

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO**

GABRIELY NOTÁRIO DE ARAÚJO

**INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS NA ATIVIDADE DE FORRAGEIO
DE *Plebeia catamarcensis* (HYMENOPTERA: APIDAE)**

**DOURADOS - MS
2024**

GABRIELY NOTÁRIO DE ARAÚJO

**INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS NA ATIVIDADE DE FORRAGEIO
DE *Plebeia catamarcensis* (HYMENOPTERA: APIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, da Universidade Federal da Grande Dourados.

Orientador (a):

Prof. Dra. Viviana de Oliveira Torres

Coorientador (a):

Dra. Kamylla Balbuena Michelutti

Área de Concentração: Comportamento Animal

Aprovado em: 05/12/2024.

Documento assinado digitalmente
gov.br VIVIANA DE OLIVEIRA TORRES
Data: 26/02/2025 23:54:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Viviana de Oliveira Torres – UFGD

Presidente

Documento assinado digitalmente
gov.br VALTER VIEIRA ALVES JUNIOR
Data: 13/03/2025 10:08:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Valter Vieira Alves Junior – UFGD

Membro

Documento assinado digitalmente

gov.br DAYANA ALVES DA SILVA CUNHA
Data: 03/03/2025 16:27:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Dayana Alves da Silva Cunha – UEMS

Membro

**DOURADOS - MS
2024**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha família pelo apoio, carinho e pelo constante incentivo, estando sempre ao meu lado em todos os momentos.

À minha orientadora, Prof. Dra. Viviana de Oliveira Torres, por me receber em seu laboratório e abraçar este trabalho comigo, me guiando nesta trajetória, sempre me ajudando e disponível para sanar qualquer dúvida e pelo conhecimento compartilhado.

Agradeço ao Prof. Dr. William Fernando Antonialli Junior por me aceitar como voluntária em seu laboratório em 2022 e por ter depositado em mim a confiança para realizar esse trabalho.

Aos meus colegas de laboratório, que estiveram comigo durante esse processo e pelas conversas e aos nossos cafezinhos ao longo do dia, algo indispensável, Vinícius, Thayná, Mayara, em especial ao meu parceiro de coleta, Diego Vicente, pela paciência, companheirismo e por ter aguentado comigo horas de observações.

À minha coorientadora Dra. Kamylla Michelutti, por apresentar esse incrível mundo organizado das abelhas, juntamente com Dra. Michele Castro, sempre me ajudando em todo momento, independente do dia e da hora.

Ao Prof. Dr. Sidnei Lima Junior pelo tempo e paciência ao explicar inúmeras vezes o que é mediana, um dado não paramétrico, por me ajudar na estatística deste trabalho.

A todos aqueles que contribuíram, de algum modo, para a realização deste trabalho.

Influência de fatores abióticos na atividade de forrageio de *Plebeia catamarcensis* (Hymenoptera: Apidae)

Araújo, Gabriely Notário¹; Vicente, Diego Mendonça²; Michelutti, Kamylla Balbuena²; Lima-Junior, Sidnei Eduardo³; Antoniali-Junior, William Fernando²; Torres, Viviana Oliveira¹

¹Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Laboratório de Bioecologia de Insetos Sociais, Dourados-MS, Brasil;

²Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Laboratório de Ecologia Comportamental, Dourados-MS, Brasil;

³Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Ciências Biológicas, Dourados, Brasil.

Este artigo está redigido nas normas da revista Journal of Insect Behavior
<https://link.springer.com/journal>

Resumo

As abelhas sem ferrão coletam uma variedade de recursos provenientes das plantas para a construção de estruturas de seus ninhos, bem como para a alimentação de imaturos e adultos. Além disso, é comum descartar resíduos de suas colônias, sendo essas atividades influenciadas diretamente pelos fatores abióticos, que atuam determinando diferentes padrões de forrageio. As informações disponíveis na literatura sobre a espécie *Plebeia catamarcensis* são escassas e, dado o comportamento social e de forrageio observado nesse grupo, investigamos a hipótese de que fatores como temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade influenciam a atividade de forrageio de *P. catamarcensis*. Para o estudo foram acompanhadas 8 colônias desde agosto de 2022 até abril de 2024, 2 vezes por mês, das 06h às 18h, em que cada colônia era observada durante 15 minutos de cada hora. Foram contabilizados o número de abelhas entrando e saindo do ninho, os recursos coletados e medidos os valores de temperatura, umidade relativa do ar e intensidade luminosa. Nossos resultados, mostram que a temperatura e a luminosidade apresentam uma correlação positiva significativa em relação à atividade de forrageio da espécie, em que há um aumento na coleta de recursos à medida que a temperatura aumenta e luminosidade aumenta; enquanto a umidade do ar influencia negativamente, diminuindo a atividade de forrageamento em valores altos. Em conclusão, a atividade forrageadora de *P. catamarcensis* é influenciada por fatores climáticos, temperaturas, umidade relativamente e intensidade luminosa, apresentando maior taxa de forrageio durante as horas mais quentes do dia em ambas estações, alterando a coleta de recursos nas estações para adequar-se às necessidades das colônias.

Palavras-chave: Abelha sem ferrão, sazonalidade, néctar, temperatura, umidade relativa do ar.

Abstract

Ironless bees collect a variety of resources from plants to build their nest structures, as well as to feed immature and adult bees. Furthermore, it is common to discard waste from their colonies, and these activities are directly influenced by abiotic factors, which

act to determine different foraging patterns. The information available in the literature about the species *Plebeia catamarcensis* is scarce and, given the social and foraging behavior observed in this group, therefore, in this study we tested the hypothesis that temperature, relative humidity and light influence the foraging activity of *P. catamarcensis*. For the study, eight colonies were recorded from August 2022 to April 2024, twice a month, from 6:00 am to 6:00 pm, with each colony being observed for 15 minutes of every hour. The number of bees that entered and left the nest, the resources obtained and the values of temperature, relative humidity and light intensity were measured. Results reveal that temperature and luminosity significantly enhance the species foraging activity, in which the amount of resource collection increases as both temperature and luminosity rise; while humidity does influence air levels, driving foraging activity at high values. In conclusion, the foraging activity of *P. catamarcensis* is influenced by climatic factors, temperatures, relative humidity and light intensity. Showing higher foraging rates during the hottest hours of the day in both seasons, altering resource collection across seasons to suit the needs of the colonies.

