

Fatores abióticos e atividade externa de *Melipona (Michmelia) mondury* Smith, 1863 (Hymenoptera, Apidae) em Santa Catarina

Abiotic factors and external activity of Melipona (Michmelia) mondury Smith, 1863 (Hymenoptera, Apidae) in Santa Catarina

Allison L. TIETZ^{1,2} & Denise M. D. S. MOUGA¹

RESUMO

Para a abelha sem ferrão urucu-amarela (bugia), não se conhecem os limiares climáticos para o movimento externo. Visando obter informações sobre a influência dos fatores abióticos na atividade de voo, observou-se o movimento externo de três colônias, durante um ano. Em cada colônia, a cada hora, durante dez minutos, foram contabilizadas as abelhas que saíam sem nada ou com detritos e aquelas que entravam com pólen, resina, barro, sem carga e com o abdome dilatado (água ou néctar), desde o início das atividades até o cessar, ao longo do dia. Os limites horários de atividade verificados foram 4h54 (primavera) e 19h (primavera e verão) e 5h30 (outono) e 18h30 (outono e inverno), realizando 13 horas de atividade durante o outono/inverno e 14 horas durante a primavera/verão. A amplitude de temperatura para a atividade foi de 12 a 41°C; para umidade relativa, de 39,5 a 100%. O recurso mais coletado foi o néctar (durante as quatro estações), seguido pelo pólen. Resina e barro foram coletados em temperaturas mais elevadas do que pólen e néctar. O movimento externo mostrou correlação negativa com a temperatura e positiva com a umidade relativa. As abelhas foram observadas saindo no escuro e também com chuva.

Palavras-chave: atividade de voo; bugia; movimento externo.

ABSTRACT

For the stingless bee yellow *uruçu* (*bugia*), the climatic thresholds for external movement are not known. Aiming to obtain information about the influence of abiotic factors on flight activity, the external movement of three colonies was observed during one year. In each colony, every hour, during ten minutes, bees that leave without anything or with debris and those that enter with pollen, resin, mud, without load and with the abdomen dilated (water or nectar), were accounted, since the beginning of the activities until the cessation, throughout the day. The activity time limits were 4:54 (spring) and 19:00 (spring and summer) and 5:30 (fall) and 18:30 (fall and winter), so 13 hours of activity during fall/ winter and 14 h during spring/ summer. The temperature range for activity was 12 to 41°C and for relative humidity, 39.5 to 100%. The most collected resource was nectar (during the four seasons) and, after, pollen. Resin and mud were collected at temperatures higher than pollen and nectar. The flight activity showed negative correlation with temperature and positive correlation with relative humidity. Bees were observed leaving the colonies in the dark as well as under rain.

Keywords: *bugia*; external movement; flight activity.

Recebido em: 26 fev. 2019

Aceito em: 27 nov. 2019

¹ Departamento de Ciências Biológicas, Universidade da Região de Joinville (Univille), Rua Paulo Malschitzki, n. 10, Zona Industrial – CEP 89219-710, Joinville, SC, Brasil.

² Autor para correspondência: allisonleandrotietz@gmail.com.

INTRODUÇÃO

As diversas espécies de meliponíneos variam bastante quanto a tamanho, coloração e hábitos de nidificação e comportamentais. As operárias têm, na colônia, atividades de acordo com sua faixa etária (VELTHUIS, 1997). As mais jovens ocupam-se com a cria, trabalhos com cera e cerume, construção e provisionamento das células de cria; as mais velhas exercem a função de guardas, receptoras e desidratadoras de néctar ou de campeiras (MICHENER, 2007). As campeiras realizam voos para procura e coleta de alimento (néctar, pólen, água), de materiais de construção (barro, resina etc.), para remover os detritos da colônia e para enxamear (NOGUEIRA-NETO, 1997). Esses voos constituem o denominado movimento externo da colônia de abelhas.

A atividade de voo mostra as respostas das abelhas aos estímulos internos da colônia, tais como tamanho da população e necessidade de recursos da colônia (POMPEU, 2003), às condições meteorológicas e às condições bióticas externas, como disponibilidade de recursos no ambiente (HILÁRIO *et al.*, 2001, entre outros), competição, floradas e predação (ROUBIK, 1989). Embora a maioria dos estudos sobre as espécies de abelhas nativas transfira uma imagem uniforme e constante sobre seu movimento externo (BRAND, 2017), a atividade de voo das operárias pode ser influenciada por fatores externos, como temperatura, umidade, luminosidade e vento.

O estudo da influência dos fatores abióticos (temperatura, umidade relativa, intensidade luminosa, vento, chuva) sobre a atividade externa de Apoidea tem sido direcionado para as espécies de interesse econômico imediato, como os polinizadores, tendo em vista maximizar sua eficiência como tais, e para as espécies especialmente visadas em função de sua produtividade apícola (KEVAN, 1999). Conhecimentos a respeito dos hábitos de voo das diferentes espécies de abelhas sem ferrão são importantes tanto para o manejo de espécies utilizadas com fins econômicos – como a geração de produtos apícolas, sobretudo o mel, que tem características sensoriais diferenciadas dos méis tradicionalmente consumidos, tornando-o um produto com alto valor agregado (HOLANDA *et al.*, 2012) – quanto pela polinização de culturas e de fitofisionomias naturais, no último caso com implicações preservacionistas dos ecossistemas.

Nos meliponíneos, o gênero *Melipona* Illiger, 1806 é o mais rico em espécies (quase 70), com distribuição em toda a região neotropical, do México a Misiones, na Argentina, e maior diversificação na bacia amazônica (CAMARGO & PEDRO, 2013). Em relação à atividade de voo, pesquisas sobre a atividade externa de espécies do gênero *Melipona* foram feitas com *M. subnitida* (BRUENING, 1990), *M. compressipes* (KERR, 1996), *M. scutellaris* (KERR *et al.*, 1996; PIERROT & SCHLINDWEIN, 2003), *M. bicolor bicolor* (HILÁRIO *et al.*, 2000), *M. rufiventris* (POMPEU *et al.*, 2002; FIDALGO & KLEINERT, 2002a, 2002b; POMPEU, 2003), *M. asilvai* (SOUZA *et al.*, 2005), *M. seminigra* (CARVALHO-ZILSE *et al.*, 2007), *M. mandacaia* (RODRIGUES, 2012), *M. fasciculata* (SILVA *et al.*, 2018). Para espécies de *Melipona* com ocorrência natural no sul do Brasil, houve estudos para *M. bicolor schencki* (FERREIRA JUNIOR *et al.*, 2010), *M. marginata obscurior* (KLEINERT-GIOVANNINI & IMPERATRIZ-FONSECA, 1986; BORGES & BLOCHTEIN, 2005) e *M. quadrifasciata quadrifasciata* (GORGÔNIO, 1977; GUIBU & IMPERATRIZ-FONSECA, 1984).

Melipona (Michmelia) mondury Smith, 1863 foi distinguida de *Melipona (Michmelia) rufiventris* Lepeletier, 1836 por Melo (2003). Popularmente conhecida como mondury, tuiuva, tjuva, tujuba, monduri, mondiri, urçu-amarela ou bugia, é encontrada no domínio morfoclimático mata atlântica nos estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, em florestas de umidade elevada e abaixo de 400 m de altitude (SOUSA *et al.*, 2012). Vive em áreas preservadas da mata dentro de grandes fragmentos em estágios sucessionais avançados (VIANA *et al.*, 2015), sendo relativamente generalista em suas visitas a espécies vegetais (GEUSTER, 2019). De acordo com Nogueira-Neto (1970), a espécie nidifica em ocos de árvores, a entrada dos ninhos encontra-se no centro de raios convergentes de barro, por onde só entra ou sai uma abelha de cada vez, e os ninhos apresentam batume e calafetação de própolis bem misturado com barro (geoprópolis). Sua ocorrência em Santa Catarina foi registrada para as localidades de Blumenau e São Bento do Sul (MOUGA, 2009), São Francisco do Sul (MOUGA & NOGUEIRA-NETO, 2015), Florianópolis e Indaial (MOUGA & DEC, 2015). Trata-se de uma espécie eficiente como produtora de mel e pólen na Região Sul do Brasil e importante em termos ambientais, pelo desempenho na polinização e nos serviços ambientais primários (GEUSTER, 2019).

Melipona mondury foi incluída como espécie vulnerável na lista vermelha de espécies ameaçadas de Santa Catarina (CONSEMA; SDE, 2011). O conhecimento sobre a ecologia das espécies é essencial para a sua conservação, assim como seu manejo na polinização e na produção de mel. Portanto, este trabalho tem como objetivo conhecer as atividades de voo de *M. mondury* em termos de ritmos horários, sazonalidade e da influência dos fatores ambientais (temperatura e umidade relativa).

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Realizou-se o projeto na Casa de Abelhas, que se encontra no Jardim Botânico da Universidade da Região de Joinville (Univille), em Joinville/SC (26° 18' 16" S, 48° 50' 44" W), com elevação média de 20 m, relevo plano, cobertura vegetal original da floresta ombrófila densa (mata atlântica), temperatura anual de 20°C, sendo o clima subtropical (Köppen Cfa) (mesotérmico úmido, com verão quente), precipitação anual entre 1.700 e 1.900 mm e umidade relativa de 84 a 86% (EPAGRI, 2003).

METODOLOGIA

Estudaram-se três colônias de *M. mondury*, as quais estavam instaladas em caixas de madeira com paredes de 3 cm de espessura, com medidas externas de 37 x 28 x 18 cm (tipo Sakagami), tampadas com placas de vidro transparentes, cobertas com tecido e tampa de madeira. As colônias foram dispostas sobre bancadas, na Casa de Abelhas (figura 1), e tinham comunicação com o exterior da casa por meio de mangueira plástica (10 mm de diâmetro interno). Alimentação artificial (1 água: 1 açúcar) foi oferecida às colônias, quando havia pouca reserva de alimento nos potes.

A influência dos fatores abióticos sobre a atividade externa de *M. mondury* foi verificada por meio de observações do movimento que ocorre na entrada das colônias, sendo registrado simultaneamente com as variações dos parâmetros ambientais.

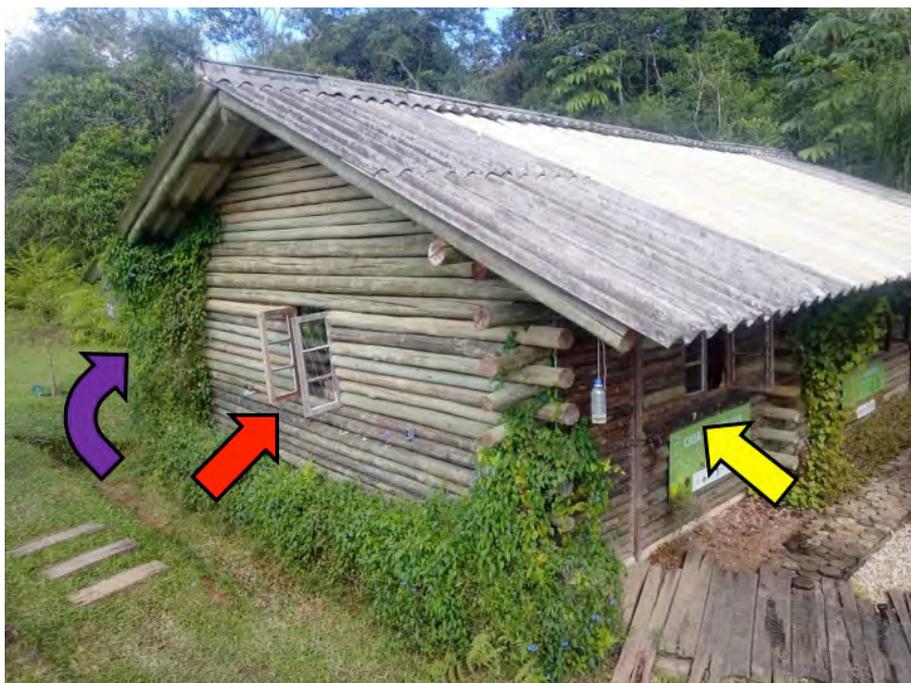


Figura 1 – Localização das três colônias de *Melipona mondury* no interior da Casa de Abelhas. Seta amarela: colônia 1; seta vermelha: colônia 2; seta roxa (fundos da casa): colônia 3.

Observou-se o movimento durante 10 minutos, a cada hora, junto à entrada dos ninhos, externamente; o intervalo e a duração das observações seguiram o preconizado por Oliveira (1973). No início de cada contagem, a temperatura e a umidade foram conferidas com auxílio de um medidor de unidades climáticas Kestrel® 3500NV, instalado a aproximadamente dois metros das colônias. Utilizou-se um contador manual para contabilizar a saída e/ou a entrada das abelhas com as diferentes cargas. A atividade das abelhas foi registrada uma vez por semana e observada durante todo o período ativo da colônia, durante os meses da pesquisa. As observações ocorreram de 20 de junho de 2018 a 18 de junho de 2019, num total de 316,17 horas de observações (desconsiderou-se o acréscimo de 1 hora no horário de verão). Os materiais coletados pelas abelhas foram identificados por observação direta. O pólen foi caracterizado pela aparência granular, a resina pelo aspecto vítreo e o barro foi identificado como opaco e úmido. As abelhas sem carga aparente de material foram registradas como coleta de néctar/água, como em Carvalho-Zilse *et al.* (2007).

