenhouse of lycopersicon esculentum (Solanaceae). *Sociobiology*, Feira de Santana, v. 61, n. 1, p. 510–516, 2014.

BATES, D.; MACHLER, M. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, Los Angeles, v. 67, n. 1, p.1- 48, 2014.

BRASIL, D. de F.; BRASIL, G., M. de O.G.; PEREIRA, M.K de O.; SILVA, I. A. Atividade de voo das abelhas cupira (*Partamona seridoensis*) no semiárido brasileiro. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aracaju, v.10, n.5, p.259-269, 2019.

BEER, K.; HELFRICH -FORST, C. Model and Non-model Insects in Chronobiology. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, Switzerland, v.14, n. 2, p.1-23, 2020.

BLOCH, G.; BAR-SHAI, N.; CYTTER, Y.; GREEN, R. Time is honey: circadian clocks of bees and flowers and how their interactions may influence ecological communities.

Philosophical Transactions of the Royal Society, Londres,v.372, n.10, p.1-11, 2017.

BUNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. 2nd. New York: Springer, 2002.

CAMPOS, F. S.; GOIS, G.C.; CARNEIRO, G. G. Termorregulação colonial em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) Fleming. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia, Londrina,v. 4, n.2, p.1-18, 2010.

CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs). Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version. 2013. Disponível em: <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Acesso em: 09. Jul.2022.

CARVALHO, A.T.; KOEDAM, D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Register of a new nidification substrate for *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): The arboreal nest of the termite *Constrictotermes cyphergaster* nature (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). Sociobiology. Feira de Santana, v.61, n.4, p. 428- 434, 2014.

CHEESEMAN, J.F.; WINNEBECK, E. C.; MILLAR, C.D.; KIRKLAND, L.S.; SLEIGH, J.; GOODWIN, M. General anesthesia alters time perception by phase shifting the circadian clock. Proceedings of the National Academy of Sciences, United States of America, v.109, n.3, p.7061-7066, 2012.

Clima e condições meteorológicas médias em Feira de Santana no ano todo – chuva. Disponível em:<https://pt.weatherspark.com/y/31060/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Feira-de-Santana-Brasil-durante-o-ano> . Acesso: 08.jul.2023.

CORREIA, F. C. da S.; PERUQUETTI, R. C.; SILVA, A. R. da; GOMES, F. A. Influência da temperatura e umidade nas atividades de vôo de operárias de *Melipona eburnea* (Apidae, Meliponina). Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, Umuarama, v. 20, n. 2,p.65- 70, 2017.

CORREIA, F. C. da S.; PERUQUETTI, R. C.; FERREIRA, M. G. Termorregulação em colônias de *Melipona eburnea* (Apidae: Meliponina) criadas racionalmente em Rio Branco, Acre. *EntomoBrasilis*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p.112-117, 2017.

DO NASCIMENTO, D. L.; NASCIMENTO, F. S. Extreme effects of season on the foraging activities and colony productivity of a stingless bee (*Melipona asilvai* Moure, 1971) in northeast Brazil. *Psyche: A Journal de Entomology*, London, v. 2012, p.1-7, 2012.

DUARTE, O. M. P.; GAIOTO, F. A.; COSTA, M. A. Genetic Differentiation in the Stingless Bee, *Scaptotrigona xanthotricha* Moure, and 1950 (Apidae, Meliponini): a Species with Wide Geographic Distribution in the Atlantic Rainforest. *Journal of Heredity*, United Kingdom, v.105, n.4, p. 477-484, 2014.

FERREIRA, R. DA C.; DIAS, F. DE S.; TANNUS, C. DE A.; CHINALIA, F. A. Essential and Potentially Toxic Elements from Brazilian Geopropolis Produced by the Stingless Bee *Melipona quadrifasciata anthidioides* Using ICP OES. **Biological Trace Element Research**, United States, v.199, n.4, p.1-13, 2021.

GONÇALVES, R. C.; MARQUES, M. D. Ritmos de populações: o caso das abelhas sem ferrão. *Revista da Biologia*, São Paulo, v.9, n.3, p.53-57, 2012.

GOUW, M. S.; GIMENES, M. Differences of the Daily Flight Activity Rhythm in two Neotropical Stingless Bees (Hymenoptera, Apidae). *Sociobiology*, Feira de Santana, v. 60, n. 2, p. 183-189, 2013.

GOTELLI, N.J.; ELLISON, A. R. *Princípios de Estatística em Ecologia*. Porto Alegre: Artmed: 2011, p.511.

