REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2025 - **Accepted:** 13/10/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/580c6a53
Pages: 1-14

FLUXO DE ATIVIDADE EXTERNA EM OPERÁRIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.)

EXTERNAL ACTIVITY FLOW IN AFRICANIZED HONEYBEE WORKERS (*Apis mellifera* L.)

FLUJO DE ACTIVIDAD EXTERNA EN OBRERAS DE ABEJAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.)

Nadison Barbosa Santana
Mestrando em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: nadisonbs@gmail.com

Uanderson Gomes Santos
Graduando em Engenharia Agronômica, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: uandersongomesagro@gmail.com

Milena Conceição de Jesus
Mestranda em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: milenaconceicao772@gmail.com

Jackson de Jesus dos Santos
Graduando em Engenharia Agronômica, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: jackson1979@aluno.ufrb.edu.br

Emmanuel Emydio Gomes Pinheiro
Doutorando em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: emmanuel.pinheiro@gmail.com

Geni da Silva Sodré
Doutora em Entomologia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: geni@ufrb.edu.br

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho
Doutor em Entomologia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil
E-mail: calfredo@ufrb.edu.br

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2025 - **Accepted:** 13/10/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/580c6a53
Pages: 1-14

Resumo

O comportamento de forrageamento das abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) reflete a influência de fatores ambientais e sazonais, sendo o fluxo de entrada e saída das colmeias um importante indicador da atividade externa das operárias. Compreender essas variações ao longo do dia contribui para aprimorar o manejo e a produtividade das colônias. Dessa forma, este estudo teve como objetivo avaliar o fluxo de entrada e saída de abelhas africanizadas em colmeias padrão Langstroth. Foram realizadas observações semanais, ao longo de um mês, em 32 colônias, nos períodos das 10h às 11h e das 15h às 16h, totalizando 512 registros (256 entradas e 256 saídas). O fluxo de entrada variou de 15 a 1117 abelhas (média = 299,65; mediana = 251; DP = 203,7), enquanto o de saída variou de 0 a 946 (média = 150,37; mediana = 90; DP = 169,21). Os dados revelaram que o fluxo de entrada foi significativamente maior que o de saída ($p < 0,05$), com maior atividade no período matutino, embora sem diferença estatística entre os horários ($p > 0,05$). A correlação entre temperatura (21 °C a 25 °C) e fluxo foi fraca e não significativa (entrada: $r = –0,05$; saída: $r = 0$; $p > 0,05$). Esses resultados contribuem para a compreensão do comportamento forrageador de abelhas africanizadas e podem subsidiar estratégias de manejo.
Palavras-chave: Comportamento; Dinâmica populacional; Forrageamento.

Abstract

The foraging behavior of Africanized honeybees (*Apis mellifera*) reflects the influence of environmental and seasonal factors, with the flow of entry and exit from hives constituting an important indicator of the external activity of worker bees. Understanding these variations throughout the day contributes to improving colony management and productivity. Accordingly, this study aimed to evaluate the entry and exit flow of Africanized honeybees in standard Langstroth hives. Weekly observations were conducted over one month in 32 colonies, during the periods from 10:00 to 11:00 a.m. and from 3:00 to 4:00 p.m., totaling 512 records (256 entries and 256 exits). The entry flow ranged from 15 to 1,117 bees (mean = 299.65; median = 251; SD = 203.7), whereas the exit flow ranged from 0 to 946 bees (mean = 150.37; median = 90; SD = 169.21). The data revealed that the entry flow was significantly higher than the exit flow ($p < 0.05$), with greater activity during the morning period, although no statistical difference was observed between the time intervals ($p > 0.05$). The correlation between temperature (21 °C to 25 °C) and flow was weak and not significant (entry: $r = –0.05$; exit: $r = 0$; $p > 0.05$). These results contribute to the understanding of the foraging behavior of Africanized honeybees and may support management strategies.
Keywords: Behavior, Population dynamics, Foraging.

Resumen

El comportamiento de forrajeo de las abejas africanizadas (*Apis mellifera*) refleja la influencia de factores ambientales y estacionales, siendo el flujo de entrada y salida de las colmenas un importante indicador de la actividad externa de las obreras. Comprender estas variaciones a lo largo del día contribuye a mejorar el manejo y la productividad de las colonias. De este modo, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el flujo de entrada y salida de abejas africanizadas en colmenas estándar Langstroth. Se realizaron observaciones semanales, durante un mes, en 32 colonias, en los periodos de 10:00 a 11:00 h y de 15:00 a 16:00 h, totalizando 512 registros (256 entradas y 256 salidas). El flujo de entrada varió de 15 a 1117 abejas (media = 299,65; mediana = 251; DE = 203,7), mientras que el de salida varió de 0 a 946 (media = 150,37; mediana = 90; DE = 169,21). Los datos revelaron que el flujo de entrada fue significativamente mayor que el de salida ($p < 0,05$), con mayor actividad en el periodo matutino, aunque sin diferencia estadística entre los horarios ($p > 0,05$). La correlación entre la temperatura (21 °C a 25 °C) y el flujo fue débil y no significativa (entrada: $r = –0,05$; salida: $r = 0$; $p > 0,05$). Estos resultados contribuyen a la comprensión del comportamiento forrajero de las abejas africanizadas y pueden sustentar estrategias de manejo.
Palabras clave: Comportamiento; Dinámica poblacional; Forrajeo.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2025 - **Accepted:** 13/10/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/580c6a53
Pages: 1-14