Analisaram-se os dados após a aplicação dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, para verificar a normalidade dos dados e a homoscedasticidade. Calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r), com nível de significância de 5% de probabilidade. Os procedimentos estatísticos estão de acordo com Vieira (2015). Os dados foram processados com auxílio do programa Excel e no programa estatístico BioEstat 5.3.

RESULTADOS

ATIVIDADES

As colônias estudadas realizaram as seguintes atividades: voos de orientação, voos para descartar detritos, voos para coletar material de ninho (barro, resina) e recursos alimentares (pólen, néctar, água) (figura 2).

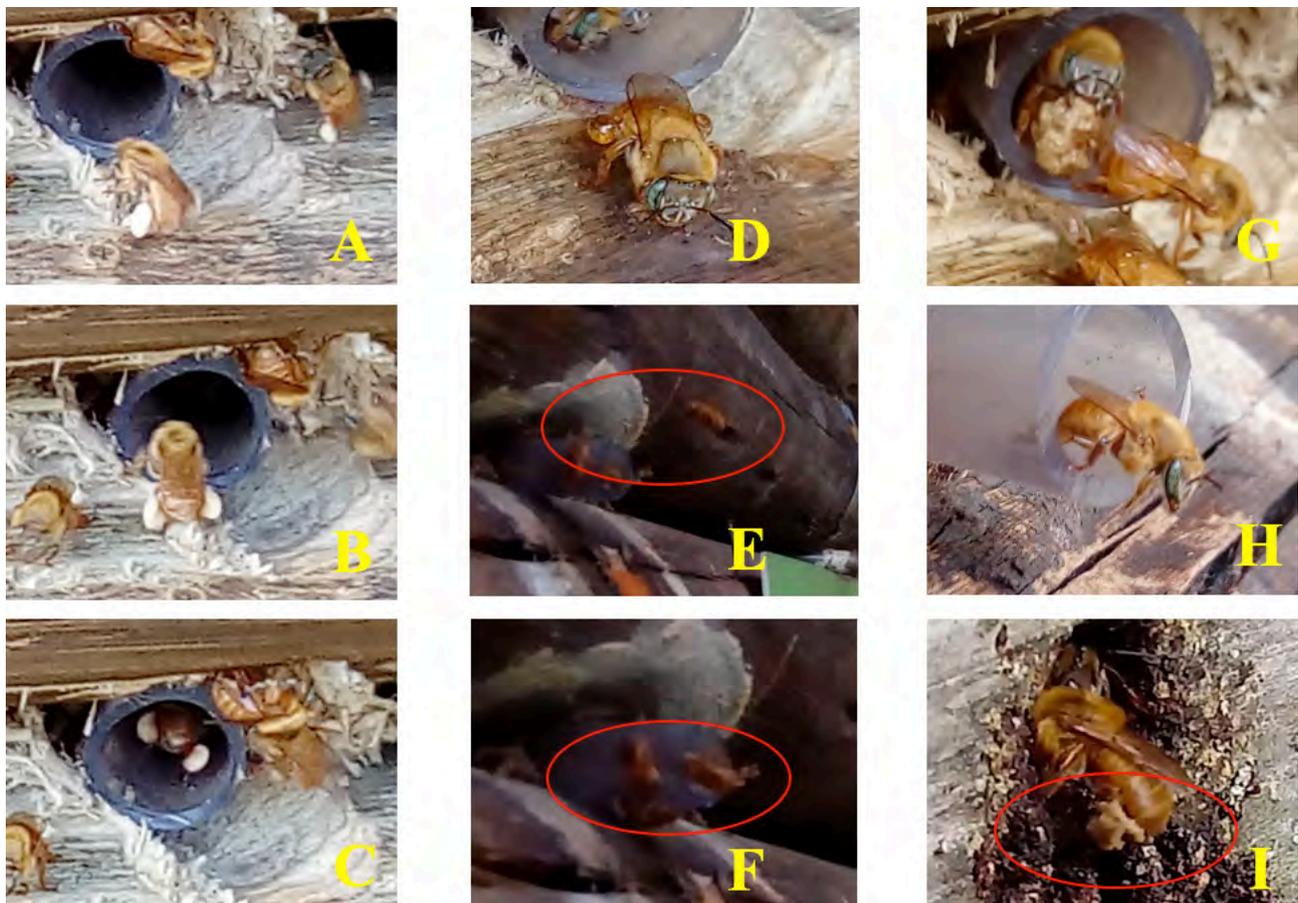


Figura 2 – Atividades realizadas por *Melipona mondury*: A, B e C) entrada com pólen; D) entrada com resina; E e F) entrada com néctar e/ou água; G) saída com detritos; H) saída sem carga; I) entrada com barro.

A atividade que as abelhas exerceram com maior intensidade durante as estações foi a busca de néctar e/ou água, exceto no inverno na colônia 2 (figura 3). A coleta de pólen foi maior no inverno e na primavera, e a coleta de néctar manteve-se sempre muito maior que a de pólen, ao longo do ano.

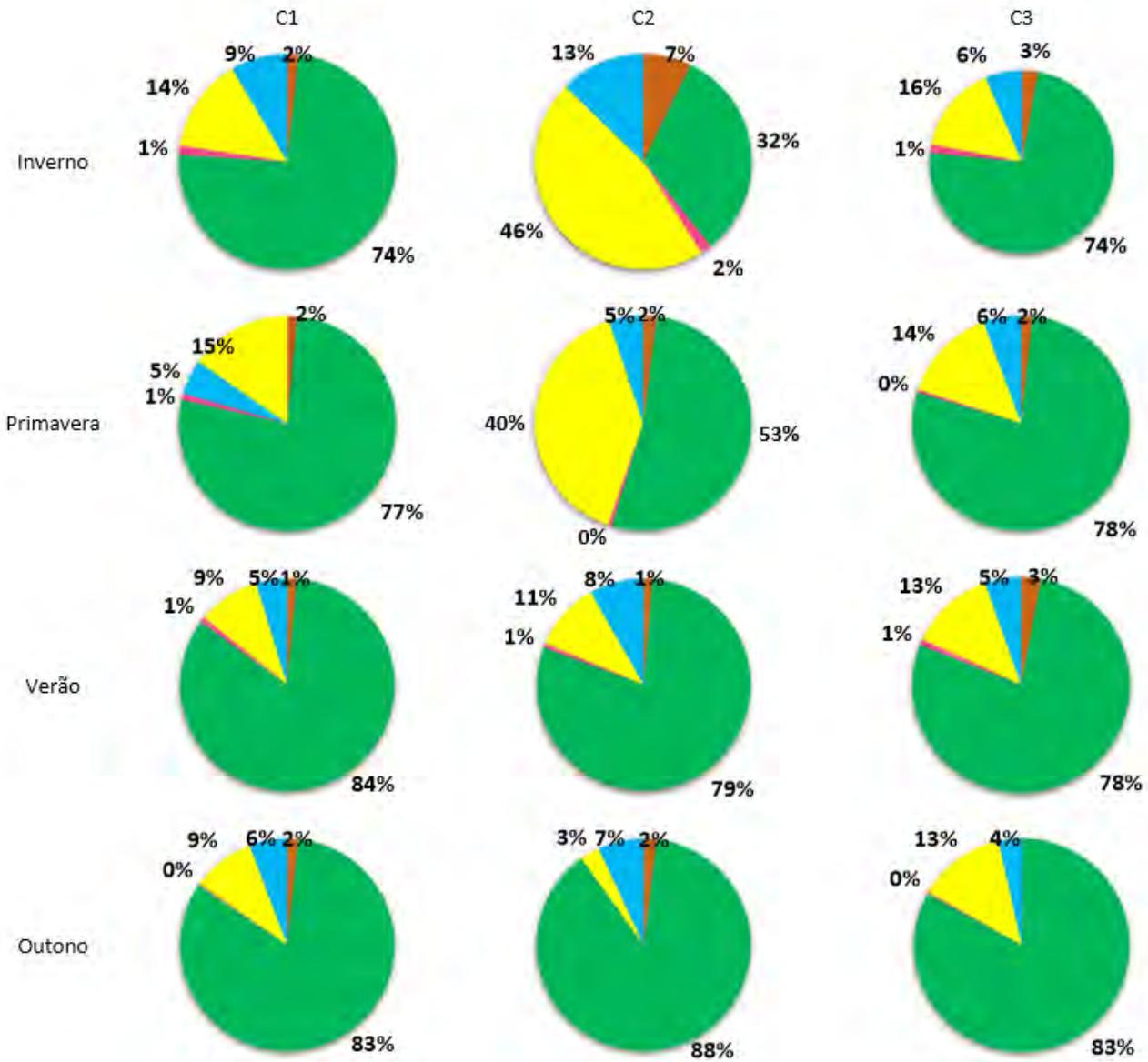


Figura 3 – Frequência relativa das atividades de *Melipona mondury* nas diferentes estações para as três colônias. Legenda: ● resina; ● entrada com barro; ● entrada com néctar/água; ● entrada com pólen; ● saída com lixo; ● saída sem carga.

HORÁRIO

Durante o período de observação, o horário de início de atividades mais cedo registrado foi 4h54, e o horário de término de trabalho mais tarde registrado foi 19h (tabela 1). As abelhas estiveram em atividade no outono e no inverno durante 13 horas; na primavera e no verão, durante 14 horas.

Tabela 1 – Horário de início (o mais cedo registrado) e término (o mais tardio registrado) de atividades de *Melipona mondury* para as colônias estudadas, nas quatro estações.

Horário	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Início de atividades	4h54	5h09	5h35	5h30
Encerramento de atividades	19h	19h	18h30	18h30

Os horários de pico das diferentes atividades de entrada estão na tabela 2. A primavera foi a estação que mostrou maior concordância de horários de pico nas três colônias, para as diferentes cargas, seguida de verão, inverno e outono, nessa ordem. As atividades com maior concordância de horários de pico nas três colônias, nas quatro estações, foram resina, seguidas de néctar/água, barro, pólen e detritos.

Tabela 2 – Horários de pico de diferentes atividades de *Melipona mondury* nas quatro estações.

Horário de maior pico de atividade	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Pólen	C1: 5h C2: 5h C3: 5h	C1: 9h C2: 8h C3: 6h	C1: 7h C2: 9/11/14h C3: 13h	C1: 10h C2: 15h C3: 10h
Néctar/água	C1: 6h C2: 5h C3: 5h	C1: 14h C2: 5h C3: 5h	C1: 7h C2: 6h C3: 6h	C1: 6h C2: 15h C3: 6h
Detritos	C1: 8h C2: 6h C3: 6h	C1: 7h C2: 7h C3: 6h	C1: 7h C2: 14h C3: 8h	C1: 8h C2: 12h C3: 10h
Resina	C1: 9h C2: 11h C3: 11h	C1: 14h C2: 10/13h C3: 5-8/13/15h	C1: 9h C2: – C3: 9h	C1: 12h C2: 10/11/12h C3: 11h
Barro	C1: 10/12/15h C2: 10h C3: 14h	C1: 7/8/17h C2: 8h C3: 6h	C1: 8h C2: 7/12h C3: –	C1: 8h C2: 12h C3: 16h

ATIVIDADES E FATORES ABIÓTICOS

A quantidade de indivíduos em cada atividade e a variação dos fatores abióticos nas quatro estações estão dispostas nas figuras 4 e 5.