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

HILÁRIO, S.D.; RIBEIRO, M. F; IMPERATRIZ- FONSECA, V.L. Can climate shape flight activity patterns of *Plebeia remota* (Hymenoptera, Apidae)? *Iheringia. Série*

Zoologia, Porto Alegre, v.102, n.3, p.269- 276, 2012.

MAIA-SILVA, C., IMPERATRIZ- FONSECA, V.L.; SILVA, C. I; HRNCIR, M. Environmental windows for foraging activity in stingless bees, *Melipona subnitida* Ducke and *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Sociobiology, Feira de Santana, 61, n.4, p.12-29, 2014.

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

MARKUS, R. P.; AFECHE.S.C.; BARBOSA JR., E. D.; LOTUFO,C. M. da C.; FERREIRA, Z. C.; CIPOLLA NETO, J. Glândula pineal e melatonina. In: MARQUES, N;MENNA-BARRETO.(Org.).Cronobiologia: princípios e aplicações. São Paulo: Edusp, 2003.p. 191-222.

MASCENA, V. M.; SILVA, C. M.; ALMEIDA, C. L. External activity of colonies of *Melipona quinquefasciata* managed in different types of beehive. Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 49, n. 4, p.683-691, 2018.

MECCA-FIGUEREDO, G.; BEGO, L. R.; NASCIEMNTO, F. S. Foraging behavior of *Scaptotrigona delipis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) and its relationship with temporal and abiotic factors. Sociobiology, Feira de Santana, v.60, n.3, p. 277-282, 2013.

Nascer e pôr do sol com crepúsculo em 2021 em Feira de Santana. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/h/y/31060/2021/Condi%C3%A7%C3%B5es-meteorol%C3%B3gicas-hist%C3%B3ricas-durante-2021-em-Feira-de-Santana-Brasil>. Acesso em: 07. Jun. 2023.

Nascer e pôr do sol com crepúsculo em 2022 em Feira de Santana. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/h/y/31060/2022/Condi%C3%A7%C3%B5es-meteorol%C3%B3gicas-hist%C3%B3ricas-durante-2022-em-Feira-de-Santana->

Brasil#Figures-SolarDay . Acesso em: 07. Jun. 2023.

NUNES, L. A.; PASSOS, G. B.; CARVALHO, C. A. L.; ARAUJO, E. D. Size and hape in *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera;Meliponini). Brazilian Journal of Biology, São Carlos, v.73, n.4, p. 887-893, 2013.

OLIVEIRA-ABREU, C.; HILÁRIO, S. D.; LUZ, C.F.P; ALVES-DOS SANTOS, I. Pollen and nectar foraging by *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in natural habitat. Sociobiology, Feira de Santana, n.61, n.4, p.441-448, 2014.

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

PEREBOOM, JJ.; BIESMEIJER, J.C. Thermal constraints for stingless bee foragers: the importance of body size and coloration. Oecologia, Berlin, v.137, n.1, p. 42-50, 2003.

POLATTO, L. P.; CHAUD-NETTO, J.; ALVES-JUNIOR, V. V. Influence of Abiotic Factors and Floral Resource Availability on Daily Foraging Activity of Bees: Influence of Abiotic and Biotic Factors on Bees. Journal of Insect Behavior, New York, v.27, n. 5, p. 593 - 612, 2014.

R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing Vienna, Austria. <https://www.rproject.org>

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

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

SILVA, W.P.; GIMENES, M. Patern of the daily light acivity of *Nannotrigona testaceicornis* (Lepeleier) (Hymenoptera: Apidae) in the Brazilian semiarid region. *Sociobiology*, Feira de Santana, v.6 1, n.4, p. 547-553, 2014.

SINGH, A.S; TAKHELLAMBAM, M.C. A Method to Study Honey Bee Foraging Regulatory Molecules at Different Times During Foraging. *Frontiers in Insect Science*, Switzerland, v.1. n. 2, 2021.

STATSOFT, Inc. (2011). *STATISTICA* (data analysis software system), version 10. Disponível em: www.statsoft.com

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

Temperaturas máximas e mínimas médias em Feira de Santana. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/31060/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Feira-de-Santana-Brasil-durante-o-ano> Acesso em: 07. Jun. 2023.

TIETZ, A. L.; MOUGA, D. M.D.S. Fatores abióticos e atividade externa de *Melipona* (*Michmelia*) *mondury* Smith, 1863 (Hymenoptera, Apidae) em Santa Catarina. *Acta Biológica Catarinense*, Joinville, v.6 n.4, p. 119-147, 2019.