1. INTRODUÇÃO

A apicultura exerce um papel fundamental tanto na manutenção ambiental quanto na produção agrícola, ao promover a polinização e fornecer produtos de elevado valor econômico, como mel, cera e própolis (Etxegarai-Legarreta; Sanchez-Famoso, 2022; Papa *et al*., 2022). Dentre as subespécies de *Apis mellifera*, destacam-se as abelhas africanizadas, reconhecidas por sua elevada adaptabilidade e resistência a condições ambientais adversas (Klein *et al*., 2007; Ilyasov *et al.,* 2020).

Resultantes do cruzamento entre abelhas africanas e europeias, as abelhas africanizadas destacam-se pelo comportamento defensivo e pela formação de colônias altamente produtivas (Everitt *et al*., 2023). Essas colônias empregam estratégias comunicativas sofisticadas que favorecem a exploração eficiente de recursos florais (Alves *et al*., 2023), contribuindo para efeitos positivos na polinização e no rendimento produtivo das culturas agrícolas (Santana *et al*., 2025).

A atividade de voo, também conhecida como atividade externa, refere-se à saída ou entrada das abelhas, com ou sem material (Hilário; Ribeiro; Imperatriz-Fonseca, 2012). Este é um aspecto essencial do comportamento das abelhas, envolvendo a dinâmica das operações realizadas pelas operárias fora da colmeia, como a coleta de néctar e pólen, além da defesa da colônia (Moreno; Arenas, 2024).

As influências no comportamento de uma colônia podem ser categorizadas em dois amplos conjuntos: variáveis externas e variáveis internas. As variáveis externas incluem fatores climáticos, como temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, bem como a disponibilidade de recursos, que podem determinar o fluxo em intensidades divergentes (Capela *et al*., 2023).

As variáveis internas englobam os comportamentos inerentes à colônia, como a produção de feromônios, a divisão de tarefas e a manutenção do equilíbrio interno (Corby-Harris *et al*., 2022). Os elementos bióticos e abióticos mantêm uma inter-relação contínua, exercendo influência direta sobre as atividades internas e externas das colmeias, que vão desde a construção de células e o armazenamento

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2025 - **Accepted:** 13/10/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/580c6a53
Pages: 1-14

de alimentos até os padrões de forrageamento (Capela *et al*., 2023; Chaand *et al*., 2017; Kanazoe *et al*., 2023; Nabti *et al*., 2022; Oliveira *et al*., 2012).

Compreender essas atividades é fundamental para otimizar as práticas de manejo apícola e garantir a saúde e a produtividade das colônias. Esses dados são especialmente úteis para os produtores, fornecendo ferramentas práticas tanto para o manejo quanto para programas de pesquisa. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar o fluxo de entrada e saída de abelhas africanizadas (*A. mellifera*) em colmeias padrão Langstroth.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Apiário do Grupo de Pesquisa Insecta, pertencente à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), situado no Núcleo de Produção e Experimentação Animal da Fazenda Experimental (12°40'18.3"S; 39°04'39.6"W; 220 m de altitude).

As observações ocorreram semanalmente, durante quatro semanas, nos intervalos das 10h às 11h e das 15h às 16h, no mês de fevereiro de 2024. Esses horários foram selecionados com base em registros prévios do comportamento diário de *A. mellifera*, que apontam picos naturais de forrageamento no início da manhã e no final da tarde. Assim, buscou-se avaliar o fluxo de atividade em um intervalo intermediário, representativo de condições regulares de voo e adequado à padronização dos registros entre colônias. Os dados climáticos referentes à temperatura do ar nos horários das avaliações foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2024), com o objetivo de verificar possíveis correlações entre essa variável e o fluxo de abelhas. Outros fatores ambientais não foram considerados na análise.