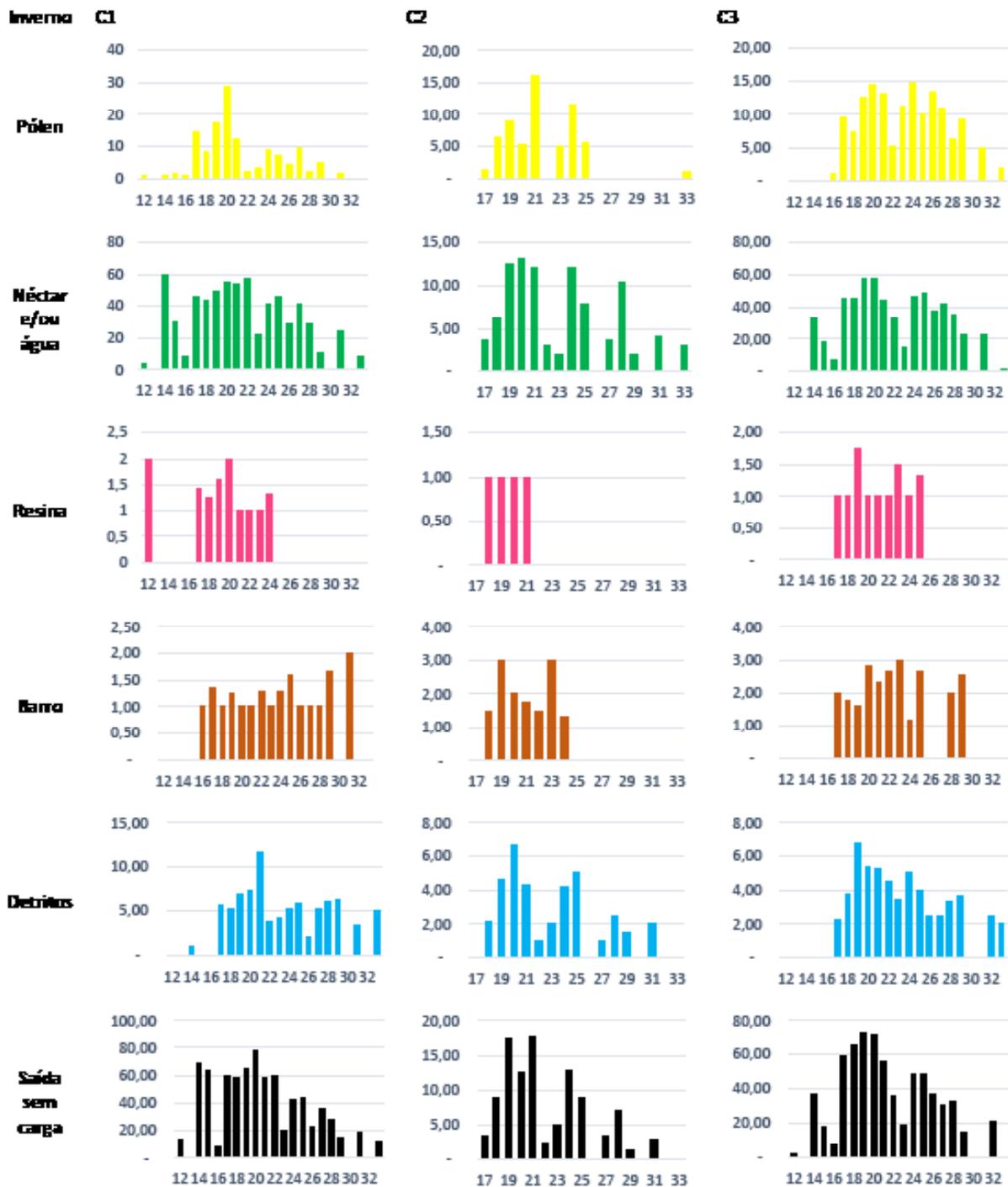


Figura 4 – Quantidade de indivíduos de *Melipona mondury* (ordenadas) em cada atividade (pólen, néctar/água, resina, barro, detritos, sem carga) e variação da temperatura (°C) (abcissas) nas três colônias (C1, C2 e C3), nas quatro estações.

Continua ->



Figura 4 – Quantidade de indivíduos de *Melipona mondury* (ordenadas) em cada atividade (pólen, néctar/água, resina, barro, detritos, sem carga) e variação da temperatura (°C) (abcissas) nas três colônias (C1, C2 e C3), nas quatro estações.

Continua ->

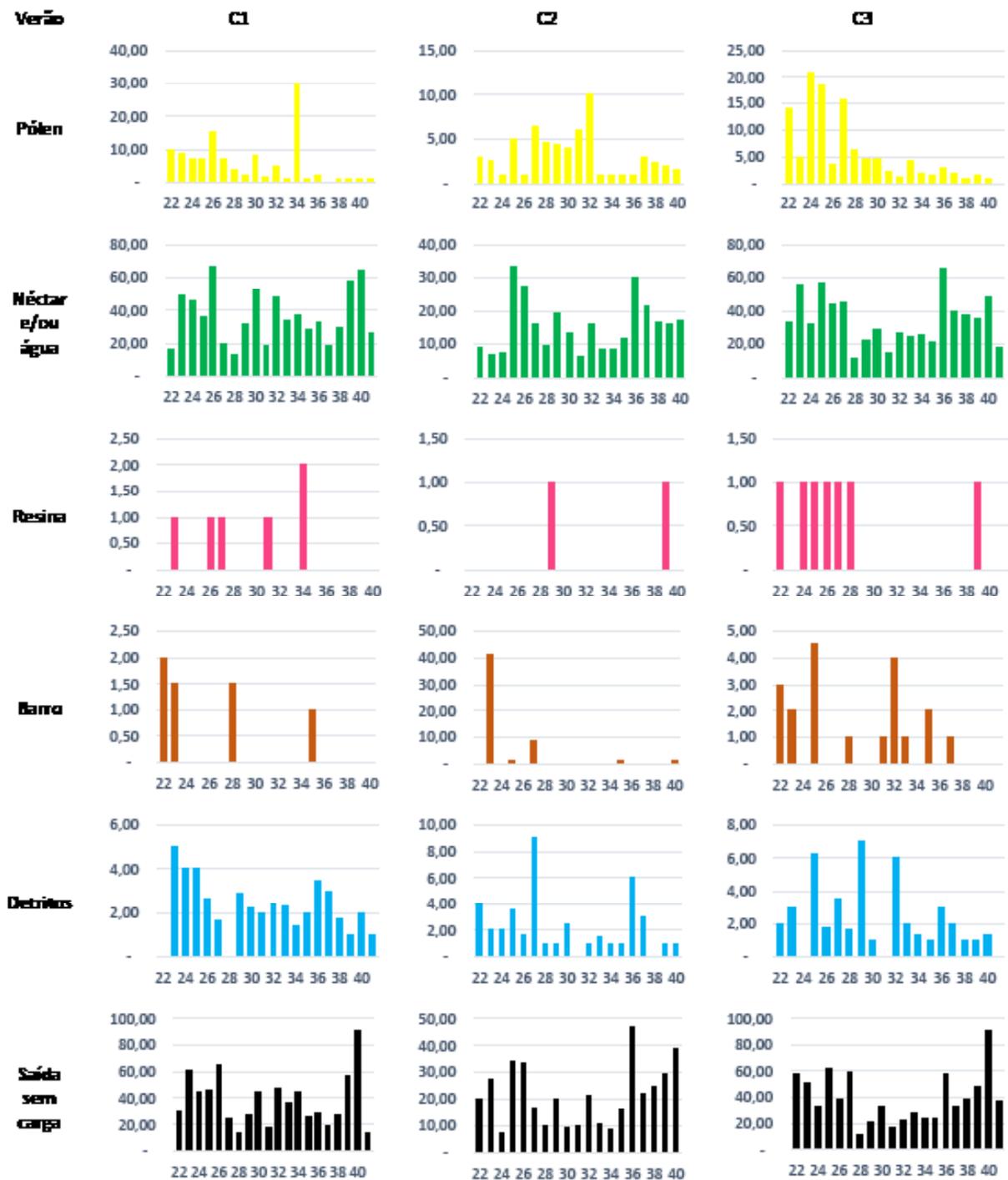


Figura 4 – Quantidade de indivíduos de *Melipona mondury* (ordenadas) em cada atividade (pólen, néctar/água, resina, barro, detritos, sem carga) e variação da temperatura (°C) (abcissas) nas três colônias (C1, C2 e C3), nas quatro estações.

Continua ->

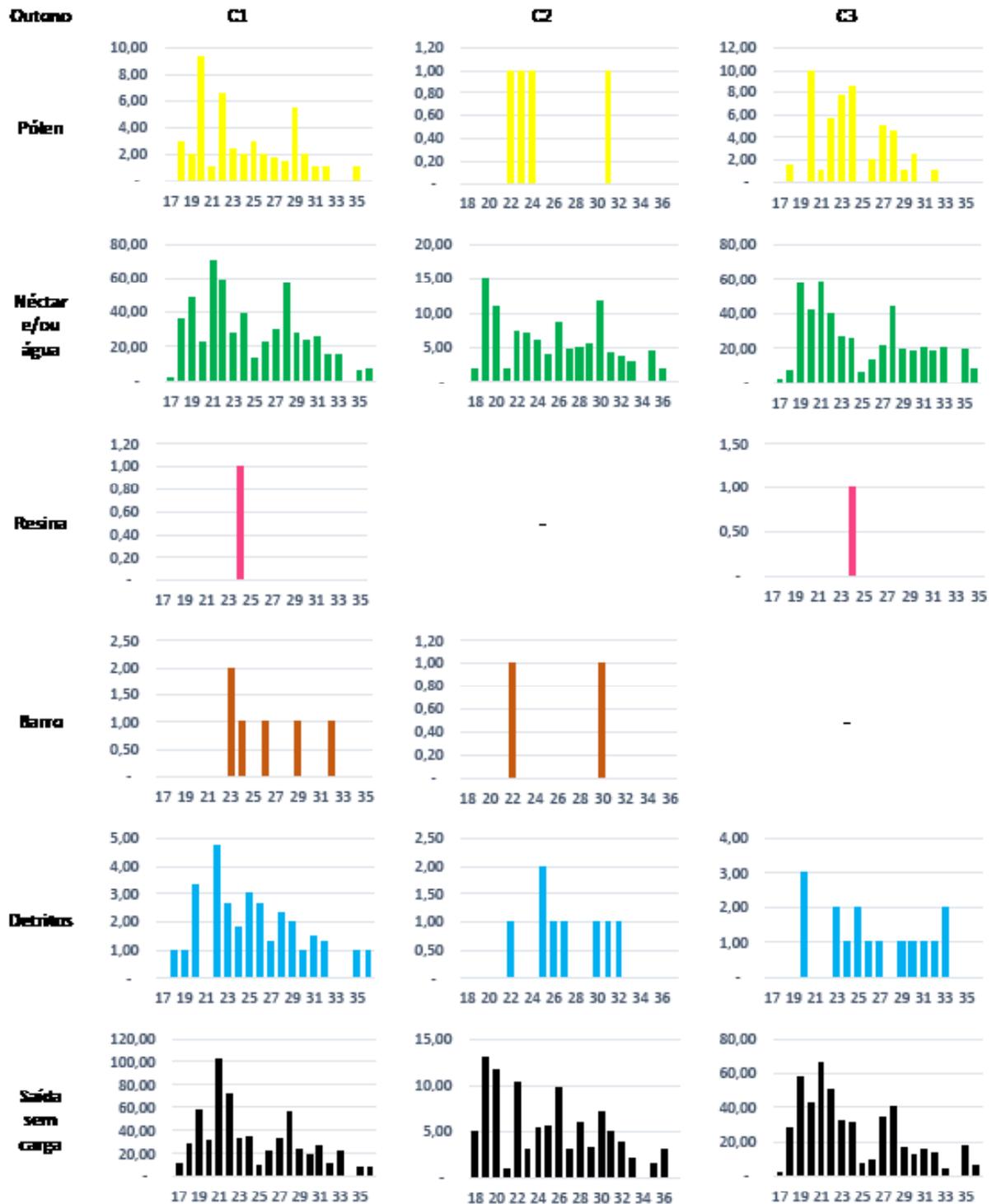


Figura 4 – Quantidade de indivíduos de *Melipona mondury* (ordenadas) em cada atividade (pólen, néctar/água, resina, barro, detritos, sem carga) e variação da temperatura (°C) (abscissas) nas três colônias (C1, C2 e C3), nas quatro estações.

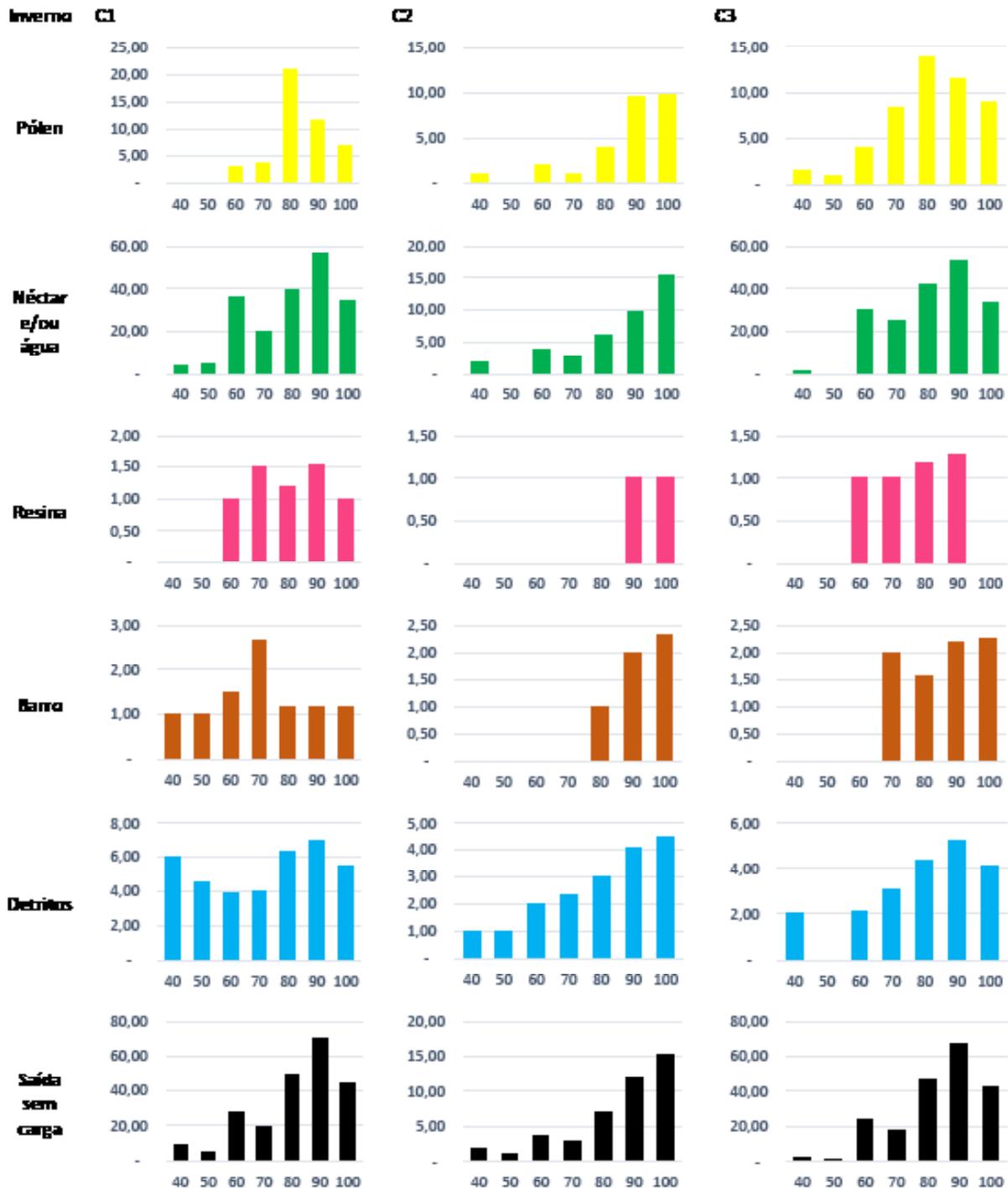


Figura 5 – Quantidade de indivíduos de *Melipona mondury* (ordenadas) em cada atividade (pólen, néctar/água, resina, barro, detritos, sem carga) e variação da umidade relativa (%) (abscissas) nas três colônias (C1, C2 e C3), nas quatro estações.