VEIGA, J. C.; MENEZES, C.; VENTURIERI, G.C.; CONTRERA, F. The bigger, the smaller: relationship between body size and food stores in the stingless bee *Melipona flavolineata*. *Apidologie*, France, v.4, n.3, p. 324-333, 2012.

VIANA, J.L., FRANCISCO, A. K.; CARVALHO, C. AL.; WALDSCHMIDT, A. M. Genetic variability in *Melipona scutellaris* from Recôncavo, Bahia, Brazil. *Genetics and Molecular Research* (online), v.12, n.3, p.3444-3454,2013.

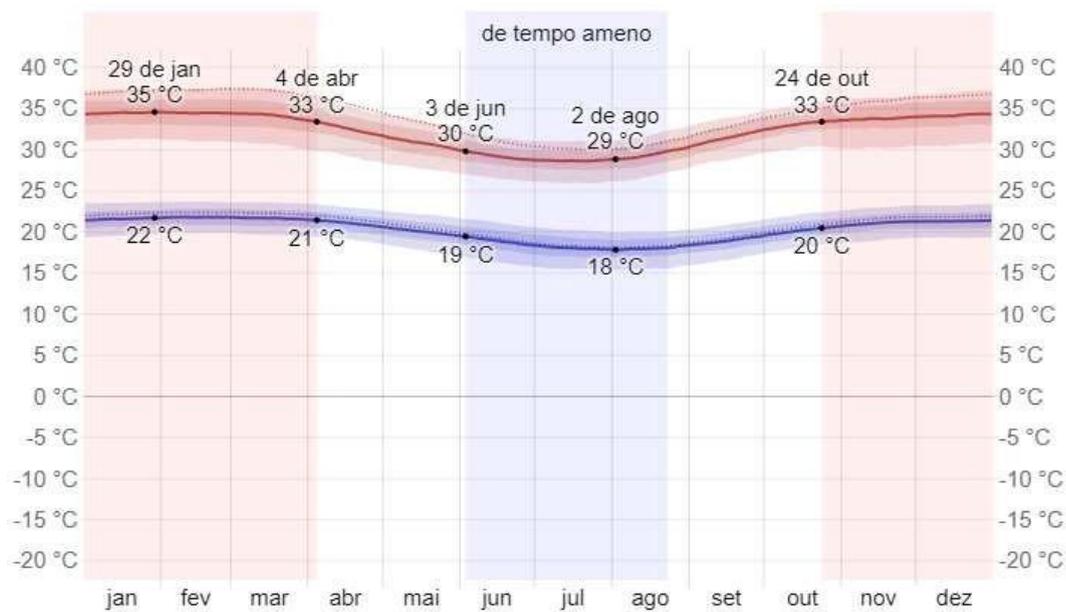
XAVIER de FREITAS, P. V. D.; DA SILVA, I.E.; FAQUINELLO, P.; ZANATA, R. A. External activity of the stingless bee *Melipona fasciculata* (Smith) kept in the Brazilian Cerrado. *Journal of Apicultural Research* (online), v.3, n. 2, p.1-6, 2020.

ZAR, J. H. Biostatistical analysis. 5th ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice-Hall/Pearson, 2010.

APÊNDICES

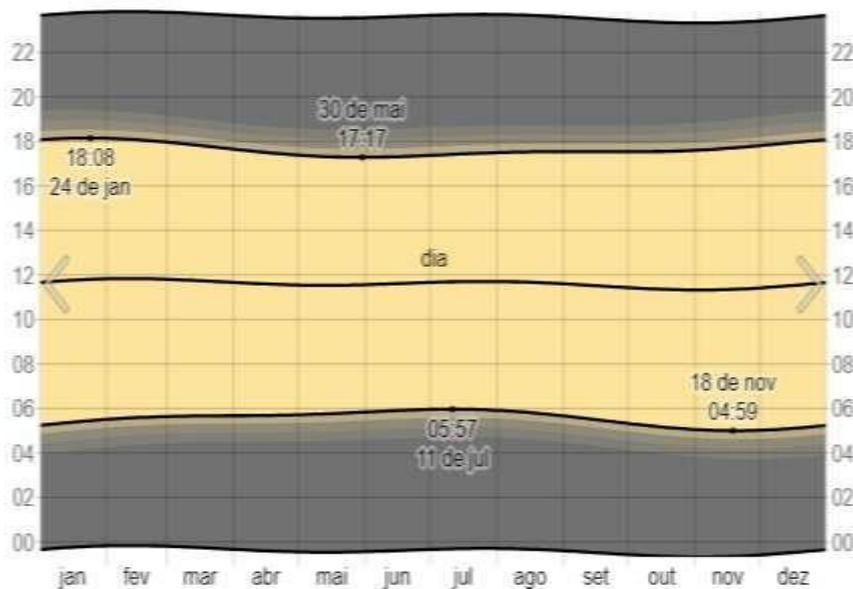


Apêndice 1 - Clima e condições meteorológicas médias em Feira de Santana no ano todo – chuva (<https://pt.weatherspark.com/y/31060/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Feira-de-Santana-Brasil-durante-o-ano>).