Keywords: Stingless bee, seasonality, nectar, temperature, relative humidity.

Introdução

Em ambientes tropicais, em sua maioria, os visitantes florais mais abundantes são as abelhas (Hrncir e Maia-Silva, 2013). E para as espécies sociais, a sobrevivência de uma colônia depende em grande parte do sucesso das forrageadoras na coleta de recursos (Hrncir e Maia-Silva, 2013). As abelhas sem ferrão, por exemplo, necessitam de diversos recursos obtidos nas plantas para a construção de estruturas de seus ninhos e alimentação de crias e adultos (Menezes *et al.*, 2023).

As forrageadoras saem de suas colônias com o objetivo de obter recursos para sua colônia, dentre eles buscar alimento (pólen e néctar), água e materiais de construção (como resina e barro) e para remover detritos (Hilário *et al.*, 2001). De acordo com os autores, ao limpar as colônias, as abelhas acumulam descartes em um espaço chamado de depósitos de detritos, local onde as abelhas sem ferrão também defecam e acumulam restos de células de cria, que não são reutilizados após a emergência do adulto.

A busca de alimento varia de acordo com a espécie e o ambiente em que vivem (Menezes *et al.*, 2023), abelhas melíferas, por exemplo, voam em média, 3 km de distância de suas colônias, enquanto que espécies do gênero *Melipona* podem voar em média 2 km, e espécies menores, como a jataí (*Tetragonisca angustula*) e mirim (*Plebeia* spp.), podem voar até 500 metros de suas colônias (Abelhas, 2015).

Além das próprias condições internas da colônia, como o número populacional, os fatores ambientais influenciam a atividade de voo e determinam diferentes padrões de forrageamento para diversas espécies de abelhas (Hilário *et al.*, 2001; Polatto *et al.*,

2013). Neste sentido, a capacidade de controlar a temperatura da colônia também afeta o horário de início de atividade da colônia (Teixeira e Campos, 2005). Em espécies que controlam bem a temperatura, o início das atividades está relacionado com a temperatura externa, enquanto as espécies com controle menos eficiente iniciam o forrageio somente quando o interior do ninho atingir temperatura adequada, é que poderão iniciar as atividades externas (Teixeira e Campos, 2005).

Em diferentes espécies, existe uma variação no horário de início das atividades de voo na qual espécies de abelhas maiores iniciam sua atividade mais cedo, em temperaturas mais baixas, do que espécies menores que iniciam em temperaturas mais altas (Teixeira e Campos, 2005). A relação entre a atividade de forrageio das abelhas nativas sem ferrão associada aos fatores climáticos já foi descrita para algumas espécies. Dentro do gênero *Plebeia*, estudos realizados por Teixeira e Campos (2005), com *P. droryana* e *P. lucii*, identificaram uma correlação positiva entre temperatura e a atividade de forrageio. Resultado similar foi encontrado para as forrageadoras de *P. aff. flavocincta* (Silva *et al.*, 2019) e *P. catamarcensis* (Zeballos *et al.*, 2022). Para estas espécies, quanto mais alta a temperatura, maior o fluxo da atividade de forrageio.

Outros parâmetros importantes que influenciam o forrageio são a umidade relativa do ar e a luminosidade. Em colônias de *Melipona eburnea* (Correia *et al.*, 2017) e *Plebeia pugnax* (Hilário *et al.*, 2001), por exemplo, a atividade de voo, além de ser influenciada pela temperatura, também é significativamente afetada pela umidade relativa do ar. De forma geral, à medida que a umidade relativa aumenta, a atividade de forrageio diminui, uma vez que evitam sair das colônias em momentos de chuva. Já Hilário *et al.* (2001), estudando a espécie de abelhas *P. pugnax*, verificaram que a intensidade de luz foi um fator físico que afetou a atividade de forrageio, relacionando-a diretamente à temperatura das colônias.

Fatores climáticos podem, de fato, afetar a atividade de forrageio de abelhas. O estudo de Borges e Blochtein (2005), por exemplo, avaliou que colônias de *Melipona torrida*, a atividade externa, diferiu entre épocas do ano, especialmente nos horários de maior intensidade de voo e coleta de pólen, na qual se concentrou durante o período matutino, na primavera-verão, enquanto no outono-inverno, estendeu-se desde o final da manhã até à tarde.

Oliveira *et al.* (2012), estudando a influência das variações climáticas na atividade de voo das abelhas jandaíras *Melipona subnitida*, demonstraram que há diferenças comportamentais sobre a atividade de forrageio entre os períodos chuvoso e

seco do ano. Silva (2019) observou que a atividade de voo de *Melipona quadrifasciata* é afetada pela temperatura e umidade nas estações, com relação à influência no material coletado (pólen, néctar, outros materiais) e no descarte de lixo, destacando um melhor desempenho na estação seca quando comparado com a chuvosa para todas as atividades.

As abelhas sem ferrão ou abelhas indígenas pertencem à família Apidae, tribo Meliponini, e geralmente são abelhas muito pequenas, porém robustas, sem ferrão, coloração preta, asas escuras e corbiculadas. Espécies da tribo Meliponini apresenta comportamento eussocial e geralmente são encontrados nas regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, cerca de 60% das espécies ocorrem em florestas tropicais, com ampla diversidade de forma, tamanho e hábitos de nidificação (Carrano-Moreira, 2015; Horas *et al.*, 2017).

As abelhas do gênero *Plebeia* são comumente conhecidas como “mirins” e constroem seus ninhos em ocos de árvores, muros de pedra e barrancos (Nogueira-Neto, 1997). *Plebeia catamarcensis* é uma abelha de tamanho médio que nidifica em substrato altamente condutor nas cidades, ou seja, paredes de concreto. Desta espécie, há estudos sobre as reações da colônia à orfandade, conhecido também como perda da rainha, e ao aparecimento de rainhas virgens (Pinho *et al.*, 2010), efeito de ilhas de calor sobre o voo e as atividades de forrageamento (Zeballos *et al.*, 2022), e recentemente, um estudo sobre o efeito de neonicotinoides em suas colônias (Paula *et al.*, 2023).