Para cada avaliação, os observadores posicionaram-se a aproximadamente 1 m das colmeias e realizaram a contagem das abelhas que entravam e saíam, utilizando dois contadores analógicos (um para entrada e outro para saída). Cada observação teve duração máxima de cinco minutos, conforme metodologia adaptada (Souza *et al*., 2006; Oliveira *et al*., 2012; Nascimento *et al*., 2012). As

REMUNOM
ISSN 2178-6925

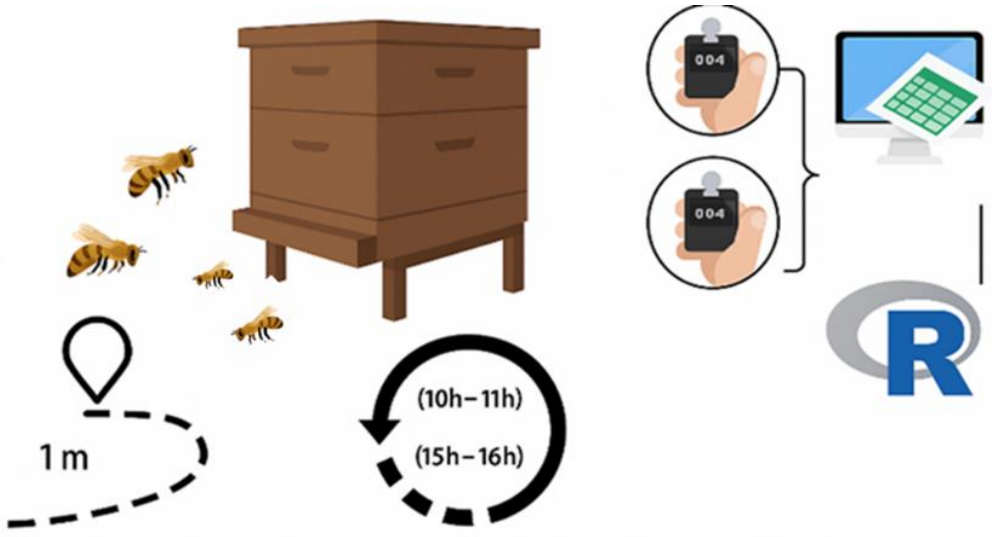
Received: 13/10/2025 - **Accepted:** 13/10/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/580c6a53
Pages: 1-14

avaliações foram conduzidas simultaneamente por quatro observadores treinados, de modo que todas as 32 colônias fossem monitoradas dentro do mesmo intervalo de uma hora, assegurando a padronização das condições de observação. A Figura 1 ilustra o esquema da metodologia adotada.

Os dados foram analisados estatisticamente utilizando o software R Core Team (2024). Inicialmente, realizou-se uma análise descritiva para compreender a distribuição das variáveis do estudo. O teste de Shapiro-Wilk foi empregado para avaliar a normalidade dos dados de fluxo, com a hipótese nula de que os dados seguem uma distribuição normal. Quando a normalidade não foi observada, utilizou-se o teste de Mann-Whitney para comparar as diferenças entre os horários, mantendo a hipótese nula de que não há diferença entre os grupos.

Adicionalmente, foi realizada uma análise de correlação com o coeficiente de correlação de Spearman. Os valores do coeficiente variam de -1 a 1, onde valores próximos de -1 indicam uma correlação negativa forte, valores próximos de 1 indicam uma correlação positiva forte, e valores próximos de 0 indicam uma correlação fraca ou inexistente. O p-valor associado foi usado para determinar a significância estatística da correlação, com um nível de significância $\alpha = 0,05$. Para p-valores $\geq 0,05$, a hipótese nula não foi rejeitada.

Figura 1. Esquema ilustrativo da metodologia de avaliação do fluxo de entrada e saída de abelhas *A. mellifera*.



REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2025 - **Accepted:** 13/10/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/580c6a53
Pages: 1-14

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo analisou 512 observações, com 256 para entrada e 256 para saída. O fluxo de entrada variou de 15 a 1117 abelhas (média de 299,65, desvio-padrão de 203,7), enquanto o fluxo de saída variou de 0 a 946 abelhas (média de 150,37, desvio-padrão de 169,21). O teste de Shapiro-Wilk indicou que os dados não seguem uma distribuição normal ($p < 0,05$). A comparação entre os fluxos, realizada pelo teste de Mann-Whitney, mostrou uma diferença significativa ($p < 0,05$), com o fluxo de entrada sendo significativamente maior que o fluxo de saída (Tabela 1).

Tabela 1. Estatísticas descritivas do fluxo de abelhas.

Fluxo	N	Min. – Máx.	Média	Mediana	Desvio-padrão	Shapiro-Wilk (p)	Mann-Whitney (p)
Entrada	256	15,0-1117,0	299,65	251,0	203,70	< 0,001	< 0,001
Saída	256	0,0-946,0	150,37	90,0	169,21	< 0,001	

Os valores médios de entrada no período das 10h às 11h foram superiores aos observados entre 15h e 16h; no entanto, o teste de Mann-Whitney não indicou diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). O mesmo padrão foi observado no fluxo de saída, com valores médios maiores no período matutino, mas também sem significância estatística ($p > 0,05$) (Tabela 2; Figura 2).