Continua →

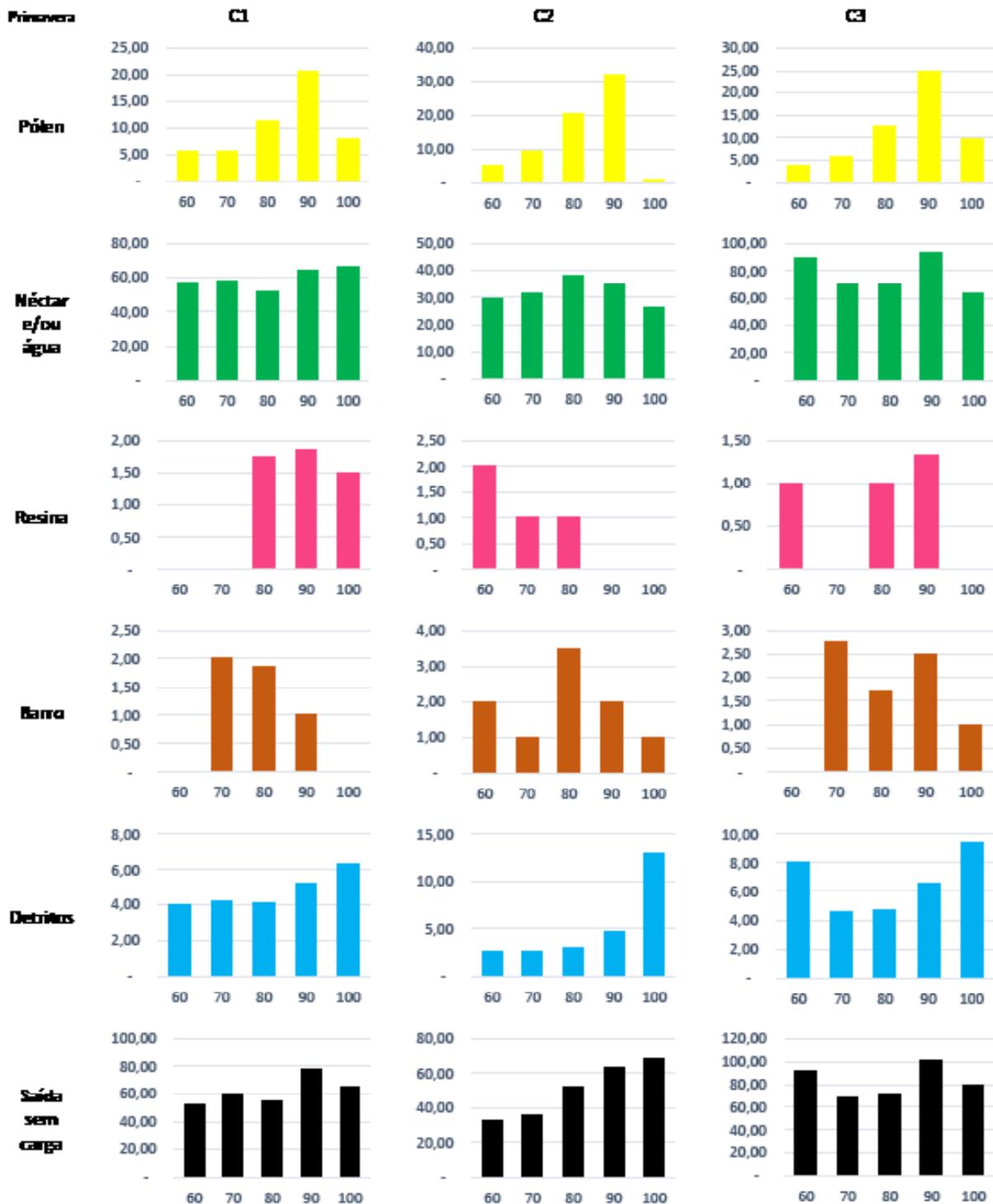


Figura 5 – Quantidade de indivíduos de *Melipona mondury* (ordenadas) em cada atividade (pólen, néctar/água, resina, barro, detritos, sem carga) e variação da umidade relativa (%) (abscissas) nas três colônias (C1, C2 e C3), nas quatro estações.

Continua →

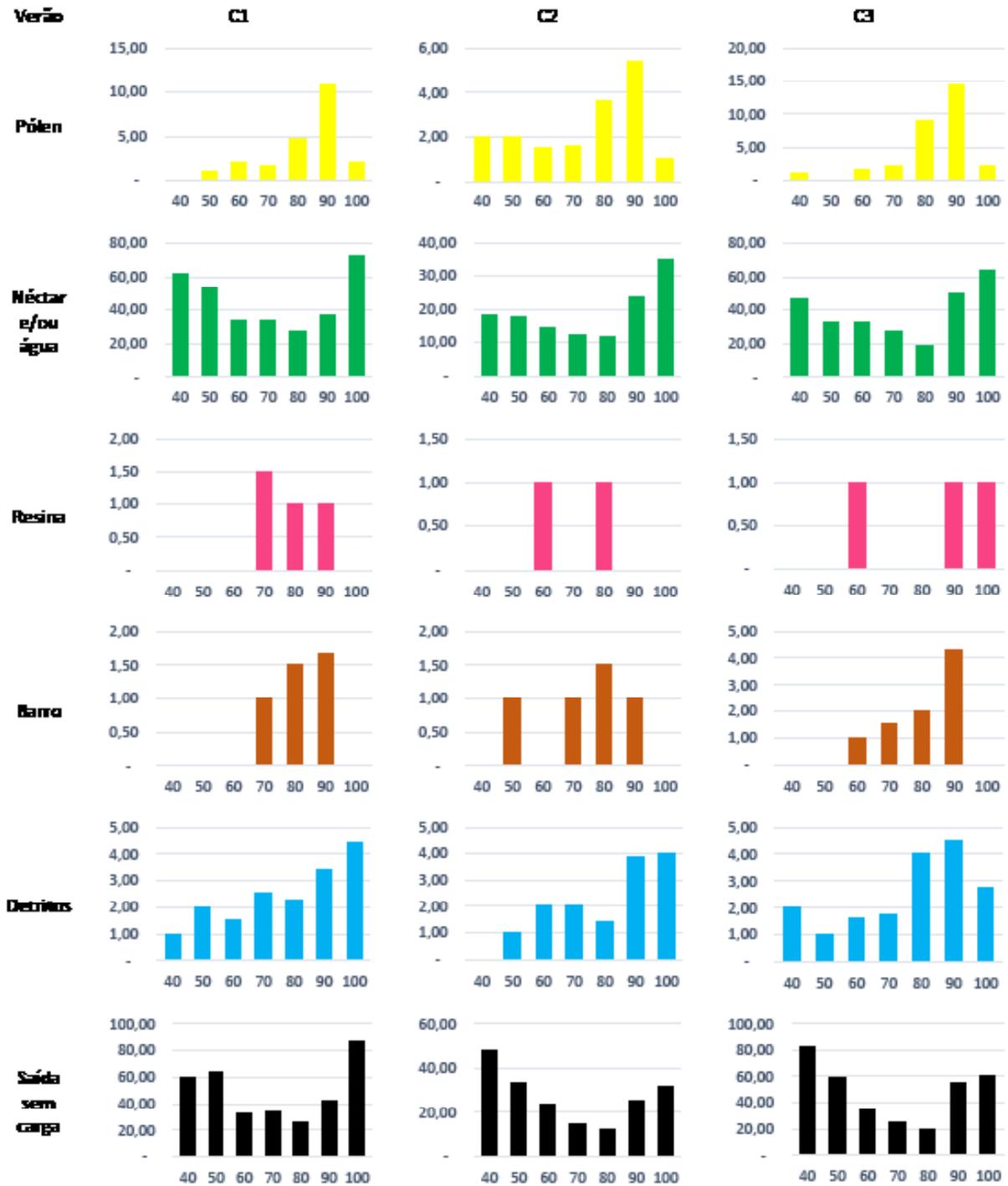


Figura 5 – Quantidade de indivíduos de *Melipona mondury* (ordenadas) em cada atividade (pólen, néctar/água, resina, barro, detritos, sem carga) e variação da umidade relativa (%) (abscissas) nas três colônias (C1, C2 e C3), nas quatro estações.

Continua →

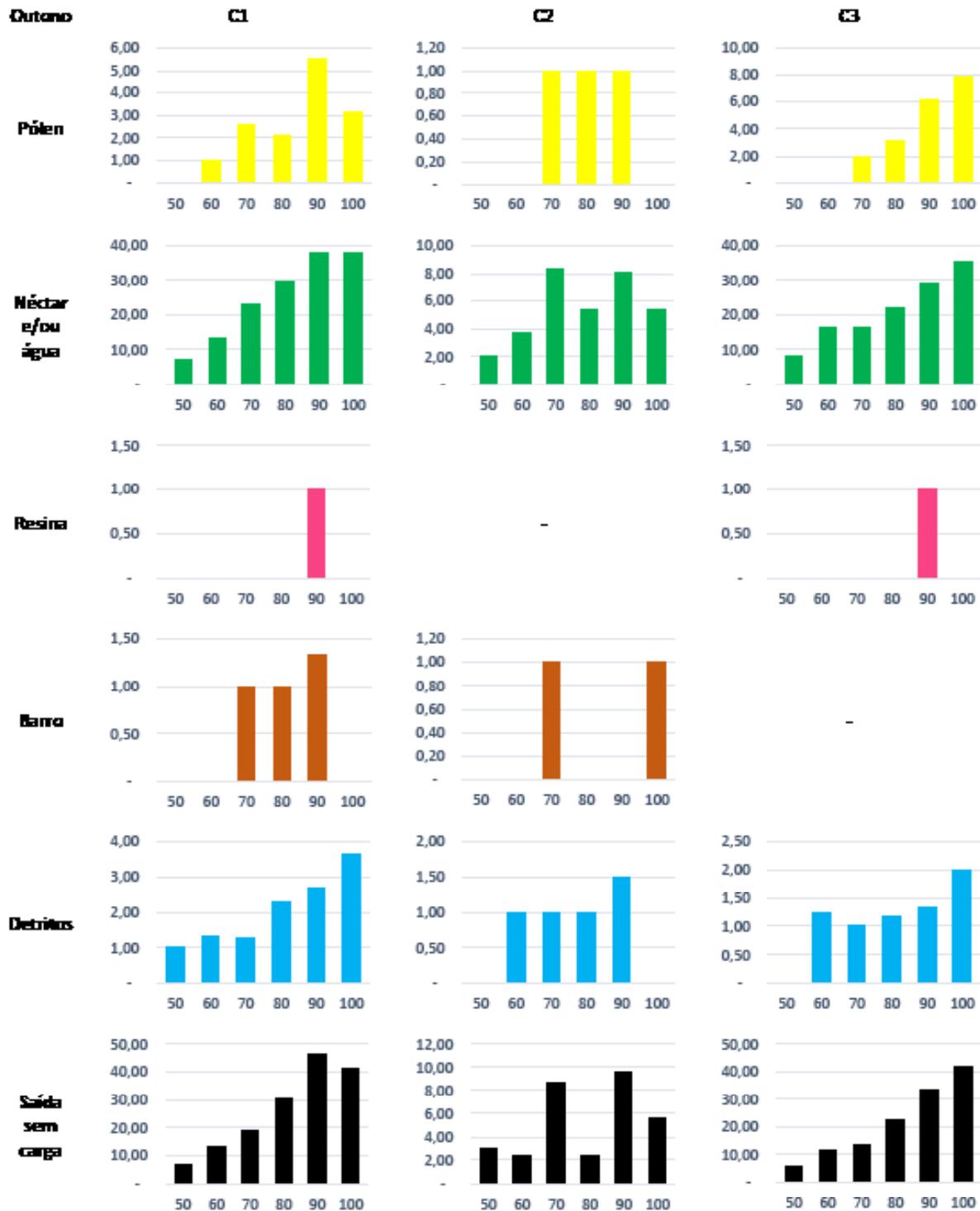


Figura 5 – Quantidade de indivíduos de *Melipona mondury* (ordenadas) em cada atividade (pólen, néctar/água, resina, barro, detritos, sem carga) e variação da umidade relativa (%) (abscissas) nas três colônias (C1, C2 e C3), nas quatro estações.