Assim, devido a limitação de estudos com essa espécie, e especialmente, considerando que estamos enfrentando períodos com significativas alterações climáticas globais, torna-se de suma importância compreender como o de que maneira o comportamento de forrageamento é influenciado por fatores abióticos associados ao clima. Dessa forma, a presente pesquisa teve como objetivo testar se: (i) a atividade de forrageadoras desta espécie é significativamente influenciada pelas variações de temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade; se (ii) ocorrerá maior taxa de forrageio durante os períodos mais quentes do dia, independentemente da estação analisada; e se (iii) as forrageadoras modificam a frequência de recursos coletados em função das alterações climáticas durante as estações quente-úmida e fria-seca.

Material e Métodos

1. Área de estudo

A coleta de dados ocorreu no campus da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul ($22^{\circ}13'18''$ Sul, $54^{\circ}48'23''$ Oeste), localizado no município de Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. A região é considerada uma zona de transição entre Cerrado e Mata Atlântica, sendo que, de acordo com Zavatini (1992), o clima classifica-se como subtropical úmido, com uma estação quente e úmida, que se estende de novembro a abril, e uma estação fria e seca que ocorre de maio a outubro. As observações foram realizadas entre os meses de agosto de 2022 a abril de 2024.

2. Coleta de dados

A atividade de forrageamento de oito colônias de *P. catamarcensis* foi desenvolvida por meio de observação direta do fluxo de forrageio, que consiste no número de operárias que saem e retornam aos ninhos, bem como do material coletado por elas. As observações foram realizadas das 6h às 18h, em dois dias de cada mês, nas estações quente e úmida (novembro a abril), e fria e seca (maio a outubro). As observações foram realizadas entre os meses de agosto de 2022 a abril de 2024. Cada período de observação ocorreu durante 15 minutos a cada hora. No início de cada observação, foram anotados os valores de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (%) e intensidade de luminosa (Lux) utilizando um medidor multiparâmetro HM 6300 (Highmed).

Para identificação do recurso coletado foi realizada por meio de observação comportamental da operária, conforme a classificação proposta por Carvalho-Zilse *et al.* (2007), na qual o comportamento de voo foi categorizado da seguinte maneira: a) saída, quando a operária se desloca para forragear; b) lixo, ao deixar a colônia com materiais destinados para descarte; c) entrada sem pólen, ao retornar à colônia sem carga polínica aparente e; d) entrada com pólen ou resina, quando retorna com carga visível na corbícula, sendo identificada de acordo com a descrição de Barbosa *et al.* (2020), sendo o pólen caracterizado pela sua aparência granular e a resina por seu aspecto vítreo. As abelhas que apresentavam ausência de carga visível de material, mas exibiam uma aparente distensão abdominal, foram registradas como coletores de néctar ou água. Para as abelhas que não apresentaram uma distensão abdominal visível, a caracterização de néctar foi estabelecida pela diferença entre o número de abelhas saindo do ninho carregando lixo e o número de abelhas retornando com néctar/água (Nunes-Silva, 2007).

3. Análise estatística

Para avaliar a existência de correlações significativas entre as horas do dia e a atividade de forrageio, foi utilizado o Teste de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$). E, para verificar se existem correlações significativas entre o conjunto de variáveis ambientais, como temperatura, luminosidade e umidade relativa do ar, e o fluxo de forrageio, foram realizados Testes de Correlação de Spearman.

Resultados

Um total de 51.562 movimentações de forrageamento foram registradas para *P. catamarcensis* ao longo das duas estações estudadas. Durante a estação quente e úmida apresentaram maior frequência, com total de 28.108 deslocamentos, enquanto que na estação fria e seca, totalizou 23.454. A figura 01 mostra a frequência de entradas e saídas e a tabela 01 apresenta o número total de entradas e saídas por estação, bem como o início das atividades de forrageamento.

Tabela 01: Número total de operárias de *P. catamarcensis* em atividades de forrageamento, entradas e saídas da colônia, por estação.

Estação	Total de forrageadoras ¹	Entradas ²	Saídas ³	Início (horas) ⁴
Quente e úmida	28.108	15.457	12.651	06h
Fria e seca	23.454	12.250	11.204	08h

¹ Número total de abelhas registradas forrageando; ²nº total de abelhas retornando para colônia; ³nº total de abelhas que saíram da colônia; ⁴horário de início da atividade.

A atividade de forrageamento mostrou-se significativamente influenciada por fatores abióticos, como temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa. A temperatura apresentou uma correlação positiva com a frequência de saídas e entradas na colônia em ambas as estações ($rs= 0,40$; $p < 0,05$; quente e úmida; $rs= 0,67$; $p < 0,05$; fria e seca) com o pico de atividade ocorrendo entre 30-33°C na estação quente e 25-

30°C na estação fria (Figura 02). Não foram observadas atividades em temperaturas inferiores a 23°C, em ambas estações.