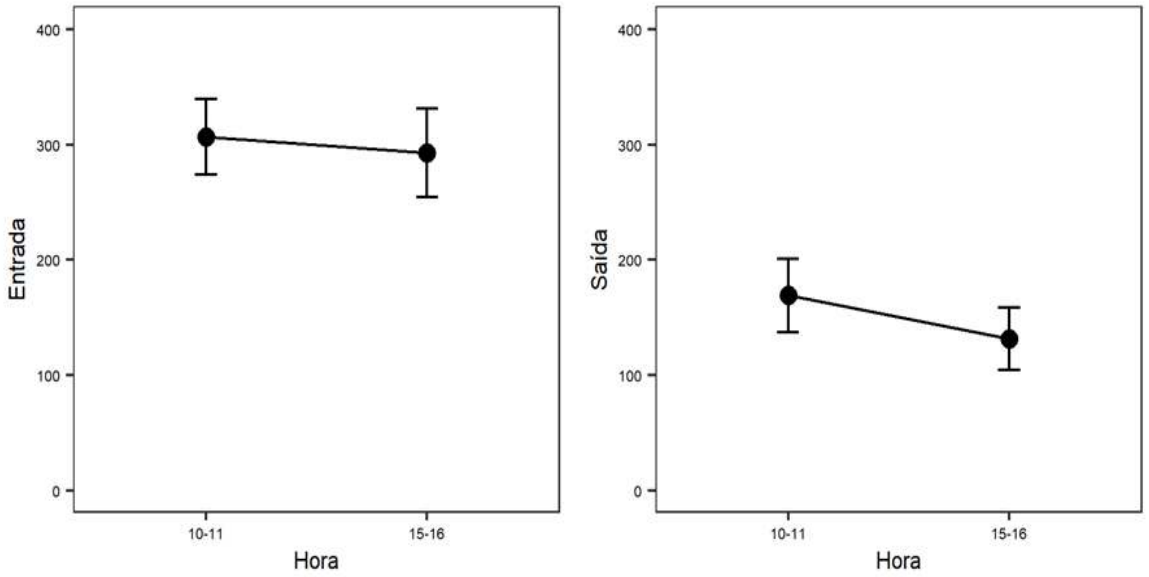
Tabela 2. Comparação entre o fluxo de entrada e de saída de abelhas entre os horários do dia. Média, desvio-padrão, mediana e significância (p) do teste de Mann-Whitney a 5% de significância.

Hora	N	Entrada			Saída		
		Média (Desvio-padrão)	Mediana	p	Média (Desvio-padrão)	Mediana	p
10-11	128	306,60 (186,45)	261,50	0,13	169,05 (180,96)	125,50	0,15
15-16	128	292,70 (220,12)	239,50		131,70 (155,05)	80,50	

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2025 - **Accepted:** 13/10/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/580c6a53
Pages: 1-14

Figura 2. Comparação dos valores de fluxo de entrada (esquerda) e saída (direita) entre os horários. Média e intervalo de 95% de confiança.



O maior fluxo de entrada e saída observado no período da manhã pode estar associado à maior disponibilidade de recursos florais nesse horário, uma vez que as flores tendem a apresentar concentrações mais elevadas de pólen e néctar nas primeiras horas do dia (Mesquita-Neto *et al*., 2015). Além disso, características como emissão de aroma, receptividade do estigma e produção de néctar tendem a decair após as 10 horas da manhã (Robacker *et al*., 1988). Esses fatores podem explicar a maior atividade externa entre 10h e 11h e sua redução no período vespertino. De maneira semelhante, estudos registram maior atividade de forrageamento de *A. mellifera* no período matutino, com picos entre 9h e 11h, o que reflete a variação diária na oferta de recursos florais (Gazzoni; Barateiro, 2023; Vasconcelos *et al*., 2021).

Estudos que avaliaram *A. mellifera* em faixas de horário distintas registram padrões diários de forrageamento com picos significativos no início da manhã e no final da tarde, iniciando as atividades por volta das 5h e atingindo máxima intensidade por volta das 7h, com um segundo pico no final da tarde, acompanhado pelo aumento da temperatura (Nath *et al*., 2024; Wahid; Singh, 2024)

A diversidade e abundância de plantas com flores também moldam os padrões de forrageamento, com as abelhas adaptando seu comportamento em