A temperatura mínima em que os indivíduos mostraram atividade foi 12°C, e a máxima, 41°C. A umidade mínima em que houve atividade foi 39,5%, já a máxima foi de 100% (figura 6). Assim, a amplitude para a temperatura ficou de 12°C a 41°C, enquanto para umidade relativa foi de 37,7% a 100%.

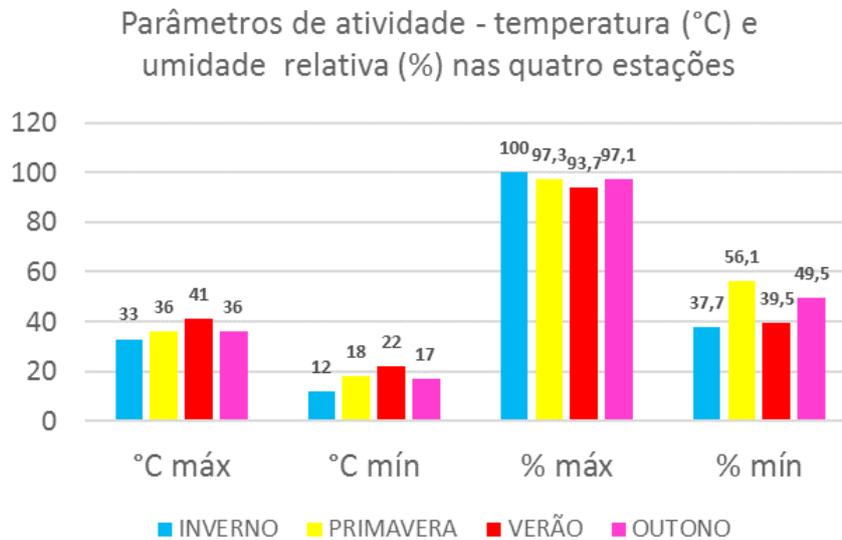


Figura 6 – Limiares climáticos máximos e mínimos (temperatura e umidade relativa) para atividade de *Melipona mondury*, nas quatro estações.

Os limiares para o desenvolvimento de atividades em relação às estações encontram-se na tabela 3. Na primavera, as abelhas coletaram resina e barro 3°C acima da temperatura das outras atividades. No outono, as abelhas coletaram resina e barro 4 a 6°C acima da temperatura das outras atividades. No inverno, as abelhas carregaram barro e detritos 2 a 4°C acima da temperatura das outras atividades. No verão, não se observaram essas diferenças.

Tabela 3 – Estações, atividades e limiares climáticos máximos e mínimos (temperatura e umidade relativa) para as atividades de *Melipona mondury*, nas quatro estações.

	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Pólen	18-36°C 58,1-94,2%	22-41°C 47,7-91,9%	18-35°C 54,7-94,4%	12-33°C 33,7-100%
Néctar/água	18,5-36,6°C 56,2-97,3%	22-41°C 39,5-93,7%	17-36°C 49,5-97,1%	12-33°C 37,7-100%
Resina	20-34°C 56,2-91,7%	22-39°C 54,2-91,9%	24-24°C 89,1-89,1%	12-25°C 59,3-97,6%
Barro	21-30°C 59,2-97,3%	22-40°C 44,8-90,8%	22-32°C 64,5-94,3%	16-31°C 38,9-97,6%
Detritos	18-36°C 56,1-97,3%	22-41°C 39,5-93,4%	18-36°C 49,5-94,3%	14-33°C 37,7-98,8%
Sem nada	18-36°C 56,2-97,3%	22-41°C 39,5-93,7%	17-36°C 49,5-97,1%	12-33°C 37,7-100%

CORRELAÇÕES

Para as três colônias se encontraram variadas correlações, positivas e negativas, para os fatores abióticos temperatura e umidade relativa, no tocante às atividades analisadas (entrada com pólen, néctar/água, barro, resina, saída com detritos, saída sem nada). O valor de p considerado é 0,05. São apresentadas apenas as correlações que se mostraram significativas (tabelas 4 e 5).

Tabela 4 – Correlações significativas para *Melipona mondury* entre a temperatura e as atividades nas três colônias, nas quatro estações.

Temperatura	Pólen	Néctar/Água	Resina	Barro	Detritos	Sem nada
Inverno	r: +0,8548 (C1) (n:9) r: -0,6894 (C1) (n:14) r: -0,8418 (C3) (n: 9)	r: -0,785 (C1) (n:12) r: +0,7695 (C1) (n:11) r: +0,7639 (C3) (n:7)		r: +0,7924 (C3) (n:7)	r: +0,9155 (C1) (n:10) r: -0,7911 (C3) (n:14)	r: -0,8622 (C1) (n:14) r: +0,8821 (C3) (n:9) r: -0,7355 (C3) (n:13)
Primavera	r: -0,6101 (C1) (n:19) r: +0,8637 (C2) (n:6) r: -0,8747 (C2) (n:13) r: -0,6576 (C3) (n:13) r: -0,5925 (C3) (n:19)	r: -0,5241 (C1) (n:19)		r: +0,6891 (C1) (n:9)	r: -0,5198 (C1) (n:17)	r: -0,6560 (C1) (n:10) r: -0,6355 (C1) (n:19) r: +0,8791 (C2) (n:5)
Verão	r: -0,8776 (C1) (n:6) r: -0,9918 (C2) (n:4) r: -0,8641 (C3) (n:6)	r: -0,9933 (C2) (n:4) r: -0,9972 (C2) (n:3)	r: -0,4942 (C3) (n:18)		r: -0,9695 (C1) (n:5) r: -0,8435 (C1) (n:6)	r: -0,8782 (C1) (n:6) r: +0,9976 (C3) (n:3)
Outono	r: -0,8379 (C3) (n:6)	r: +0,9550 (C1) (n:4) r: -0,8765 (C1) (n:9) r: +0,9603 (C3) (n:4) r: -0,9695 (C3) (n:5) r: -0,7065 (C3) (n:9)				r: +0,9806 (C1) (n:4) r: -0,7470 (C1) (n:8) r: -0,9965 (C2) (n:4) r: +0,8842 (C3) (n:5) r: +0,9991 (C3) (n:3) r: -0,9780 (C3) (n:6)

Tabela 5 – Correlações significativas para *Melipona mondury* entre a umidade relativa e as atividades nas três colônias, nas quatro estações.

Umidade relativa	Pólen	Néctar/Água	Resina	Barro	Detritos	Sem nada
Inverno	r: +0,9547 (C2) (n:4) r: +0,8872 (C2) (n:7) r: +0,8285 (C3) (n:7)	r: +0,9924 (C2) (n:4) r: +0,9027 (C2) (n:7) r: +0,8420 (C3) (n:7)		r: +0,9797 (C2) (n:4) r: +0,8971 (C3) (n:7)	r: +0,9881 (C2) (n:4) r: +0,9843 (C2) (n:7) r: +0,8267 (C3) (n:7)	r: +0,9975 (C2) (n:4) r: +0,9220 (C2) (n:7) r: +0,8732 (C3) (n:7)
Primavera	r: +0,9836 (C2) (n:4) r: +0,9502 (C3) (n:4)				r: +0,8968 (C1) (n:5)	r: +0,9793 (C2) (n:5)
Verão	r: +0,9233 (C1) (n:7) r: +0,9511 (C2) (n:4)	r: -0,9540 (C1) (n:5) r: +0,9999 (C2) (n:3) r: -0,9660 (C2) (n:5) r: -0,9531 (C3) (n:5)				r: -0,9024 (C1) (n:5) r: +0,8447 (C2) (n:6) r: +0,9030 (C2) (n:7) r: -0,9746 (C2) (n:5) r: +0,9628 (C3) (n:4) r: -0,9645 (C3) (n:5)
Outono	r: +0,9859 (C3) (n:4)	r: +0,9979 (C1) (n:5) r: +0,9799 (C1) (n:6) r: +0,9797 (C3) (n:6)			r: +0,9568 (C1) (n:6)	r: +0,9589 (C1) (n:6) r: +0,9747 (C1) (n:5) r: +0,9780 (C3) (n:6) r: +0,9803 (C3) (n:5)

Quanto à temperatura, verificaram-se 45 correlações com as atividades analisadas (15 positivas, 30 negativas). Para a atividade de entrada com resina, só houve 1 correlação (negativa), para entrada com barro 2 (positivas), para saída com detritos 5 (1 positiva, 4 negativas), para entrada sem nada 14 (6 positivas, 8 negativas), para entrada com pólen 12 (2 positivas, 10 negativas) e para entrada com néctar 11 (4 positivas, 7 negativas). Assim, para entrada com resina e com barro e para saída com detritos, a temperatura não mostrou correlações destacadas com as atividades. Por outro lado, a temperatura evidenciou correlações destacadas, em termos de quantidade, decrescentemente, para as atividades saída sem nada, entrada com pólen e com néctar.

Em relação à sazonalidade, para temperatura as quantidades de correlações observadas, decrescentemente, foram 12 no inverno (6 positivas e 6 negativas), 12 no outono (5 positivas, 7 negativas), 11 na primavera (3 positivas, 8 negativas) e 10 no verão (1 positiva, 9 negativas), ou seja, 15 positivas e 30 negativas.

Na primavera, a temperatura mostrou-se destacada para a atividade coleta de pólen (5 correlações, das quais 4 negativas). No outono, a temperatura sobressaiu para a atividade coleta de néctar (5 correlações, das quais 3 negativas) e saída sem nada (6 correlações, das quais 3 negativas). No inverno, a temperatura foi aproximadamente similar em termos de relevância para entrada com pólen (3 correlações, das quais 2 negativas), para entrada com néctar (3 correlações, das quais 2 positivas) e para saída sem nada (3 correlações, das quais 2 negativas). No verão, a temperatura destacou-se para entrada com pólen (3 correlações, todas negativas), para entrada com néctar (2 correlações, ambas negativas) e para saída sem nada (2 correlações – 1 positiva e 1 negativa).

De modo geral, a correlação das atividades analisadas de *M. mondury* com a temperatura foi negativa, ou seja, o aumento da temperatura fez decrescer as atividades. As situações de inversão dessa tendência referem-se a limites máximos atingidos, isto é, os limiares de tolerância.

Para umidade relativa, verificaram-se 39 correlações (33 positivas, 6 negativas). Para a atividade entrada com resina, não houve correlação; para entrada com barro, só 2 (positivas); para saída com detritos, 5 (todas positivas); para saída sem nada, 14 (11 positivas, 3 negativas); para entrada com pólen, 8 (todas positivas); para entrada com néctar, 10 (7 positivas, 3 negativas). Assim, para a atividade de entrada com barro e saída com detritos, a umidade relativa não evidenciou correlações destacadas com as atividades. Por outro lado, a umidade relativa teve correlações destacadas com as atividades, em termos de quantidade de correlações, decrescentemente, para saída sem nada (14, sendo 11 positivas), entrada com néctar (10, sendo 7 positivas) e entrada com pólen (8, todas positivas).

Em relação à sazonalidade, para umidade relativa, as quantidades de correlações observadas, decrescentemente, são 14 no inverno, 12 no verão, 9 no outono e 4 na primavera.

A entrada com resina não demonstrou correlação com umidade relativa em nenhuma estação. Quanto à umidade relativa, no inverno todas as atividades tiveram correlações positivas, exceto a entrada de resina; na primavera houve 4 correlações, todas positivas, sendo 2 para entrada com pólen, 1 para saída com detritos e 1 para saída sem nada; no verão a correlação com as atividades foi mais destacada para saída sem nada (3 positivas) e entrada com néctar (1 positiva); no outono, a correlação da umidade relativa com as atividades foi positiva para todas as atividades, exceto para entrada com resina e com barro.

De modo geral, a correlação das atividades de *M. mondury* com a umidade relativa foi positiva, quer dizer, o aumento da umidade relativa fez crescer as atividades. As situações de inversão da tendência referem-se a limites máximos atingidos, ou seja, os limiares de tolerância.

M. mondury apresentou mais correlações com temperatura do que com umidade relativa. Com temperatura, houve mais correlações negativas, isto é, o aumento da temperatura fez diminuir as atividades. Com umidade relativa, houve mais correlações positivas, ou seja, o aumento da umidade relativa fez aumentar as atividades.

Para entrada com resina e com barro, verificaram-se poucas correlações. Para saída sem nada, saída com detritos, entrada com pólen e entrada com néctar, constatou-se igual ou maior quantidade de correlações negativas para temperatura e positivas para umidade relativa, sugerindo que a espécie sai menos quando o ambiente está quente e mais quando o ambiente está úmido.

OUTRAS OBSERVAÇÕES

As abelhas realizaram atividade externa durante períodos de chuva, retornando para as colônias com o abdome dilatado e sem estarem molhadas; apenas uma vez foi visto um indivíduo retornando com pólen.