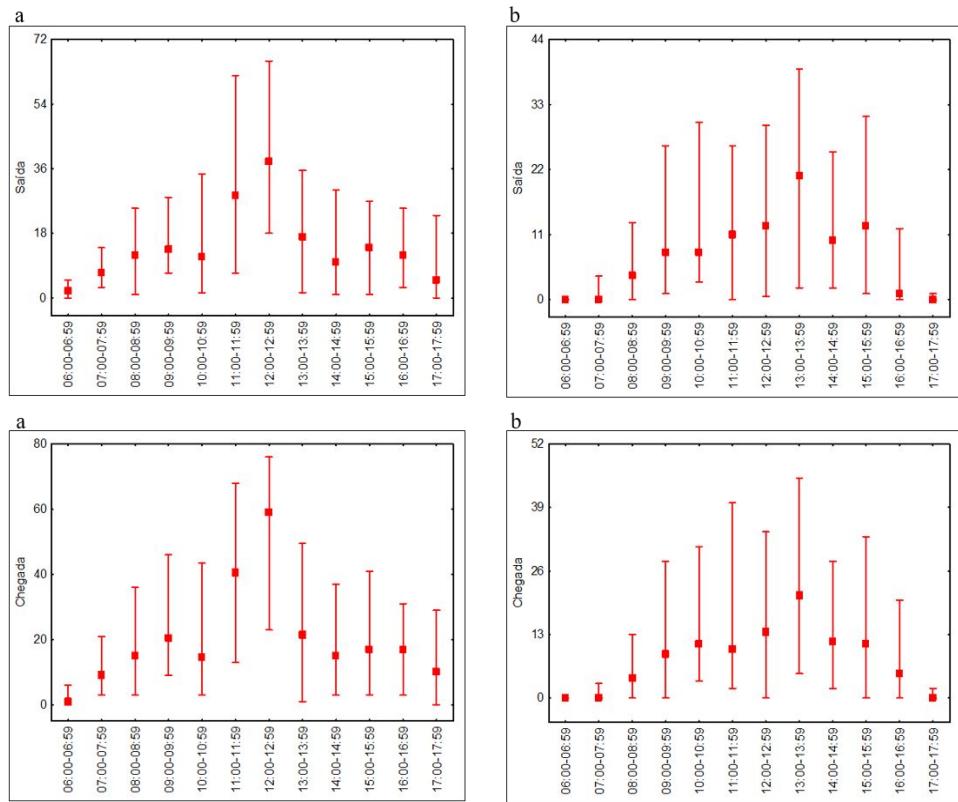


Figura 01. Mediana da frequência de saídas e chegadas para a atividade de forrageio da abelha *Plebeia catamarcensis* ao longo do dia, no período de 06h até às 18h, durante as duas estações do ano: a) estação quente-úmida; b) estação fria-seca.

A umidade relativa por sua vez, apresentou-se de maneira inversa, com uma correlação significativamente negativa (Tabela 02) com acentuada redução no forrageamento em condições de alta umidade, 68% acima, com total ausência de registros da atividade em estudo a partir de 75%, nas duas estações (Figura 02). Além disso, apresentaram um intervalo ideal para forrageamento, na faixa de 60 a 66%, com mediana de 37 saídas e 60 entradas e, 57 a 60% para estação fria e seca, com mediana de 19 saídas e 22 indivíduos retornando ao ninho (Figura 02).

Já em relação a intensidade luminosa, na estação fria e seca as abelhas saem de seus ninhos quando a intensidade de luz está em 333 lux, enquanto na estação quente e úmida, forrageadoras saem quando a intensidade de luz está em 749 lux, variando ao longo do dia atingindo seu pico nas horas mais quentes do dia em ambas estações, por volta das 11h na estação quente e úmida e 12h na fria e seca, e diminuindo gradualmente depois (Figura 02). Os resultados da correlação de Spearman ($rs= 0,10$; p

$< 0,05$, estação quente e úmida; $rs = 0,42$; $p < 0,05$, fria e seca) demonstram que a atividade de voo de *P. catamarcensis* é afetada pela baixa intensidade de luz, e as forrageadoras diminuem sua atividade, atuando de forma diferente entre as duas estações estudadas.

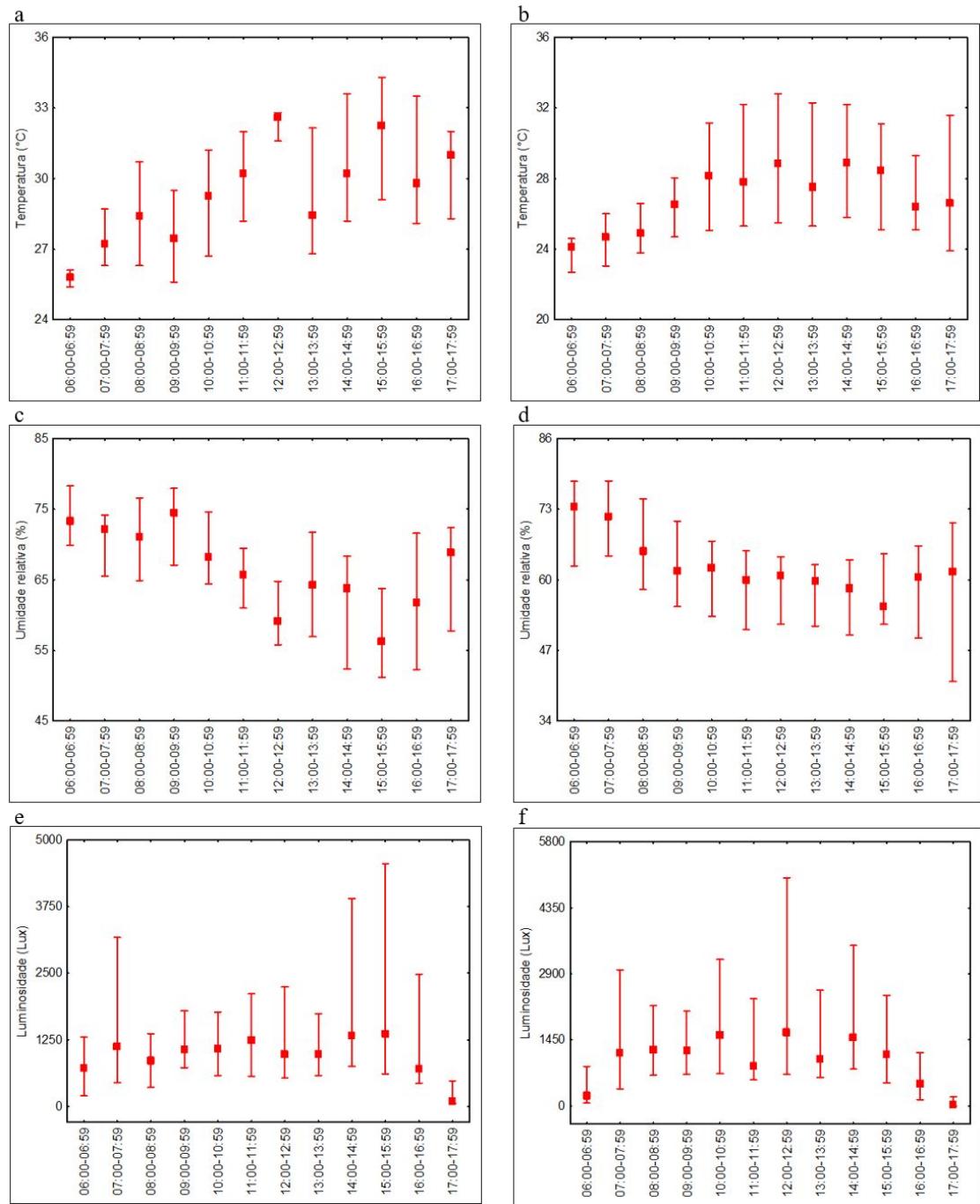


Figura 02. Mediana da frequência de saídas para atividade de forrageio da abelha *Plebeia catamarcensis* em função da temperatura (a,b), umidade relativa (c,d) e intensidade luminosa (e, f) ao longo do dia nas duas estações do ano. Estação quente e

úmida, gráficos à esquerda; e Estação fria e seca, gráficos à direita.