REMUNOM
ISSN 2178-6925

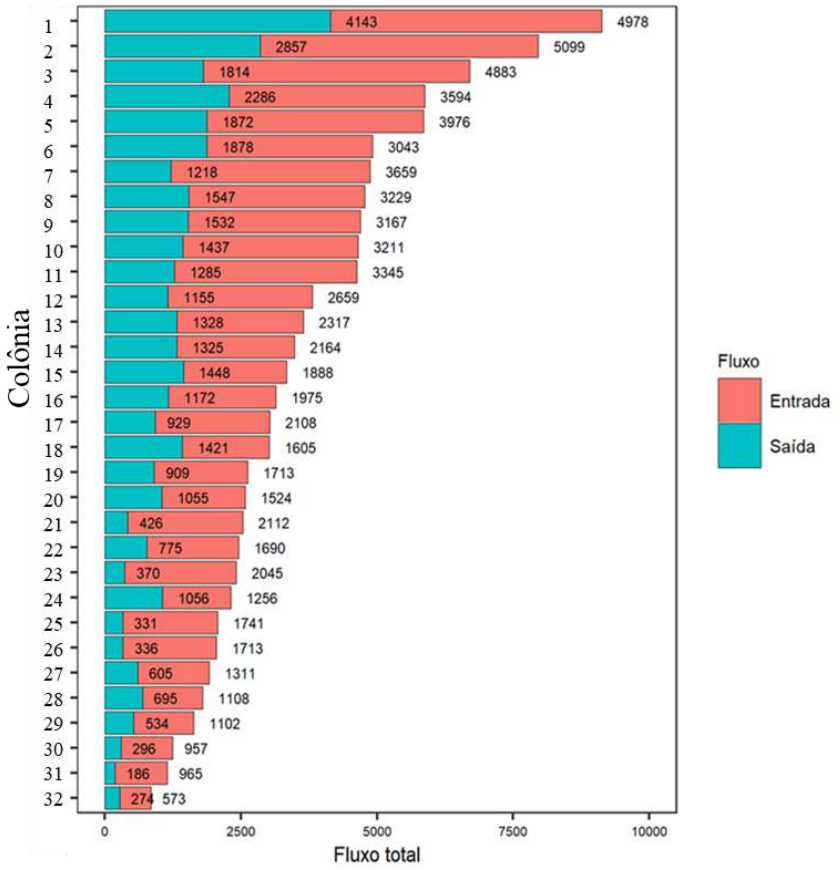
Received: 13/10/2025 - **Accepted:** 13/10/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/580c6a53
Pages: 1-14

função da disponibilidade de recursos ao longo do dia (Kanazoe *et al*., 2023). Assim, o horário de maior atividade pode variar conforme a fenologia e a oferta floral predominante em cada ambiente.

Embora a maioria dos estudos destacar os picos de forrageamento no início da manhã e no final da tarde, algumas pesquisas indicam que essa atividade também pode ocorrer ao meio-dia, porém em intensidades mais baixas, o que evidencia uma interação complexa entre fatores ambientais e o comportamento das abelhas (Karbassioon; Stanley, 2023).

Entre as colônias avaliadas, observou-se variação considerável no fluxo total de entrada e saída. Algumas colônias apresentaram valores notavelmente mais elevados, destacando-se por concentrarem as maiores taxas de atividade externa, enquanto outras exibiram fluxos reduzidos. Esse padrão indica diferenças individuais na intensidade de forrageamento e organização das colônias (Figura 3).

Figura 3. Fluxo total de entrada e de saída em cada colônia, considerando todos os horários e todas as avaliações.



REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2025 - **Accepted:** 13/10/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/580c6a53
Pages: 1-14

Além dos fatores externos, o tamanho da colônia também exerce influência significativa sobre a eficiência do forrageamento. Em animais sociais, como as abelhas, variações no tamanho da colônia afetam diretamente aspectos ecológicos, comportamentais e reprodutivos, de modo que colônias maiores concentram maior número de indivíduos e favorecem estratégias de cooperação e comunicação, o que tende a otimizar tanto a coleta de recursos quanto a defesa do ninho (Alves *et al*., 2023; Roubik, 2012; Thenius; Schmickl; Crailsheim, 2008). Em *A. mellifera*, cuja capacidade de recrutar forrageadoras por meio da dança melhora significativamente a eficiência de busca e exploração (Donaldson-Matasci; DeGrandi-Hoffman; Dornhaus, 2013; Naug; Wenzel, 2006). Esse padrão resulta em um retorno mais expressivo de operárias, que pode estar relacionado tanto à coleta de recursos quanto a atividades como defesa e manutenção. Colônias maiores, devido à sua maior capacidade de coleta e à eficiência da dança para comunicar a localização dos melhores recursos, exploram o ambiente de forma mais eficiente e com picos de atividade ao longo do dia (Donaldson-Matasci; DeGrandi-Hoffman; Dornhaus, 2013).