Quando o ambiente se encontrava muito úmido ou durante a chuva, as abelhas jogavam líquido de cor marrom-clara para fora da colônia, podendo ser água e/ou néctar. Muito desse líquido foi encontrado em volta das caixas, pois vazava pelas frestas destas.

No início do verão, a colônia 3 abriu um orifício do interior para o exterior da caixa, na sua parte inferior, o que permitiu que o ar entrasse e ventilasse a parte de dentro do ninho. Isso ocorreu apenas em dias muito quentes (em temperaturas próximas ou superiores a 40°C). Após o período quente do dia, as abelhas fechavam o orifício com cera. As abelhas não o utilizaram para trazer ou retirar cargas.

No mês de janeiro, a colônia 2 fez o processo de enxameamento, e a nova colônia instalou-se dentro de mata fechada próxima, não tendo sido possível determinar o local exato. Percebeu-se grande movimentação de machos da colônia 3 em direção à colônia 2 nesse processo.

DISCUSSÃO

ATIVIDADES

As colônias estudadas realizaram as atividades que estão descritas para a espécie: voos de orientação, voos para descartar detritos, além de voos para coletar material de ninho e recursos alimentares (KERR *et al.*, 1996; PIERROT & SCHLINDWEIN, 2003). Entretanto a coleta de resina não foi registrada na primavera (nas colônias 2 e 3) e no outono (nas colônias 1 e 3). Fidalgo & Kleinert (2007) reportaram variações semelhantes no padrão de coleta de resina.

No presente trabalho, verificou-se que houve muito mais entrada com néctar do que outra atividade, em todas as estações. Ihering (1930, p. 461), para a mesma espécie, notou que havia muito mais potes de mel do que de pólen. Fidalgo & Kleinert (2002a) citam que as abelhas *Melipona rufiventris (mondury)* coletaram mais néctar do que pólen ao longo do dia. Segundo Ferreira Junior *et al.* (2010), o néctar e/ou água foi o recurso mais frequentemente coletado por *Melipona bicolor schencki*, seguido por pólen e resina/barro, e essa ordem se manteve nas quatro estações do ano. No presente estudo, *M. mondury* comportou-se de modo similar, de forma que o néctar e/ou água foi o item mais coletado. Tal padrão, observado durante as quatro estações do ano, pode ser explicado pela necessidade de energia, essencial para a atividade interna e externa das abelhas das colônias. Após o néctar, foram coletados com mais intensidade, em ordem decrescente, pólen, barro e finalmente resina. O pólen, consumido em menor grau pelos adultos, é necessário para o fornecimento da cria. Conforme Campos *et al.* (2010), a coleta de pólen é modulada tanto pela necessidade da colônia quanto pela sua disponibilidade. Na presente pesquisa, a coleta de barro e resina ocorreu de maneira reduzida em todas as estações do ano, mostrando que *M. mondury* faz pouco uso de ambos os recursos. De acordo com Xavier (comunicação pessoal), algumas colônias de *M. mondury* não possuem raios de barro na entrada, portanto, nessas colônias, a coleta do referido material é bem diminuída. As colônias estudadas tinham, em seu interior, muito pouco batume. Em relação à saída com detritos, Roubik (2006) afirma que a atividade pode ocorrer durante todo o dia ou principalmente à tarde. A maioria das espécies de *Melipona* voa para deixar cair o lixo a metros do ninho (KERR & BUBLITZ FILHO, 1999).

HORÁRIO

As três colônias estudadas estiveram ativas, em atividade de voo, do amanhecer ao entardecer, assim como observado por Fidalgo & Kleinert (2007), entre outros autores.

No tocante à amplitude horária de atividade, *M. mondury* mostrou menor diferença de horas de movimento externo entre as estações (outono/inverno – 13 horas, primavera/verão – 14 horas)

do que outras espécies de *Melipona* investigadas. Borges & Blochtein (2005) relatam para *Melipona marginata obscurior* amplitude de voo de 9 horas na primavera, de 13 no verão e de 10 horas no outono/inverno. Para *Melipona bicolor schencki*, Ferreira Junior et al. (2010) verificaram que durante a primavera a atividade externa durou 14 horas, e no inverno, 8 horas.

No presente trabalho, *M. mondury* chegou a iniciar sua atividade externa às 4h54 (na primavera), antes do nascer do sol, no escuro. Foram já observadas abelhas forrageando de madrugada: *M. quadrifasciata quadrifasciata* (GUIBU & IMPERATRIZ-FONSECA, 1984), *M. bicolor bicolor* (HILÁRIO et al., 2000) e *M. scutellaris* (ALVES & LORENZON, 2001). Para Roubik (1989), espécies grandes de abelhas podem voar a baixa intensidade de luz, por apresentarem tamanho avantajado, o qual permite maior capacidade para absorver calor, possibilitando-lhes controlar sua temperatura corpórea e suportar temperatura baixa, o que ocorre de madrugada, quando a temperatura é usualmente alguns a vários graus mais baixa (YNOUE et al., 2017). *M. mondury* é uma abelha de porte avantajado (MELO, 2003), o que explica o fato de sair com temperatura baixa.

Para as abelhas, a saída de madrugada, no escuro, não é impedida pela falta de luz, pois o interior da colônia é completamente escuro, condição garantida pela existência de placas de vedação, constituídas por batume, mistura de ceras, resina e materiais coletados no meio ambiente (NOGUEIRA-NETO, 1997). As abelhas, no interior do ninho, trabalham continuamente no escuro (MICHENER, 1974), utilizando outros recursos sensoriais que não a visão para o seu direcionamento (FRISCH, 1950). Registros de comportamentos e de atividade locomotora no interior de colônias de meliponíneos mostram uma situação, na região do ninho do Processo de Aprovisionamento e Postura (POP), de atividade que parece ininterrupta, na maioria das espécies (GONÇALVES & MARQUES, 2012), e que é frequentemente considerada arritmica (MOORE et al., 1989).

No entanto as abelhas seguem um ritmo de claro/escuro que determina sua atividade e influencia a divisão de trabalho na colônia, os padrões de forrageamento e de atividade de voo (MOORE, 2001). As espécies de abelhas sem ferrão são diurnas, e a diurnidade é avaliada pela atividade das forrageiras, que acontece durante a fase de claro, em grande parte das espécies (MARQUES & YAMASHITA, 2008). Por outro lado, além da questão dos ritmos, há a questão da disponibilização dos recursos florais, que está atrelada a ciclos de claro/escuro das plantas, ou seja, para a maioria das plantas, quando clareia, há abertura das flores e os recursos florais ficam disponíveis (DAAN, 1981). Entretanto há espécies de plantas que permanecem abertas durante a noite ou que se abrem muito cedo (BAKER, 1961). Assim, o comportamento de sair de madrugada e, eventualmente, estar em atividade até o entardecer e após significa acessar recursos que estão disponíveis em tais horários, em quantidade atrativa e com menos competição interespecífica (DOORN & MEETEREN, 2003).

Para *M. bicolor schencki*, Ferreira Junior et al. (2010) notaram que uma luminosidade de 3 Lux é suficiente para a atividade de voo e consideraram que a luminosidade se mostra tão importante quanto a temperatura para o voo, embora as abelhas pareçam não responder tão intensamente às variações de luminosidade quanto às de temperatura. Assim, a luz é essencial para o voo, mas não determinante para o início da atividade de voo, diferentemente do sugerido por Iwama (1977), Heard & Hendrix (1993) e Hilário et al. (2001), os quais afirmaram que a luminosidade é o fator que determina o início e o fim das atividades externas.

O fato de as abelhas encerrarem seu movimento externo no final do dia mesmo em temperaturas relativamente altas sugere que, possivelmente, a diminuição dos recursos florais que ocorre ao longo do dia (muito por depleção) esteja em causa.

O horário de início das atividades externas das abelhas depende de alguns fatores, como temperatura externa, estação do ano e condição das colônias (BRUIJN & SOMMEIJER, 1997). De todos os fatores abióticos que afetam o movimento externo, a temperatura parece ser o mais relevante na determinação do limiar de saída das campeiras (CAMPOS et al., 2010). Assim, o horário de saída das campeiras depende, primariamente, da temperatura externa. Teixeira & Campos (2005) constataram que o tamanho do corpo e a temperatura ambiente influenciam o início da atividade de voo das abelhas sem ferrão, visto que as espécies maiores começam suas atividades em temperaturas mais baixas do que as menores. De acordo com as mesmas autoras, esse comportamento está ligado à capacidade da colmeia de controlar a temperatura, o que afeta o horário de início de atividade

da colônia. Nas espécies que controlam bem a temperatura, o início das atividades depende da temperatura externa; naquelas com controle ineficiente, somente após o interior do ninho atingir a temperatura adequada é que as abelhas poderão iniciar as atividades externas. Ressalta-se que a temperatura adequada é variável segundo as espécies. Algumas delas, como *M. rufiventris* e *M. quadrifasciata*, mantêm a temperatura da colmeia razoavelmente estável, a despeito da variação da temperatura externa (MICHENER, 1974).

O fato de *M. mondury* ter saído cedo quando a temperatura não estava muito alta indica que a espécie consegue manter a temperatura da colônia relativamente estável. Viana *et al.* (2015), em estudo com *M. mondury*, verificaram que a faixa de variação de temperatura no ambiente foi de 13°C, enquanto nos favos de cria a faixa de variação foi igual a 3°, mostrando que a espécie tem controle da temperatura interna do ninho.

Em *Melipona*, reporta-se que o pólen é coletado mais cedo no dia do que o néctar, observando-se um pico distinto de coleta de pólen bem cedo de manhã, com quase todo o pólen coletado em apenas poucas horas; já a atividade maior de coleta de néctar ocorre no final da manhã e à tarde (GILBERT, 1973; YOUNG, 1981; SOMMEIJER *et al.*, 1983; ROUBIK & BUCHMANN, 1984; ROUBIK *et al.*, 1986; DANKA *et al.*, 1987; BRUIJN *et al.*, 1991; BRUIJN & SOMMEIJER, 1997; BIESMEIJER, 1997; PIERROT & SCHLINDWEIN, 2003). O pico da coleta de pólen de manhã está relacionado à disponibilidade do recurso, pois, em geral, o pólen está acessível abundantemente nas primeiras horas da manhã, mas se torna mais escasso no final do dia, como resultado da busca contínua pelas abelhas. Assim, os padrões de atividade de forrageamento de pólen em *Melipona* podem ser considerados adaptativos, já que o estresse preventivo da competição entre coletores de pólen torna compensador coletar o mais cedo possível, o que fez evoluir tal comportamento (ROUBIK, 1989).

Borges & Blochtein (2005) viram que, para *M. marginata obscurior*, o maior esforço de coleta de néctar aconteceu entre 10 e 12h, prolongando-se até as 18h. No presente trabalho, para *M. mondury*, na primavera o maior pico de coleta de néctar e/ou água ocorreu entre 5 e 6h; no verão, às 5h (colônias 2 e 3) e às 14h (colônia 1); no outono, entre 6 e 7h; no inverno, às 6h e às 15h. Ainda, o pico de coleta de néctar ocorreu antes do de pólen no verão, outono e inverno; a única estação em que o pico de pólen ocorreu antes do de néctar foi na primavera. Para espécies que vivem em regiões com diferenças climáticas marcadas, há maior disponibilidade de pólen na primavera, em vista da intensa floração. Por esse motivo, sua coleta se intensifica, acarretando maiores estoques de alimento e propiciando condições de preparo para a divisão das colônias, que acontece com maior intensidade, usualmente, a partir do início da primavera, com a preparação de novas rainhas e o enxameamento propriamente dito acontecendo, quase sempre, no início do verão. Assim, a intensificação da atividade de coleta de pólen na primavera explica a inversão do horário da coleta desse recurso em relação à de néctar.

Também se observou que os picos de coleta de pólen e néctar ocorreram em horários próximos (bem cedo) na primavera (meses com dias começando a alongar-se) e, à medida que os dias se alongaram, os picos começaram a se afastar (com até 2 horas de diferença), como reportado por Fidalgo & Kleinert (2007). A atividade de coleta de néctar parece, em geral, ser moldada por decisões de otimização de forrageamento, sendo a rentabilidade do néctar indicada pelo produto da concentração de açúcar pela quantidade de néctar (REAL, 1981). O néctar é geralmente secretado por um período mais longo do dia, e a concentração de néctar aumenta gradualmente ao longo do dia por evaporação e/ou pela adição de mais açúcares pela planta (ROUBIK & BUCHMANN, 1984). Esse aumento na qualidade do néctar reflete-se no néctar trazido pelas forrageiras de diferentes espécies de abelhas sem ferrão (INOUE *et al.*, 1985). Por outro lado, os néctares com alto teor de açúcar são menos facilmente absorvidos, e meio-dia parece ser o melhor momento para coletar néctar (ROUBIK *et al.*, 1995).