Quanto aos recursos coletados, néctar/água foram os mais transportados, seguidos pela coleta de pólen, barro/resina (Figura 03), nas duas estações, diferindo apenas na frequência no qual esses recursos foram coletados, apresentando picos de coleta nos períodos mais quente do dia, entre 11h e 12h, com mais de 40 retornos, na estação quente e, 13h na estação fria e seca. A coleta de néctar/água ocorreu durante todo o período de atividade forrageadora, não havendo preferência de horário, em ambas as estações.

Na estação quente e úmida pólen foi coletado com maior frequência no período matutino (entre 9h e 12h), com pico entre 9h e 11h (Figura 03). Por outro lado, na estação fria e seca, a coleta de pólen iniciou-se às 8h e estendeu-se até 15h, havendo menor frequência, com pico das 11h às 13h.

Barro/resina foi o material menos transportado pelas operárias durante a atividade de forrageio. Na estação quente e úmida foi coletado tanto de manhã quanto à tarde (Figura 03), já na estação fria e seca a coleta deste item foi maior à tarde (Figura 03).

A limpeza do ninho ocorreu durante o período da tarde em ambas as estações com pico às 12h na estação quente e úmida, contudo, na estação seca e fria, a frequência foi menor (Figura 03).

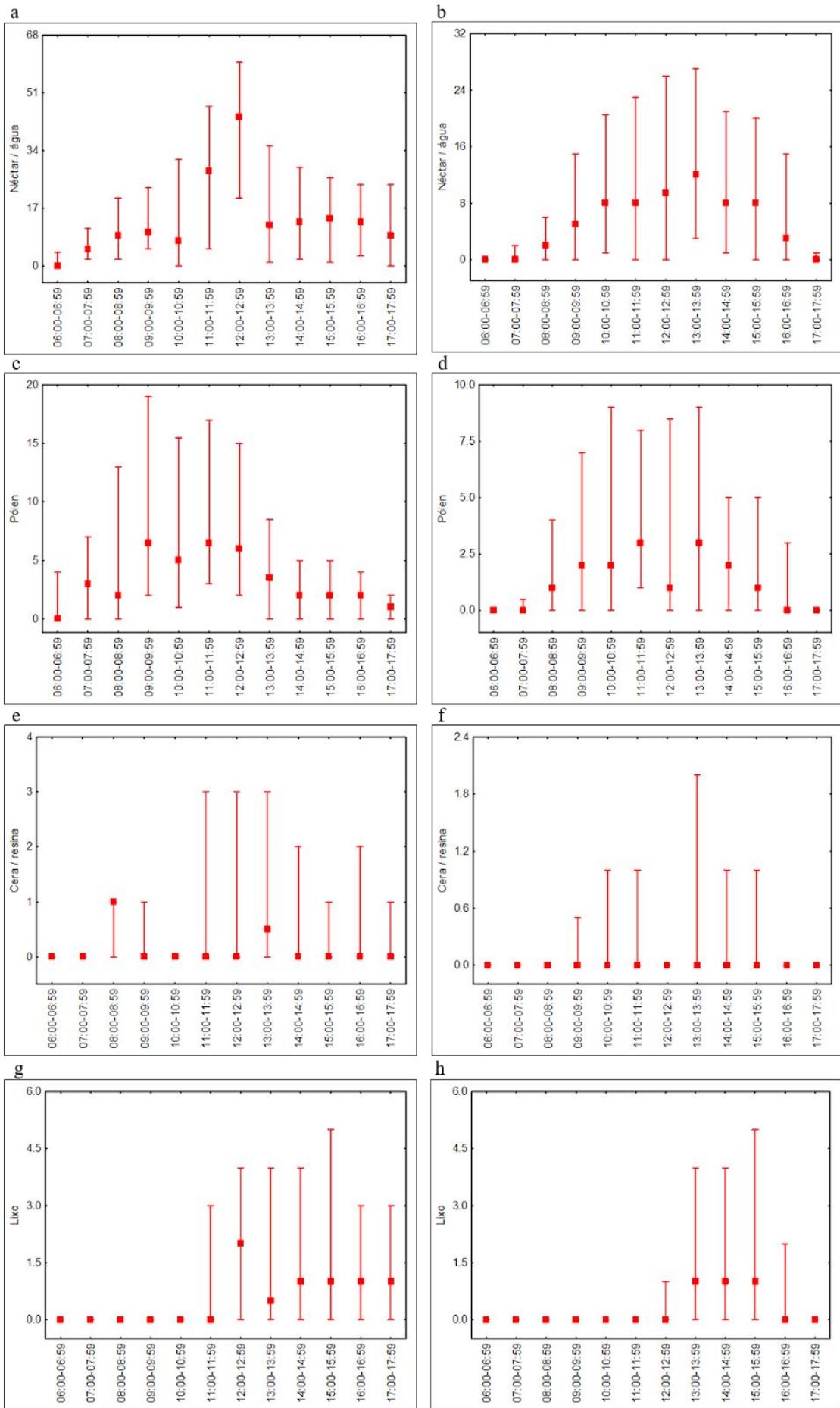


Figura 03. Mediana da frequência de coleta de néctar/água (a, b); de pólen (c, d); de barro/resina (e, f); e retirada de detritos (g, h) da abelha *Plebeia catamarcensis* de acordo com as horas do dia nas estações estação quente e úmida (gráficos à esquerda) e estação fria e seca (gráficos à direita).

De acordo com o teste de Correlação de Spearman há uma correlação significativa e positiva entre a atividade de forrageio desta espécie com a intensidade luminosa ($rs= 0,10$; $p < 0,05$, quente e úmida; $rs= 0,42$; $p < 0,05$, fria e seca) e temperatura ($rs= 0,40$; $p < 0,05$, quente e úmida; $rs= 0,67$; $p < 0,05$, fria e seca) em ambas estações (Tabela 02). E há uma correlação negativa para umidade relativa do ar ($rs= -0,24$; $p < 0,05$, quente e úmida; $rs= -0,50$; $p < 0,05$, fria e seca) (Tabela 02). Em relação aos tipos de recursos coletados, houve uma correlação positiva entre a temperatura e a intensidade luminosa para os itens pólen, néctar /água e barro/resina em ambas as estações, contudo, a umidade relativa do ar apresentou uma correlação negativa para as duas estações (Tabelas 03 e 04).