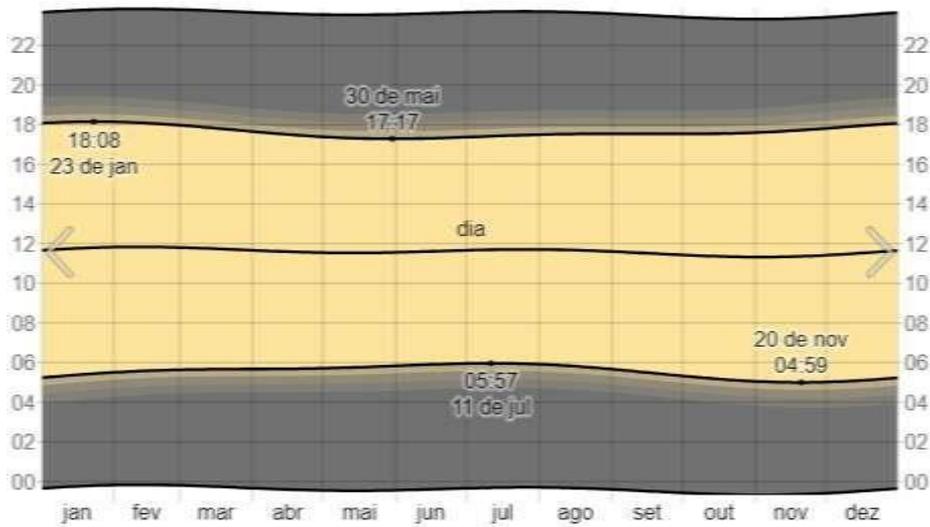
Temperatura máxima (linha vermelha) e mínima (linha azul) médias, com faixas do 25º ao 75º e do 10º ao 90º percentil. As linhas finas pontilhadas são as temperaturas médias percebidas correspondentes.

Apêndice 2-Temperaturas máximas e mínimas médias em Feira de Santana (<https://pt.weatherspark.com/y/31060/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Feira-de-Santana-Brasil-durante-o-ano>).



Apêndice 3- Nascer e pôr do sol com crepúsculo em 2021 em Feira de Santana

(<https://pt.weatherspark.com/y/31060/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Feira-de-Santana-Brasil-durante-o-ano>).



Apêndice 4- Nascer e pôr do sol com crepúsculo em 2022 em Feira de Santana

(<https://pt.weatherspark.com/y/31060/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Feira-de-Santana-Brasil-durante-o-ano>).



Apêndice 5- Colônia de *Melipona scutellaris* 1 do Meliponário do CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.



Apêndice 6- Colônia de *Melipona scutellaris* 2 do Meliponário do CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.



Apêndice 7- Colônia de *Melipona quadrifasciata* do Meliponário do CEARIS-UEFS, Amélia Rodrigues, Bahia.

ANEXO 1

Revista SOCIOBIOLOGY

<https://periodicos.uefs.br/index.php/sociobiology/index> Diretrizes para Autores

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

.1 - Instruções para Preparação do Manuscrito

Visando simplificar o processo de submissão de manuscritos, estamos aceitando submissões INICIAIS a serem apresentadas no formato de sua preferência. Isso deve permitir que autores, editores e pareceristas se concentrem na qualidade da ciência que está sendo relatada, economizando tempo valioso de todos os envolvidos. Os editores acessarão esta versão e decidirão se seus padrões justificam uma análise mais aprofundada pelos revisores. Somente após o seu manuscrito ser aceito e entrar na fase de edição, você deverá apresentar uma versão no formato Sociobiologia (apresentado na SEÇÃO 2). Esteja ciente de que qualquer formato que você escolher:

- a) apresente seu texto em ESPAÇO DUPLO com LINHAS NUMERADAS CONTÍNUAS (ou seja, a numeração das linhas não reinicia no início de cada página).
- b) use o formato .PDF, .DOC ou .RTF
- c) independente do formato do arquivo, todos os manuscritos devem apresentar os elementos essenciais necessários à avaliação da mensagem científica (Título, Autoria e Afiliação, Resumo, Palavras-chave, Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Conclusões, Agradecimentos, Contribuição dos Autores, Referências, Figuras e Tabelas com legendas).
- d) certifique-se de que o texto apresenta legibilidade e legibilidade tipográfica mínimas. Isso inclui (i) a maneira como as palavras e blocos de tipo são organizados em uma página e (ii) a escolha certa do tipo de letra. Via de regra: o leitor (e não o escritor) decide se um texto é legível e legível. Portanto, certifique-se de que todos - e não apenas você - apreciem a leitura de seu texto para acessar suas ideias!
- e) estar ciente de que é geralmente aceito que existe uma estreita relação entre um manuscrito mal preparado e ciência pobre. Não subestime o valor de um formato de

manuscrito fisicamente atraente.

f) durante a etapa 3 da submissão online, o autor correspondente deve preencher os metadados para todos os co-autores (use o botão "Adicionar autor" para adicionar os metadados de todos os co-autores), incluindo o ID ORCID (de pelo menos um autor) .

g) A sequência para carregar os arquivos corretamente nas etapas 2 (artigo original) e 4 (arquivos suplementares) da submissão eletrônica é escolher o arquivo (o OJS acessará seu programa Gerenciador de Arquivos), clicar no botão Upload e, em seguida, clicar no botão "Salvar e continuar". Carregue quantos arquivos suplementares forem necessários, repetindo esta sequência. Após terminar os uploads, clique em "Salvar e continuar". Você chegará ao passo 5 "Confirmação". Clique no botão "Concluir Envio". Lembrete importante: o sistema OJS limita o upload do tamanho do arquivo a 4 MB por arquivo.

1.2- Garantia de revisão cega

Para garantir a integridade da revisão cega por pares para submissão a este periódico, todos os esforços devem ser feitos para evitar que as identidades dos autores e revisores sejam conhecidas entre si. Isso envolve os autores, editores e revisores (que carregam documentos como parte de sua revisão) verificando se as seguintes etapas foram executadas em relação ao texto e às propriedades do arquivo:

1. Os autores do documento devem apagar seus nomes do texto, com "Autor" e ano utilizados nas referências e notas de rodapé, ao invés do nome dos autores, título do artigo, etc.
2. Com documentos do Microsoft Office, a identificação do autor também deve ser removida das propriedades do arquivo.

Para Microsoft 2003 e versões anteriores, e versões Macintosh do Word:

o No menu Arquivo, selecione: Salvar como> Ferramentas (ou Opções com um Mac)> Segurança> Remover informações pessoais das propriedades do arquivo ao salvar> Salvar.

Para MacIntosh Word 2008 (e versões futuras)

2. No menu Arquivo, selecione "Propriedades".
3. Na guia Resumo, remova todas as informações de identificação de todos os campos.
4. Salve o arquivo.

Para Microsoft 2007 (Windows):

5. Clique no botão Office no canto superior esquerdo do aplicativo Office
6. Selecione "Preparar" nas opções do menu.
7. Selecione "Propriedades" para as opções do menu "Preparar".

8. Exclua todas as informações nos campos de propriedade do documento que aparecem nas opções do menu principal.

9. Salve o documento e feche a seção do campo de propriedade do documento.

Para Microsoft 2010 (Windows):

10. No menu Arquivo, selecione "Preparar para compartilhamento".

11. Clique no ícone "Verificar problemas".

12. clique no ícone "inspecionar documento".

13. Desmarque todas as caixas de seleção, exceto "Propriedades do documento e informações pessoais".

14. Execute o inspetor de documentos, que fará uma pesquisa nas propriedades do documento e indicará se algum campo de propriedade do documento contém alguma informação.

15. Se o inspetor de documentos descobrir que algumas das propriedades do documento contêm informações, ele o notificará e fornecerá a opção de "Remover tudo", na qual você clicará para remover as propriedades do documento e informações pessoais do documento.

3. Para arquivos PDF:

o Com PDFs, os nomes dos autores também devem ser removidos das Propriedades do documento, encontradas em Arquivo no menu principal do Adobe Acrobat.

Consulte estes tutoriais em vídeo para obter orientações adicionais sobre o processo de envio:

Registrando-se como usuário, se ainda não estiver registrado em nosso sistema de envio eletrônico,

<https://www.youtube.com/watch?v=38a2qoZTkIQ>

Enviando um manuscrito

<https://www.youtube.com/watch?v=Eg0N8ljT6AY>

Isso é tudo de que você precisa para seu envio inicial.