No presente trabalho, as coletas de resina e barro aconteceram, nas quatro estações, após a coleta de pólen e néctar, no final da manhã ou no início da tarde. Conforme Ferreira Junior *et al.* (2010), na primavera, verão e outono, *M. bicolor schencki* fez coletas de resina e/ou barro durante todas as horas de atividade de voo, sendo mais intensas na primavera e com menor intensidade no outono (menor que nas outras duas estações), sendo o inverno a estação com menor frequência de coleta de resina e/ou barro. Por outro lado, Fidalgo & Kleinert (2007) reportam que a resina foi, de

modo geral, coletada em maior quantidade no começo e no final do dia, períodos de grande atividade de coleta de pólen e de néctar e de menor atividade, respectivamente. Segundo Bruijn & Sommeijer (1997), as abelhas do gênero *Melipona* colecionam resina em períodos de pouca coleta de néctar e pólen, porque as forrageadoras mudariam de um recurso para outro em determinados momentos. Entretanto Fidalgo & Kleinert (2007) dizem que *Melipona rufiventris (mondury)* foi observada em várias ocasiões carregando néctar e resina conjuntamente, fato não visto no presente trabalho. De acordo com Bruijn & Sommeijer (1997), o padrão de coleta de resina tem a ver com a ergonomia de entrada e saída do ninho e a relação disso com os sistemas de defesa de ninhos. Isso porque, nos ninhos de *Melipona*, normalmente há um pequeno orifício de entrada, permitindo que uma abelha passe por vez, e essa entrada é defendida por uma única abelha. Há, atrás da entrada, um tubo estreito que entra na cavidade do ninho, e as abelhas que retornam com resina podem causar problemas de transporte, já que a substância pegajosa pode obstruir a passagem da entrada, o que explicaria o fato de a resina ser coletada em períodos em que outras atividades de voo ocorrem em menor número. Há também que se considerar a prioridade das coletas (o pólen e o néctar são prioritários) e também a viscosidade ótima da resina em termos de manipulação e transporte em corbículas, uma vez que varia em função das horas do dia e da umidade relativa.

Os horários de remoção de detritos ocorreram, de modo geral, em paralelo com os de coleta de pólen. Hilário (1999) comenta que *Melipona bicolor* costuma eliminar detritos durante a manhã e ao final da tarde. No presente trabalho, *M. mondury* fez a eliminação de detritos com mais frequência durante a manhã.

Segundo Kleinert-Giovannini & Imperatriz-Fonseca (1986), com *Melipona marginata obscurior*, em condições favoráveis o forrageamento ocorre ao longo do dia, mas a espécie esteve mais ativa entre 11 e 13h. No presente trabalho, na primavera *M. mondury* mostrou grande atividade entre 5 e 10h; no verão, das 5 às 9h; no outono, entre 6 e 9h; no inverno, das 6h às 8h, ou seja, de manhã, e o período de maior atividade diminuiu progressivamente em direção a faixas de temperatura mais marcadas.

A similaridade do comportamento de coleta das três colônias de *M. mondury* estudadas aqui faz considerar que a flutuação dessa atividade parece estar relacionada mais em função da oferta de alimento do que com as necessidades da colônia.

Fidalgo & Kleinert (2007) afirmam para *M. rufiventris (mondury)* que o maior número de cargas de pólen aconteceu de janeiro a março (verão) e que o pico de néctar foi em abril (outono). Ferreira Junior et al. (2010), para *M. bicolor schencki*, atestam que a coleta de néctar foi intensa durante todas as horas de observação na primavera e no verão, que durante o outono era mais comum no período da manhã e que no inverno era mais comum no final da manhã e no início da tarde. No presente estudo, para *M. mondury*, a coleta de néctar e/ou água foi mais frequente durante a manhã em todas as estações, exceto no inverno (colônia 2) e no verão (colônia 1). É possível que essas variações ocorram porque, além das condições internas da colônia, fatores ambientais não mensurados também influenciam a atividade das abelhas, determinando diferentes padrões de forrageamento (HILÁRIO et al., 2000).

ATIVIDADES E FATORES ABIÓTICOS

Em relação à temperatura mínima para início das atividades, *M. mondury* teve atividade a 12°C, uma temperatura mais baixa do que as mínimas observadas para *M. quadrifasciata quadrifasciata* (GUIBU & IMPERATRIZ-FONSECA, 1984) e *M. marginata obscurior* (BORGES & BLOCHTEIN, 2005), espécies que também ocorrem na Região Sul do Brasil, embora para *M. bicolor schencki* tenha sido registrada atividade a 9,2°C (FERREIRA JUNIOR et al., 2010). Os valores evidenciam que as espécies citadas estão bem adaptadas às condições climáticas temperadas, que se caracterizam por estações do ano bem definidas, principalmente no que se refere ao inverno. A temperatura mínima para início das atividades varia também em função da força das colônias, visto que colônias mais fracas necessitam de maior temperatura externa (BORGES & BLOCHTEIN, 2005).

Em *M. marginata obscurior* (KLEINERT-GIOVANNINI & IMPERATRIZ-FONSECA, 1986), a temperatura registrada para o início de suas atividades foi de 17-18°C, com maior intensidade de

atividades de voo em 21-28°C. No presente estudo, para *M. mondury*, a menor temperatura em início de atividades foi de 12°C no inverno, 18°C na primavera, 23°C no verão e 17°C no outono, com maior intensidade de atividades em 20°C no inverno e na primavera, em 40°C no verão e 21°C no outono. Observou-se também que o início das atividades se deu, a cada estação, cada vez mais tardiamente em direção às estações mais frias; as abelhas chegaram a sair 35 minutos mais tarde no inverno em relação à primavera. Borges & Blochtein (2005) verificaram que colônias de *M. marginata obscurior* cessaram a atividade externa no final do dia em uma temperatura de 1° a 4° acima daquela na qual tinham começado a voar.

CORRELAÇÕES

A temperatura é um fator determinante para que as abelhas exerçam suas funções normalmente. Por serem organismos pequenos, sua relação superfície/volume é alta e a troca de calor com o ambiente é grande. Por isso, são bastante dependentes da temperatura ambiente (CAMPOS *et al.*, 2010). Algumas espécies de maior porte, como *Trigona spinipes*, *Melipona rufiventris* e *M. quadrifasciata*, mantêm a temperatura da colmeia razoavelmente estável, a despeito da variação da temperatura externa (MICHENER, 1974), e conseguem ter atividade de voo em temperaturas externas baixas. Espécies de *Melipona* têm sua atividade externa aumentada com a elevação da temperatura externa (KLEINERT-GIOVANNINI & IMPERATRIZ-FONSECA, 1986; BORGES & BLOCHTEIN, 2005; FERREIRA JUNIOR *et al.*, 2010). Entretanto temperatura externa muito alta pode fazer com que as abelhas diminuam a atividade de voo (MICHENER, 1974). Guibu & Imperatriz-Fonseca (1984) notaram tal fenômeno em *M. quadrifasciata quadrifasciata* e observaram que, à medida que a temperatura aumentava, a atividade de voo diminuía. *M. mondury* é uma espécie de mesmo porte que *M. quadrifasciata quadrifasciata* (MELO, 2003), portanto, provavelmente, exibe a mesma adaptabilidade.

Os indivíduos de *M. mondury* do presente trabalho encerraram suas atividades de voo no final do dia a temperaturas mais altas do que aquelas em que começaram. Possivelmente, as abelhas deixam a colmeia mesmo quando a temperatura parece ser desfavoravelmente baixa, pois esse comportamento flexível é vantajoso, já que possibilita a sobrevivência da espécie em condições adversas.

Em estudos feitos com colônias de *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (GUIBU & IMPERATRIZ-FONSECA, 1984) e de *M. bicolor bicolor* (HILÁRIO *et al.*, 2000), constatou-se uma correlação positiva entre a umidade relativa e a atividade de voo. Todavia o oposto foi encontrado para *Melipona marginata* Lepeletier, 1836 (KLEINERT-GIOVANNINI & IMPERATRIZ-FONSECA, 1986), em que a atividade de voo estava inversamente correlacionada com a umidade relativa.

É muito provável que a umidade relativa esteja correlacionada positivamente com a atividade de voo, pelo fato de haver uma correlação negativa com a temperatura. A correlação positiva entre a atividade de voo e a umidade relativa do ar corresponde ao pico de atividade encontrado durante as primeiras horas do dia, quando o ar geralmente é mais frio e úmido. Esses dois fatores abióticos estão intimamente relacionados, e seus efeitos mal podem ser separados.

OUTRAS OBSERVAÇÕES

Comumente se menciona que a precipitação pluviométrica causa a interrupção da atividade externa ou a diminuição dessa atividade, para meliponíneos em geral ou espécies de *Melipona* (MICHENER, 1974; SOMMEIJER *et al.*, 1983; KLEINERT-GIOVANNINI & IMPERATRIZ-FONSECA, 1986; ROUBIK, 1989). No presente trabalho, verificou-se que *M. mondury* realizou movimento externo com chuva. Kajobe & Echazarreta (2005) relatam que *Meliponula nebulata* forrageia na garoa e consideram esta uma estratégia de sobrevivência que poderia promover sua adaptabilidade reprodutiva. Possivelmente a necessidade e a disponibilidade de recursos norteiam o forrageamento. Para *M. mondury*, conviver com chuva é essencial em ambiente de floresta ombrófila densa. A atividade de voo nessas condições pode ser considerada um diferencial de ambientação.

A elevação da temperatura externa induz o comportamento de ventilação da colônia (MICHENER, 1974), o qual promove evaporação e condensação de líquido dentro da colônia. Nogueira-Neto (1997) reporta o fato de as abelhas jogarem fora líquido na entrada da colmeia como resultado de evaporação da água do néctar, seguida por condensação, dentro da colônia. Roubik (2006) menciona que a água transportada pelas abelhas operárias, embebida em seus corpos, despejada da entrada do ninho, deixa algumas vezes marcas molhadas perto dos ninhos. Hilário *et al.* (2000) afirmam que esse material ajuda a formar a entrada típica da espécie, que fica com grandes áreas de lama na parte inferior; as colônias médias apresentam entradas menos elaboradas, e as fracas praticamente não têm nenhuma diferenciação na entrada. Tal situação também é indicativa de intensa atividade de coleta de néctar e, por conseguinte, colônias muito úmidas em seu interior, fato comprovado em inspeção visual no presente trabalho. Hilário *et al.* (2000) asseguram que esse comportamento ocorre em colônias fortes, com muitas campeiras.

Sobre a entrada suplementar, Ihering (1930) relata, ao estudar um ninho de *M. rufiventris* (*mondury*), que abriu uma entrada suplementar no ninho (na parte de baixo) para facilitar o trabalho de remoção de abelhas mortas por parte das campeiras, mas elas pouco a utilizaram.

Há uma gama limitada de condições microclimáticas sob as quais a atividade de voo pode ocorrer e, portanto, existem restrições ao movimento externo das abelhas. Os valores ideais de temperatura e umidade relativa para o movimento externo variam conforme as espécies de meliponíneos, assim como seu tamanho e também as condições ambientais às quais as abelhas estão sujeitas. No tocante ao gênero *Melipona*, as abelhas procuram atender às necessidades da colônia, como alimento, água, matérias de construção e limpeza do ninho. Nas espécies de *Melipona* que ocorrem na Região Sul, as variações de atividade externa quanto a picos, horários e estações sugerem um padrão regional de atividade de forrageamento. *Melipona mondury* revelou-se uma espécie adaptada a ambientes com elevada umidade relativa, tal como a mata atlântica.

AGRADECIMENTOS

Bolsa artigo 171 da Constituição Estadual de Santa Catarina.

REFERÊNCIAS

- Alves, E. U. & M. C. A. Lorenzon. Atividade de vôo de *Melipona scutellaris* (Meliponini) durante as estações seca e chuvosa na região do Brejo da Paraíba. *Revista Nordestina de Biologia*. 2001; 15(2): 41-48.
- Baker, H. G. The adaptation of flowering plants to nocturnal and crepuscular pollinators. *The Quarterly Review of Biology*. 1961; 36(1): 64-73.
- Biesmeijer, J. C. The organization of foraging in stingless bees of genus *Melipona*: an individual-oriented approach [PhD Thesis]. Utrecht: Universit t Utrecht; 1997. 263 p.
- Borges, F. v. B. & B. Blochtein. Atividades externas de *Melipona marginata obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), em distintas épocas do ano, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul. Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 2005; 22(3): 680-686.
- Brand, H. Variabilidade fenotípica nas popula es de abelhas nativas. *Revista Apacame*. 2017; 143: 17-18.
- Bruening, P. H. Abelha jandaíra. Mossoró: ESAM; 1990. 181 p.

Bruijn, L. L. M. de & M. J. Sommeijer. Colony foraging in different species of stingless bees (Apidae, Meliponinae) and the regulation of individual nectar foraging. *Insectes Sociaux*. 1997; 44: 35-47.

Bruijn, L. L. M. de, M. J. van Herk & M. J. Sommeijer. Some observations on flight activity and foraging of workers of the stingless bees *Melipona favosa* (Apidae, Meliponinae) in a large green house. *Acta Horticulturae*. 1991; 282: 116-120.

Camargo, J. M. F. & S. R. M. Pedro. Meliponini Lepeletier, 1836. *In*: Moure, J. S., D. Urban & G. A. R. Melo (orgs.). Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region – online version. 2013. [Acesso em: 25 set. 2019]. Disponível em: <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>.

Campos, F. S., G. C. Gois & G. G. Carneiro. Termorregulação colonial em abelhas sem ferrão. *PUBVET*. 2010; 4(24): ed. 129, art. 872.