Tabela 02. Teste de Correlação de Spearman rank (rs) entre o comportamento de saídas da abelha *Plebeia catamarcensis* e condições climáticas em ambas estações ($p < 0,05$).

Fatores climáticos	Temperatur	Umidade relativa	Intensidade
	a		luminosa
Fria e seca	0,668096	-0,492391	0,420375
Quente e úmida	0,402306	-0,243143	0,094190

Tabela 03 Teste de Correlação de Spearman rank (rs) para cada item coletado ($p < 0,05$), estação quente e úmida.

Fatores climáticos	Pólen	Barro/resina	Néctar/Água	Lixo
Temperatura	0,253096	0,313425	0,431545	0,378730
Umidade relativa %	-0,125230	-0,233063	-0,266466	-0,265087
Intensidade luminosa	0,159887	0,122449	0,146564	0,103410

Tabela 04. Teste de Correlação de Spearman rank (rs) para cada item coletado ($p<0,05$), estação fria e seca.

Fatores climáticos	Pólen	Barro/resina	Néctar/Água	Lixo
Temperatura	0,568415	0,432598	0,693676	0,451467
Umidade relativa %	-0,434918	-0,317939	-0,485131	-0,374797
Intensidade luminosa	0,360938	0,190173	0,412511	0,172328

Discussão

Os dados apresentados sugerem que a atividade de forrageamento em *P. catamarcesis* é influenciada pelas condições ambientais, sendo a temperatura e a umidade relativa do ar as que apresentaram maior influência. De acordo com Souza e Gimenes (2022), os fatores abióticos podem influenciar a atividade de forrageamento de forma conjunta ou separada, mas sabe-se que eles são determinantes para a atividade de forrageio. Além dos fatores ambientais, o horário de início das atividades externas também é influenciado pelo tamanho corpóreo da abelha (Carvalho-Zilse *et al.*, 2007).

Algumas abelhas, sobretudo as nativas, por possuírem um tamanho corporal pequeno, possuem grande quantidade de troca de calor com o ambiente, resultando em maior custo energético, o que as torna mais dependentes da temperatura ambiente do que espécies maiores (Teixeira e Campos, 2005; Carvalho-Zilse *et al.*, 2007), o que explica um início das atividades tardias, durante a estação fria e seca, quando comparada com a estação quente e úmida.

De acordo com as observações de Teixeira e Campos (2005), forrageadoras de *Plebeia droryana* e *Plebeia lucii*, em média, iniciam suas atividades acima de 20°C. Do mesmo modo, Silva *et al.* (2019) constataram que abelhas de *Plebeia* aff. *flavocincta* não apresentam atividade de forrageio em temperaturas abaixo de 24,6°C, semelhantes aos dados encontrados no presente estudo, indicando que abelhas destas espécies precisam de temperaturas relativamente mais altas para forragear. No entanto, forrageadoras de *Plebeia pugnax* são capazes de forragear em temperaturas relativamente baixas, iniciando suas atividades a 14°C, com um aumento ao longo do

dia, atingindo um pico de forrageamento entre 11h e 13h, conforme relatado por Hilário *et al.* (2001). Para o autor, parâmetros fisiológicos desconhecidos podem atuar no início das atividades externas, visto que esta espécie possui tamanho semelhante à de outras espécies do gênero.

Os dados apresentados neste estudo sugerem que temperatura e umidade relativa desempenham um papel importante na regulação da atividade de forrageamento de *P. catamarcensis*, com implicações na distribuição espacial e temporal da espécie. Os elementos climáticos exercem influência diretamente proporcional, positiva no comportamento avaliado, ou seja, maior atividade de forrageamento nos horários mais quentes e iluminados do dia. Esse fator pode estar relacionado à orientação utilizada pelas abelhas de acordo com a posição do sol, uma vez que a intensidade luminosa auxilia as abelhas na orientação na busca de recursos florais durante a atividade de voo (Polatto *et al.*, 2014). Soares (2016) identificou resultados semelhantes em *Trigona spinipes* e também sugere que o aumento da temperatura e luminosidade provavelmente esteja relacionado com uma maior incidência de radiação solar no local, tornando o ambiente mais favorável à sua movimentação.

Por outro lado, diferente do observado para umidade relativa, que apresenta proporção inversa e negativa, com picos de atividades em períodos de menor porcentagem de umidade relativa do ar. *P. catamarcensis* forrageiam em uma faixa de umidade relativa, de 57% a 67%, a correlação negativa com umidade relativa do ar pode estar relacionada à evolução desses indivíduos ao longo da história. Segundo a literatura, os meliponíneos são abelhas mais derivadas, as quais teriam se diferenciado em uma região com clima semiárido temperado, apresentando maior abundância e diversidade em regiões semidesérticas do que em regiões de clima temperado ou tropicais úmidas, sugerindo uma preferência por habitats com distribuição restrita a regiões semiáridas (Silveira *et al.*, 2002).

O que não ocorre com *Melipona subnitida*, que apresenta alta atividade de forrageio mesmo em ambientes com alta umidade (Oliveira *et al.*, 2012), assim como foi registrado para *M. quadrifasciata* e *M. scutellaris*, mas em ambas as espécies reduzem suas atividades nas horas mais quentes do dia, 12h e 13h (Carneiro, 2021).

Segundo Oliveira Filho (2023), ao analisar a influência das variações climáticas na atividade de forrageio de *Scaptotrigona* aff. *depilis* em uma área urbana e conservada, obteve o mesmo padrão do presente estudo para a área urbana, em que o aumento da coleta de recursos estava relacionado ao aumento da temperatura e

diminuição da umidade relativa, contudo, na área conservada, a maior entrada de alimento ocorreu no período com menor temperatura, com registros de entradas a partir de 27°C nas primeiras horas do dia. Segundo o autor, o crescimento da atividade de forrageio com o passar da manhã pode estar relacionado à oferta de alimento no ambiente circundante, que demanda mais tempo e energia no ambiente em busca de recursos, se comparadas às colônias da área conservada, que teoricamente possuem uma maior oferta de alimento no seu entorno.