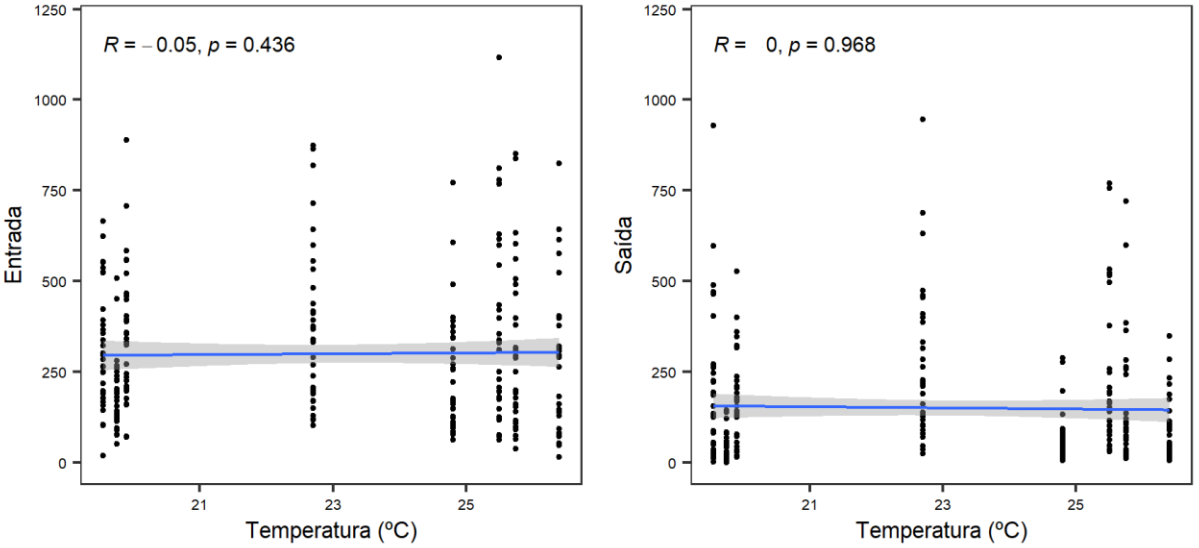
Por outro lado, colônias menores podem se beneficiar de menor competição interna, maior aptidão individual e redução de custos sociais, como agressividade ou parasitismo (Brown, 2016). Essa diversidade de estratégias reforça a importância de fatores ecológicos e internos na dinâmica das colônias, e sugere que diferentes tamanhos podem ser favorecidos sob seleção flutuante ao longo do tempo e espaço (Brown, 2016; Jandt; Gordon, 2016).

A análise da associação entre o fluxo de abelhas e a temperatura, que variou entre 21 °C e 25 °C, revelou que não houve uma correlação linear significativa. Os coeficientes de Spearman para os fluxos de entrada e saída foram -0,05 e 0, respectivamente, sem significância estatística ($p > 0,05$) (Figura 4).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2025 - **Accepted:** 13/10/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/580c6a53
Pages: 1-14

Figura 4. Relação entre o fluxo de entrada (esquerda) e de saída (direita) e a temperatura.



A ausência de correlação significativa pode estar associada à estabilidade térmica observada durante o período experimental. De modo geral, condições ambientais como temperatura e umidade são conhecidas por influenciar diretamente a duração e a intensidade da atividade de forrageamento (Nath *et al*., 2024; Wu, 2023).

A. mellifera é capaz de iniciar suas atividades forrageadoras a partir de temperaturas próximas a 10 °C, com maior intensidade em torno de 20 °C. Por outro lado, temperaturas inferiores a 10 °C ou superiores a 40 °C reduzem significativamente essa atividade (Abou-Shaara, 2014; Tan *et al*., 2012; Woyke; Wilde; Wilde, 2023)

4. CONCLUSÃO

As análises demonstraram que o fluxo de entrada de abelhas nas colmeias foi significativamente superior ao fluxo de saída. Os diferentes horários do dia não apresentarem diferenças estatísticas. Além disso, não foi identificada correlação significativa entre a temperatura ambiente (21–25 °C) e os fluxos de entrada e saída, o que pode ser atribuído à estabilidade térmica durante o período experimental. Esses resultados indicam que a intensidade da atividade externa pode estar mais relacionada a fatores biológicos da colônia, como tamanho e

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2025 - **Accepted:** 13/10/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/580c6a53
Pages: 1-14

organização interna, do que às variações térmicas observadas neste estudo. A compreensão desses padrões é relevante para o aprimoramento do manejo apícola e para a definição de estratégias voltadas à produtividade e ao bem-estar das colônias.

REFERÊNCIAS

ABOU-SHAARA, H. F. The foraging behaviour of honey bees, *Apis mellifera*: a review. Review Article, **Veterinarni Medicina**, v. 59, n.1, p. 1–10, 2014. DOI: 10.17221/7240-VETMED.

ALVES, D. A., GEORGE, E. A., KAUR, R., BROCKMANN, A., HRNCIR, M.; GRÜTER, C. Diverse communication strategies in bees as a window into adaptations to an unpredictable world. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 120, n. 24, p. e2219031120, 2023. DOI: 10.1073/pnas.2219031120.

BROWN, C. R. The ecology and evolution of colony-size variation. Behavioral **Ecology and Sociobiology**, v. 70, p. 1613-1632, 2016. DOI: 10.1007/s00265-016-2196-x.

CAPELA, N.; SARMENTO, A.; SIMÕES, S.; LOPES, S.; CASTRO, S.; ALVES DA SILVA, A.; ALVES, J.; DUPONT, Y.L.; DE GRAAF, D.C.; SOUSA, J.P. Exploring the External Environmental Drivers of Honey Bee Colony Development. **Diversity**, v.15, n. 12, p. 1188, 2023. DOI: 10.3390/d15121188 .