Carvalho-Zilse, G., E. L. Porto, C. G. N. da Silva & M. F. C. Pinto. Atividades de vôo de operárias de *Melipona seminigra* (Hymenoptera: Apidae) em um sistema agroflorestal da Amazônia. *Biosciences Journal*. 2007; 23(1): 94-99.

Consema – Conselho Estadual do Meio Ambiente; SDE – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Resolução Consema n.º 002, de 6 de dezembro de 2011. Lista oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção no estado de Santa Catarina. Diário Oficial do Estado de Santa Catarina n.º 19.237, de 20 dez. 2011. p. 2-8.

Daan, S. Adaptive daily strategies in behavior. *In*: Aschoff, J. (ed.). *Biological rhythms*. Boston: Springer; 1981. p. 275-298.

Danka, R. G., T. E. Hellmich, T. E. Rinderer & A. M. Collins. Diet-selection ecology of tropically and temperately adapted honey bees. *Animal Behavior*. 1987; 35: 1858-1863.

Doorn, W. G. van & U. van Meeteren. Flower opening and closure: a review. *Journal of Experimental Botany*. 2003; 54(389): 1801-1812.
doi: <https://doi.org/10.1093/jxb/erg213>

Epagri – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; SEDR – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional. Joinville – caracterização regional. 2003. [Acesso em: 29 out. 2017]. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/diagnostico/JOINVILLE.pdf.

Ferreira Junior, N. T., B. Blochtein & J. F. Moraes. Seasonal flight and resource collection patterns of colonies of the stingless bee *Melipona bicolor schencki* Gribodo (Apidae, Meliponini) in an Araucaria forest area in southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 2010; 54(4): 630-636.

Fidalgo, A. O. & A. M. P. Kleinert. Botanical and climate influences on nectar and pollen foraging by *Melipona rufiventris* in Ubatuba – SP, Brazil. *Anais. V Encontro sobre Abelhas*. Ribeirão Preto; 2002a. p. 312.

Fidalgo, A. O. & A. M. P. Kleinert. Foraging behavior of *Melipona rufiventris* Lepeletier (Apinae, Meliponini) in Ubatuba / SP, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 2007; 67(1): 133-140.

Fidalgo, A. O. & A. M. P. Kleinert. Foraging patterns of *Melipona rufiventris* (Apidae, Meliponinae) in Ubatuba – SP, Brazil. *Anais. V Encontro sobre Abelhas*. Ribeirão Preto; 2002b. p. 312.

- Frisch, K. von. Bees: their vision, chemical senses, and language. Ithaca: Great Seal Books; 1950. 118 p.
- Geuster, C. *Melipona mondury* (bugia) em Santa Catarina. Características e manejo. Mensagem Doce. 2019; 150. [Acesso em: 28 set. 2019]. Disponível em: <http://apacame.org.br/site/revista/mensagem-doce-n-150-marco-de-2019/que-abelha-e-esta-2/>.
- Gilbert, W. M. Foraging behavior of *Trigona fulviventris* in Costa Rica. The Pan-Pacific Entomologist. 1973; 49: 21-25.
- Gonçalves, R. C. & M. D. Marques. Ritmos de populações: o caso das abelhas sem ferrão. Revista da Biologia. 2012; 9(3): 53-57.
doi: 10.7594/revbio.09.03.10
- Gorgônio, A. S. Estudo do movimento externo em mandaçaia *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* e *Melipona quadrifasciata anthidioides*. Relatório de iniciação científica. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1977. 19 p.
- Guibu, L. S. & V. L. Imperatriz-Fonseca. Atividade externa de *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* Lep. (Hym. Apidae, Meliponinae). Ciência e Cultura. 1984; 36(7 – supl.): 623.
- Heard, T. A. & J. K. Hendriz. Factors influencing flight activity of colonies of the stingless bee *Trigona carbonaria* (Hymenoptera: Apidae). Australian Journal of Zoology. 1993; 41: 343-353.
- Hilário, S. D. Considerações sobre atividade de vôo das abelhas indígenas, com ênfase em *Plebeia pugnax* Moure (In Litt.) e *Melipona bicolor bicolor* Lepeletier, 1836 (Apidae, Meliponinae) [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1999.
- Hilário, S. D., V. L. Imperatriz-Fonseca & A. de M. P. Kleinert. Flight activity and colony strength in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). Revista Brasileira de Biologia. 2000; 60(2): 299-306.
- Hilário, S. D., V. L. Imperatriz-Fonseca & A. Kleinert-Giovannini. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (in litt) (Apidae, Meliponinae). Revista Brasileira de Biologia. 2001; 61(2): 191-196.
- Holanda, C. A., M. N. S. Ribeiro, J. L. Souza & M. J. A. M. Araújo. Qualidade dos méis produzidos por *Melipona fasciculata* Smith da região do cerrado maranhense. Química Nova. 2012; 35(1): 55-58.
- Ihering, H. von. Biologia das abelhas melíferas do Brasil. Publicado em 1930, como tradução do original alemão impresso em 1903. Tradutores: Ihering, R. von & B. Correia de Sampaio. Boletim de Agricultura da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo. 1930; 31(5-8): 435-506, 649-714.
- Inoue, T., S. Salmah, I. Abbas & E. Yusuf. Foraging behavior of individual workers and foraging dynamics of colonies of three Sumatran stingless bees. Researches on Population Ecology. 1985; 27(2): 373-392.
- Iwama, S. Coleta de alimentos e qualidade do mel de *Tetragonisca angustula angustula* Latreille (Apidae, Meliponinae) [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Instituto de Biociências, Universidade de Pão Paulo; 1977.
- Kajobe, R. & C. M. Echazarreta. Temporal resource partitioning and climatological influences on colony flight and foraging of stingless bees (Apidae, Meliponini) in Ugandan tropical forests. African Journal of Ecology. 2005; 3: 267-275.

- Kerr, W. E. Biologia e manejo da tiúba: a abelha do Maranhão. São Luís: EDUFMA; 1996. 156 p.
- Kerr, W. E., G. A. Carvalho & V. A. Nascimento. Abelha urucu: biologia, manejo e conservação. Paracatu: Ed. Fundação Acangaú; 1996. 144 p.
- Kerr, W. E. & A. Bublitz Filho. Meliponíneos. Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. 1999; 8: 22-23.
- Kevan, P. G. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. Agriculture, Ecosystems and Environment. 1999; 74: 373-393.
- Kleinert-Giovannini, A. & V. L. Imperatriz-Fonseca. Flight activity and responses to climatic conditions of two subspecies of *Melipona marginata* Lepelletier (Apidae, Meliponinae). Journal of Apicultural Research. 1986; 25: 3-8.
- Marques, M. D. & C. E. Yamashita. Biological rhythms in the colony of stingless bees. In: Fanjul-Moles, M. L. & R. Aguilar Roblero (eds.). Comparative aspects of circadian rhythms. Kerala: Transworld Research Network; 2008. p. 93-107.
- Melo, G. A. R. Notas sobre meliponíneos neotropicais (Hymenoptera, Apoidea) com a descrição de três novas espécies (Hymenoptera, Apoidea). In: Melo, G. A. R. & I. Alves-dos-Santos. Apoidea neotropical: homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure. Criciúma: Editora Unesc; 2003. p. 85-92.
- Michener, C. D. The bees of the world. Baltimore: The Johns Hopkins University Press; 2007. 953 p.
- Michener, C. D. The social behavior of the bees. A comparative study. Cambridge: The Belknap Press; 1974. 404 p.
- Moore, D. Honey bee circadian clocks: behavioral control from individual workers to whole colony rhythms. Journal of Insect Physiology. 2001; 47(1): 843-857.
- Moore, D., D. Siegfried, R. Wilson & M. A. Rankin. The influence of time of day on the foraging behavior of the honeybee *Apis mellifera*. Journal of Biological Rhythm. 1989; 4(1): 305-325.
- Mouga, D. M. D. S. Abelhas de Santa Catarina: histórico das coletas e lista das espécies. Revista Univille. 2009; 14(2): 75-112.
- Mouga, D. M. D. S. & E. Dec. The stingless bees of Santa Catarina State, Southern Brazil. Acta Biológica Catarinense. 2015; 2(2): 5-20.
- Mouga, D. M. D. S. & P. Nogueira-Neto. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e seus recursos tróficos em área de restinga e de floresta atlântica, em São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. In: Aguiar, A. J. C., R. B. Gonçalves & K. S. Ramos. Ensaio sobre as abelhas da região neotropical: homenagem aos 80 anos de Danúncia Urban. Curitiba: UFPR; 2015. p. 267-292.
- Nogueira-Neto, P. A criação das abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo: Chácaras e Quintais; 1970. 365 p.
- Nogueira-Neto, P. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo: Nogueirapis; 1997. 445 p.
- Oliveira, M. A. C. Algumas observações sobre a atividade externa de *Plebeia saqui* e *Plebeia droryana* [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo; 1973.

- Oliveira, M. A. C. Um método para avaliação das atividades de vôo em *Plebeia saiqui* (Friese) (Hymenoptera, Meliponinae). Boletim de Zoologia e Biologia. 1973; 30: 625-631.
- Pierrot, L. M. & C. Schlindwein. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu – *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). Revista Brasileira de Zoologia. 2003; 20(4): 565-571.
- Pompeu, M. S. Aspectos bionômicos de *Melipona rufiventris* (Hymenoptera, Meliponina) e sugestões para sua conservação [Dissertação de Mestrado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2003.
- Pompeu, M. S., S. M. Soares & F. A. Silveira. Atividade de forrageamento de *Melipona rufiventris* (Meliponina – Apinae). Anais. XXIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Itajaí, SC; 2002. p. 195.
- Real, L. A. Nectar availability and bee foraging on *Ipomoea* (Convolvulaceae). Biotropica. 1981; 13: 64-69.
- Rodrigues, F. Aspectos do voo de *Melipona mandacaia* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) na região do Vale do Submédio São Francisco [Dissertação de Mestrado]. Petrolina: Universidade Federal do Vale do São Francisco; 2012.
- Roubik, D. W. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge: Cambridge Tropical Biology Series; 1989. 514 p.
- Roubik, D. W. Stingless bee nesting biology. Apidologie. 2006; 37: 124-143.
doi: 10.1051/apido:2006026
- Roubik, D. W., D. Yanega, M. Aluja S., S. L. Buchmann & D. W. Inouye. On optimal nectar foraging by some tropical bees (Hymenoptera: Apidae). Apidologie. 1995; 26: 197-211.
- Roubik, D. W., J. E. Moreno, C. Vergara & D. Wittmann. Sporadic food competition with the African honey bee: projected impacto on neotropical social bees. Journal of Tropical Ecology. 1986; 2: 97-111.
- Roubik, D. W. & S. L. Buchmann. Nectar selection by *Melipona* and *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) and the ecology of nectar intake by bee colonies in a tropical forest. Oecologia. 1984; 61: 1-10.
- Silva, I. E. da, P. Faquinello, R. A. Zanata, A. C. dos R. S. Nunes, P. V. D. X. Freitas & E. E. Silva. Correlação da atividade externa da abelha *Melipona fasciculata* e fatores de ambiente. Anais. 7.º Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do IF Goiano / 7.º Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação no Campus Rio Verde / 8.º Seminário de Avaliação dos Programas de Pós-Graduação do IF Goiano. Rio Verde, GO; 2018.
- Sommeijer, M. J., G. A. de Rooy, W. Punt & L. L. M. de Bruijn. A comparative study of foraging behavior and pollen resources of various stingless bees (Hym., Meliponinae) and honey bees (Hym., Apinae) in Trinidad, West Indies. Apidologie. 1983; 14: 205-224.
- Sousa, H. A. C., M. V. C. Viana, R. M. O. Alves, D. G. Pereira & A. M. Waldschmidt. Distribution of *Melipona mondury* Smith 1863 (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) from state of Bahia. Magistra. 2012; 24: 99-104.
- Souza, B. A., C. A. L. Carvalho & R. M. O. Alves. Flight activity of *Melipona asilvai* Moure (Hymenoptera: Apidae). Revista Brasileira de Zoologia. 2005; 22(3): 680-686.

Teixeira, L. V. & F. N. M. Campos. Início da atividade de vôo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. *Revista Brasileira de Zootecias*. 2005; 7(2): 195-202.

Velthuis, H. H. W. The biology of the stingless bees. Utrecht: Department of Ethology of the Utrecht University; 1997. 33 p.

Viana, J. L., H. de A. C. Sousa, R. M. de O. Alves, D. G. Pereira, J. C. Silva Jr., J. F. da Paixão & A. M. Waldschmidt. Bionomics of *Melipona mondury* Smith 1863 (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) in relation to its nesting behavior. *Biota Neotropica*. 2015; 15(3): 1-7.

Vieira, S. Introdução à bioestatística. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2015. 345 p.

Ynoue, R. Y., M. S. Reboita, T. Ambrizzi & G. A. M. Silva. Meteorologia: noções básicas. São Paulo: Oficina de Textos; 2017. 184 p.

Young, A. M. The ineffectiveness of the stingless bee *Trigona jaty* (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae) as a pollinator of cocoa (*Theobroma cacao*). *Journal of Applied Ecology*. 1981; 18: 149-155.

Young, A. M. Pollen-collecting by stingless bees on cacao flowers. *Experientia*. 1985; 41: 760-762.