Para Oliveira Filho (2023), é provável que, devido à menor disponibilidade de alimento no entorno urbano, as abelhas busquem alimento de forma constante. Ao contrário, na área com maior disponibilidade de recursos, a coleta é concentrada nas primeiras horas do dia, reduzindo ao longo da manhã, talvez por já encontrarem os recursos nos horários em que as plantas os secretam com maior abundância, reduzindo assim o recrutamento de operárias ao longo do período.

Além disso, a intensidade luminosa influenciou no início e término das atividades, não havendo entrada e saída de abelhas quando não havia luz, havendo redução no número de abelhas a partir das 17h, até cessar completamente a atividade por volta das 18h. Resultados semelhantes foram encontrados por Gouw e Gimenes (2013), estudando *M. scutellaris* e *Friesomelitta doederleini*, e por Ribeiro (2023), com *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata*. De acordo com Hilário *et al.* (2001), forrageadoras de *P. pugnax* aumentam a atividade de voo à medida que a intensidade da luz aumenta, atingindo pico por volta de 12h, que diminui gradualmente depois, com uma luminosidade ideal para forrageamento a partir de 20.000 lux.

Em observações de Oliveira *et al.* (2012) *M. subnitida* também teve como recurso mais coletado o néctar/água, sendo-os transportados principalmente durante o período da manhã em ambas as estações, representando mais de 70% dos recursos obtidos na estação quente e úmida e mais de 60% na estação fria e seca. Os resultados de Olivera *et al.* (2012), comparados com os registrados neste estudo, certamente refletem diferenças interespecíficas, já que são espécies diferentes e foram observadas em ambientes diferentes, logo, os fatores climáticos agem em intensidades e maneiras distintas sobre as colônias de cada espécie.

Já em estudos de Nanzer (2017) verificaram que, na estação quente e úmida, a espécie *T. angustula* coleta pólen desde os primeiros horários, diminuindo gradativamente nas horas seguintes, semelhante ao que encontramos em *P. catamarcensis*. Outros estudos também indicam a atividade de coleta de pólen

principalmente de manhã, como *M. subnitida* (Oliveira *et al.*, 2012), *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata* (Carneiro, 2021) e Ribeiro (2023), também estudando as espécies de *M. scutellaris* e *M. quadrifasciata*.

A preferência pela coleta de pólen pela manhã pode estar relacionada à estratégia das forrageiras de evitarem a competição por um recurso que se torna escasso ao longo do dia. Resultados semelhantes, em relação à coleta de pólen, para *P. catamarcensis*, foram registrados por Zeballos *et al.* (2022), sendo que em ambos os estudos ocorreram em áreas antropizadas. Possivelmente, em áreas mais preservadas, onde há uma maior diversidade de espécies vegetais com pólen, as abelhas modulam a coleta de pólen para o dia todo (Carvalho-Zilse *et al.*, 2007).

Já os registros sobre coleta de barro/resina, tanto *P. catamarcensis*, neste estudo, quanto *M. subnitida* de Oliveira *et al.* (2012), coletam em ambos os períodos nas duas estações, contudo, *M. subnitida* concentrou a coleta no período da manhã em 84,96% das vezes na estação quente e úmida, e 55,81% no período da tarde na estação fria e seca, o que não foi identificado em *P. catamarcensis*, que demonstram não ter preferência no horário de coleta desses recursos.

P. catamarcensis utiliza a resina ou cera para cobrir a entrada de seus ninhos ao entardecer e remove ao amanhecer, sendo esse comportamento modulado por condições externas, do ambiente e também internas da colônia, isso porque a abertura da entrada do ninho ocorre após 23°C, porém, foi verificado que algumas colônias permanecem fechadas mesmo a 25°C. Curiosamente, assim como *P. catamarcensis*, a abelha mirim *Friesella schrottkyi* executa comportamento semelhante, utilizando este recurso para vedar a entrada de seu ninho (Nogueira-Neto, 1997).

Quanto à limpeza do ninho, *P. catamarcensis* executa a retirada de lixo apenas no período da tarde, em ambas as estações. Diferente do comportamento de *M. subnitida* (Oliveira *et al.*, 2012), que realiza a retirada de lixo do interior da colônia em ambos os períodos (manhã e tarde) nas duas estações, mas apresenta maior frequência no período da manhã, 67,48% na estação quente e úmida e 83,33% na estação fria e seca. Já *M. quadrifasciata* não apresenta preferência de período para a realização desta atividade (Carneiro, 2021). Esta diferença provavelmente pode estar relacionada ao fato de que, na estação quente e úmida, possuir mais recursos disponíveis, proporcionando que a colônia se desenvolva mais, gerando uma demanda maior de coleta, mas também o aumento na produção e de dejetos que precisam ser eliminados.

Os dados observados, para saídas e entradas na colônia, confirmados pelos testes de correlação de Spearman, demonstraram que há correlação positiva entre o aumento de temperatura e luminosidade e maior demanda na coleta de recursos (barro/resina, néctar/ água e pólen) e limpeza do ninho, mas essas atividades apresentam correlação negativa para a umidade relativa do ar, em ambas estações. Contudo, Oliveira *et al.* (2012) obtiveram resultados inversos, registrando uma correlação positiva entre a umidade relativa e o transporte de pólen, por exemplo, em ambas as estações, enquanto a temperatura apresentou correlação positiva somente para coleta de néctar/água no período seco do ano.

Assim, nossos resultados demonstram que as condições climáticas influenciam diretamente no comportamento de forrageamento em *P. catamarcensis*. Além disso, outros fatores, tais como o tipo de ambiente, os recursos disponíveis e ainda questões intrínsecas da própria colônia, são importantes para regular a intensidade de forrageio.

Conclusão

Nossos resultados confirmam a primeira hipótese que a atividade forrageadora de *P. catamarcensis* é influenciada por fatores climáticos, sobretudo, quando as temperaturas estão mais altas e a umidade relativa em porcentagem média, as operárias forrageiam com maior intensidade. Ademais, há também um limite de intensidade de luz para a saída de forrageadoras do ninho.

Além disso, demonstramos que as forrageadoras de *P. catamarcensis* apresentam maior taxa de forrageio durante as horas mais quentes do dia em ambas estações, e que alteram a coleta de recursos nas estações para adequar-se às necessidades das colônias. Néctar/água foram os recursos mais coletados em ambas as estações, contudo, a frequência de coleta diminuiu durante a estação seca e fria, o que indica que as forrageiras adequaram seu comportamento de coleta de acordo com a disponibilidade dos recursos e necessidade da colônia.