CHAAND, D.; SHARMA, D.; GANAI, S. A.; NORBOO, T.; SHARMA, S. Effect of colony strength on colony build up and foraging activity of *Apis mellifera* L. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 5, n. 6, p. 1369-1373, 2017. Disponível em: https://www.entomoljournal.com/archives/2017/vol5issue6/PartS/5-6-6-761.pdf.

CORBY-HARRIS, V.; SNYDER, L.; MEADOR, C.; WATKINS-DEJONG, E.; OBER-NESSER, B. T.; BROWN, N.; CARROLL, M. J. Diet and pheromones interact to shape honey bee (*Apis mellifera*) worker physiology. **Journal of Insect Physiology**, v. 143, p. 104442, 2022. DOI: 10.1016/j.jinsphys.2022.104442.

DONALDSON-MATASCI, M. C.; DEGRANDI-HOFFMAN, G.; DORNHAUS, A. Bigger is better: honeybee colonies as distributed information-gathering systems. **Animal Behaviour**, v. 85, n. 3, p. 585-592, 2013. DOI: 10.1016/j.anbehav.2012.12.020.

ETXEGARAI-LEGARRETA, O.; SANCHEZ-FAMOSO, V. The role of beekeeping in the generation of goods and services: The interrelation between environmental,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2025 - **Accepted:** 13/10/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/580c6a53
Pages: 1-14

socio-economic, and sociocultural utilities. **Agriculture**, v. 12, n. 4, p. 551, 2022. DOI: 10.3390/agriculture12040551.

EVERITT, T.; WALLBERG, A.; CHRISTMAS, MJ.; OLSSON, A.; HOFFMANN, W.; NEUMANN, P.; WEBSTER, MT. The genomic basis of adaptation to high elevations in Africanized honey bees. **Genome Biology and Evolution**, v. 15, n. 9, p. evad157, 2023. DOI: 10.1093/gbe/evad157.

GAZZONI, D. L.; BARATEIRO, P. J. V. G. R. Soybean yield is increased through complementary pollination by honey bees. **Journal of Apicultural Research**, p. 1-12, 2023. DOI: 10.1080/00218839.2022.2161219.

HILÁRIO, S. D.; RIBEIRO, M. DE F.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Can climate shape flight activity patterns of *Plebeia remota* Hymenoptera, Apidae)?. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 102, p. 269-276, 2012. DOI: 10.1590/S0073-47212012000300004.

ILYASOV, R. A.; LEE, M. L.; TAKAHASHI, J. I.; KWON, H. W.; NIKOLENKO, A. G. A revision of subspecies structure of western honey bee *Apis mellifera*. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 27, n. 12, p. 3615-3621, 2020. DOI: 10.1016/j.sjbs.2020.08.001.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Dados meteorológicos do posto Cruz das Almas - BA. 2024; Disponível em: http://www.inmet.gov.br/.

JANDT, J. M.; GORDON, D. M. The behavioral ecology of variation in social insects. **Current opinion in insect science**, v. 15, p. 40-44, 2016. DOI: 10.1016/j.cois.2016.02.012 2214

KANAZOE, I. W.; NOMBRÉ, I.; OUÉDRAOGO, S.; BOUSSIM, J. I.; VEREECKEN, N. J. Influence of climatic factors and floristic diversity on the foraging activity of *Apis mellifera adansonii* Latreille in a West African Savannah. **African Journal of Ecology**, v. 61, n. 3, p. 660-674, 2023. DOI: 10.1111/aje.13159.

KARBASSIOON, A.; STANLEY, D. A. Exploring relationships between time of day and pollinator activity in the context of pesticide use. **Basic and Applied Ecology**, v. 72, p. 74-81, 2023. DOI: 10.1016/j.baae.2023.06.001.

KLEIN, A. M.; VASSIERE, B. E.; CANE, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007. DOI: 10.1098/rspb.2006.3721.

MESQUITA-NETO, JOSÉ N.; SILVA-NETO, CARLOS M.; FRANCESCHINELLI, EDIVANI V. Theoretical predictions of plant-pollinator interactions in sympatric species of Psychotria (Rubiaceae) in Cerrado of Brazil. **Plant Ecology and Evolution**,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2025 - **Accepted:** 13/10/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/580c6a53
Pages: 1-14

v. 148, n. 2, p. 229-236, 2015. DOI: 10.5091/plecevo.2015.983.

MORENO, E.; ARENAS, A. Foraging task specialization in honey bees (*Apis mellifera*): the contribution of floral rewards on the learning performance of pollen and nectar foragers. **Journal of Experimental Biology**,v. 227, p. jeb. 246979, 2024. DOI: 10.1242/jeb.246979.

NABTI, D.; LAZHARI, T. Chemical composition, biological activity and factors influencing the quality of Algerian bee-honey. **South Asian Journal of Experimental Bi-ology**, v. 12, n. 1, 2022. DOI: 10.38150/sajeb.12(1).p1-11.