Referências Bibliográficas

Abelhas (2015) Qual distância uma abelha percorre para coletar alimento nas flores? Disponível em: <<https://abelha.org.br/faq/28-qual-distancia-uma-abelha-percorre-para-coletar-nectar/>> Acesso em: 08 dez. 2024.

Barbosa AB da S, Meneses HM, Rosa FL, & Freitas BM (2020) Flight Activity of the Stingless Bee *Plebeia* aff. *flavocincta* in Tropical Conditions as Indicator of the General Health of the Colony. *Sociobiology*, 67(4), 545–553. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v67i4.4926>

Borges VB, Blochtein FB (2005) 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*, 22(3), 680–686. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000300025>

Carneiro AM (2021) Padrão no uso de recursos e compartilhamento de nicho de *Melipona quadrifasciata* e *M. scutellaris* (Apidae, Meliponini) em remanescente de Floresta Atlântica no nordeste brasileiro. In: Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal da Paraíba, curso de Ciências Biológicas. João Pessoa, PB

Carrano-Moreira FA (2015) Insetos: manual de coleta e identificação. Rio de Janeiro: Technical Books. 2 ed, pp 369

Carvalho-Zilse G, Porto EL, Silva CGN, Pinto MFC (2007) Atividade de voo de operárias de *Melipona seminigra* (Hymenoptera: Apidae). *Bioscience Journal*. Uberlândia, v. 23, Supplement 1, p. 94-99. Grupo de Pesquisas em Abelhas - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Correia FC da S, Peruquetti RC, Silva AR da, Gomes FA (2017) Influência da temperatura e umidade nas atividades de voo de operárias de *Melipona eburnea* (Apidae, Meliponina). Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, 20(2). <https://doi.org/10.25110/arqvet.v20i2.5816>

Gouw MS, Gimenes M (2013) Differences of the Daily Flight Activity Rhythm in two Neotropical Stingless Bees (Hymenoptera, Apidae). *Sociobiology*, 60(2), pp. 183-189

Hilário SD, Imperatriz-Fonseca VL, Kleinert AMP (2001) Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (IN LITT.) (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia*, 61(2): 191-196.

Horas RM, Silva LR da, Gomes MO, Alves TTL, Holanda-Neto JP de, Silva RHD da (2017) Fluxo de entrada e saída da abelha Jati (*Plebeia flavocincta*) em meliponário didático no Município de Ouricuri-PE. *Caderno Verde De Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 7(1), 39–42 -

Hrncir M, Maia-Silva C (2013) On the diversity of foraging-related traits in stingless bees. *Pot- Honey: A legacy of stingless bees*. New York, NY: Springer New York, 201-215.

Menezes C, Alves D de A, Lucena DAA, Almeida EAB (2023) Abelhas sem ferrão relevantes para a meliponicultura no Brasil. São Paulo, SP: Abelha. Recuperado de <https://abelha.org.br/formulario-e-book-abelhas-sem-ferrao-relevantes-para-a-meliponicultura-no-brasil/>

Nanzer SLL (2017) Influência de forrageamento das abelhas sem ferrão *Tetragonisca angustula* e *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera, Apidae) In: Trabalho de conclusão de curso, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP. pp 30

Nogueira-Neto P (1997) Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. Editora Nogueirapis, São Paulo, pp 445

Nunes-Silva P (2007) A organização e a ritmicidade no forrageamento e na enxameação de *Plebeia remota* (Holmberg, 1903) (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia, pp 101

Oliveira Filho EVD (2023) Efeito das diferentes paisagens da Caatinga sobre a taxa de postura e coleta de recursos de *Scaptotrigona aff. depilis* (Apidae: Meliponinae)

Oliveira FL, Dias VHP, Costa EM, Filgueira MA, Sobrinho JE (2012) Influência das variações climáticas na atividade de voo das abelhas jandaíras *Melipona subnitida* Ducke (Meliponinae). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 3, pp 598-603

Paula MC, Batista NR, Cunha DADS, Santos PGD, Antonialli-Junior WF, Cardoso CAL, Simionatto E (2023) Impacts of the insecticide thiamethoxam on the native stingless bee *Plebeia catamarcensis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Environ Pollut. Dec 15;339:122742. doi: 10.1016/j.envpol.2023.122742. Epub 2023 Oct 13. PMID: 37839683

Pinho OC de, Balestieri JBP, Balestieri FCDLM (2010) Respostas de colônias de *Plebeia catamarcensis* Holmberg (Hymenoptera, Apidae, Meliponina) à orfandade. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 8, n. 2, pp 201-207

Polatto LP, Chaud-Netto J (2013) Influência de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) no uso dos recursos florais mais abundantes e atrativos em uma comunidade vegetal. Neotropical Entomology, 42, 576–587. <https://doi.org/10.1007/s13744-013-0165-x>

Ribeiro GE (2023) Padrão de atividade diária de *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 e *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (Apidae, Meliponini) e a influência dos fatores climáticos

Silva JG da, Meneses HM, Freitas BM (2019) Foraging behavior of the small-sized stingless bee *Plebeia aff. flavocincta*. Revista Ciência Agronômica, 50(3): 484-492. 10.5935/1806-6690.20190057

Silva SC (2019) Influência da temperatura e umidade sobre as atividades de voo e sobrevivência de *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). In: Dissertação (mestrado) Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras. pp 33-34.

Silveira FA, Melo GAR, Almeida EAB (2002) Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. 2^a ed. Belo Horizonte, pp 253

Soares KO (2016) Comportamento forrageiro de *Trigona spinipes*. Monografia (TCC) - Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia PB

Souza NC, Gimenes M (2022) Atividade das abelhas do gênero *Melipona* e a influência dos fatores meteorológicos e oferta de recursos florais. XXV Seminário de Iniciação Científica da UEFS - Semana Nacional de Ciências e Tecnologia

Teixeira LV, Campos FNM (2005) Início da atividade de voo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. Revista Brasileira de Zoociências, 7(2): 195-202

Zavatini JA (1992. Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. Geografia (Rio Claro) Ageteo. 17:65-91

Zeballos M, Calvino AA, Zamudio F (2022) Is the flight and foraging activity of small-size stingless bee affected by the urban heat island? The case of *Plebeia catamarcensis* (Meliponini) in Cordoba city (Argentina). Journal of Apicultural Research. 61 (5): 632-641. <https://doi.org/10.1080/00218839.2022.2110431>