NASCIMENTO, A. D.; PEREIRA, L. L.; CARVALHO, C. D.; MACHADO, C. S.; ODA-SOUZA, M.; SOUZA, B. D. A. Flight activity of the eusocial bee *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera: Apidae, Meliponini). **Magistra**, v. 24, n. SINSECTA, pág. 112-118, 2012. Disponível em: http://www.ufrb.edu.br/magistra/2000-atual/volume-24-ano-2012/677-numero-especial-sinsecta.

NATH, R.; SAHA, S.; POKHREL, P.; LASKAR, N. Foraging duration and intensity of *Apis mellifera* L. **Indian Journal of Entomology**, p. 176-179, 2024. DOI: 10.55446/IJE.2023.955.

NAUG, D.; WENZEL, J. Constraints on foraging success due to resource ecology limit colony productivity in social insects. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 60, p. 62-68, 2006. DOI: 10.1007/s00265-005-0141-5.

OLIVEIRA, F. L. D.; DIAS, V. H. P.; COSTA, E. M. D.; FILGUEIRA, M. A.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Influência das variações climáticas na atividade de vôo das abelhas jandairas *Melipona subnitida* Ducke (Meliponinae). **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 598-603, 2012. DOI: 10.1590/S1806-66902012000300024.

PAPA, G.; MAIER, R.; DURAZZO, A.; LUCARINI, M.; KARABAGIAS, I. K.; PLUTINO, M.; BIANCHETTO, E.; AROMOLO, R.; PIGNATTI, G.; AMBROGIO, A.; PELLECCHIA, M.; NEGRI, I.; The honey bee *Apis mellifera*: An insect at the interface between human and ecosystem health. **Biology**, v. 11, n. 2, p. 233, 2022. DOI: 10.3390/biology11020233.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: https://www.r-project.org/

ROBACKER, DAVID C.; ERICKSON, ERIC H. Floral aroma: How far will plants go to attract pollinators?. **BioScience**, v. 38, n. 6, p. 390-398, 1988. DOI: 10.2307/1310925.

ROUBIK, D. W. Ecology and Social Organisation of Bees.In: eLS. **John Wiley & Sons**, Ltd: Chichester. DOI: 10.1002/9780470015902.a0023596.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2025 - **Accepted:** 13/10/2025
Vol: 21.03
DOI: 10.61164/580c6a53
Pages: 1-14

SANTANA, N. B.; BRITO, E. R.; DA COSTA, M. M.; NOGUEIRA, M. A.; DE JESUS, M. C.; DE CARVALHO, C. A. L.; DA SILVA SODRÉ, G. Compostos atrativos em culturas agrícolas: Uma revisão dos efeitos na polinização por abelhas e no rendimento produtivo. **Research, Society and Developmen**t, v. 14, n. 8, p. e8314849440-e8314849440, 2025. DOI: 10.33448/rsd-v14i8.49440.

SOUZA, B. A.; CARVALHO, C. A. L.; ALVES, R. M. O. Flight activity of *Melipona asilvai* Moure (Hymenoptera: Apidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, p. 731-737, 2006. DOI: 10.1590/S1519-69842006000400017.

TAN, K.; YANG, S.; WANG, Z. W.; RADLOFF, S. E.; OLDROYD, B. P. Differences in foraging and broodnest temperature in the honey bees *Apis cerana* and *A. mellifera*. **Apidologie**, v. 43, p. 618-623, 2012. DOI: 10.1007/s13592-012-0136-y.

THENIUS, R.; SCHMICKL, T.; CRAILSHEIM, K. Optimisation of a honeybee-colony's energetics via social learning based on queuing delays. **Connection Science**, v. 20, n. 2-3, p. 193-210, 2008. DOI: 10.1080/09540090802091982.

VASCONCELOS, E. C. G.; SILVA, V. L.; BENDINI, J. do N.; SILVA, J. L. F.; CARVALHO, D. N.; CRESPO, F. L. S.; MONTEIRO, J. H. A.; FONTENELE, R. M. Interações ecológicas na atividade de forrageamento de abelhas *Apis mellifera* L. em área de ecótono no município de Cocal-PI. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, p. e333101623674-e333101623674, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i16.23674.

WAHID, F.; SINGH, B. K. P. Diversity and relative abundance of insect visitors to litchi inflorescence with special reference to the foraging behaviour of honeybee (*Apis mellifera* L.). **Entomon**, v. 49, n. 1, p. 135-140, 2024. DOI: 10.33307/entomon.v49i1.1048.

WOYKE, J.; WILDE, J.; WILDE, M. Flight activity reaction to temperature changes in *Apis dorsata*, *Apis laboriosa* and *Apis mellifera*. **Journal of Apicultural Science**, v. 47, n. 2, p. 73-80, 2003. Disponível em: https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=2163537528853bfa493f0f83427b8a95b3b7ad7b.

WU, VINCE. Development of a Predictive Model of Honey Bee Foraging Activity Under Different Climate Conditions. In: **2023 11th International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics)**. IEEE, p. 1-6, 2023. DOI: 10.1109/Agro-Geoinformatics59224.2023.10233527.