

## **Interações ecológicas na atividade de forrageamento de abelhas *Apis mellifera* L. em área de ecótono no município de Cocal-PI**

**Ecological interactions in the foraging activity of *Apis mellifera* L. bees in an ecotone area in the municipality of Cocal-PI**

**Interacciones ecológicas en la actividad forradora de abejas *Apis mellifera* L. en una zona ecotónica del municipio de Cocal-PI**

Recebido: 21/11/2021 | Revisado: 29/11/2021 | Aceito: 02/12/2021 | Publicado: 13/12/2021

**Elayne Cristina Gadelha Vasconcelos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7403-3855>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil  
E-mail: [elaynegadelha@gmail.com](mailto:elaynegadelha@gmail.com)

**Vandenberg Lira Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7215-5907>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil  
E-mail: [berglira@gmail.com](mailto:berglira@gmail.com)

**Juliana do Nascimento Bendini**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7227-7170>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: [jbendini@ufpi.edu.br](mailto:jbendini@ufpi.edu.br)

**João Luis Ferreira e Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8335-950X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil  
E-mail: [joaoagroecologia48@gmail.com](mailto:joaoagroecologia48@gmail.com)

**Daniele Neres de Carvalho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7054-5848>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil  
E-mail: [daniele.neres094@gmail.com](mailto:daniele.neres094@gmail.com)

**Flávio Luiz Simões Crespo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8441-1154>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil  
E-mail: [flavio.crespo@ifpi.edu.br](mailto:flavio.crespo@ifpi.edu.br)

**Jean Herllington Araújo Monteiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3356-8885>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil  
E-mail: [jean.herllington@ifpi.edu.br](mailto:jean.herllington@ifpi.edu.br)

**Rildson Melo Fontenele**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0652-6973>

Faculdade de Tecnologia Centec, Brasil

E-mail: [rildsonfontenele@gmail.com](mailto:rildsonfontenele@gmail.com)

### **Resumo**

A atividade de forrageamento das abelhas consiste no ato de buscar e coletar os recursos florais (pólen, néctar e água) que são essenciais à sua sobrevivência. Essa atividade pode ser influenciada por fatores climáticos. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi entender o comportamento forrageiro das abelhas africanizadas *Apis mellifera* e suas relações com fatores ambientais. O estudo foi realizado na unidade didática do IFPI campus Cocal, município de Cocal-PI. As coletas foram realizadas no primeiro semestre de 2021. Foram avaliadas cinco colmeias, sendo registrado o número de abelhas que entravam carregando pólen e néctar/água em suas corbículas, de 6:00 às 17:00h. As colmeias eram observadas durante 10 minutos em cada hora, concomitante a essa avaliação foi registrado os dados climáticos por meio de um termohigrômetro. As abelhas preferiram coletar pólen no período de 6:00 às 12:00h. As atividades de forrageamento de pólen tiveram pico de coleta às 8:00h no mês de março de 2021. As abelhas coletaram néctar durante todo o dia, aumentando sua frequência entre 13:00h e 16:00h durante o período avaliado, sendo o pico de coleta de néctar às 12:00h no mês de junho de 2021.

**Palavras-chave:** Flora apícola; Atividade de voo; Pólen; Néctar; Sazonalidade.

### **Abstract**

The foraging activity of bees is the act of seeking and collecting floral resources (pollen, nectar and water) that are essential for their survival. This activity can be influenced by climatic factors. In this context, the objective of this

work was to understand the foraging behavior of Africanized bees *Apis mellifera* and its relationship with environmental factors. The study was carried out at the teaching unit of the IFPI campus Cocal, city of Cocal-PI. The collections were carried out in the first half of 2021. Five hives were evaluated, and the number of bees that entered carrying pollen and nectar/water in their corbicles was recorded, from 6:00 to 17:00. The hives were observed for 10 minutes every hour, and climate data were recorded at the same time using a thermohygrometer. The bees preferred to collect pollen between 6:00 and 12:00. The pollen foraging activities peaked at 8:00 am in March 2021. The bees collected nectar throughout the day, increasing its frequency between 1:00 pm and 4:00 pm during the period evaluated, with the peak being collection of nectar at 12:00h in June 2021.

**Keywords:** Bee flora; Flight activity; Pollen; Nectar; Seasonality.

### Resumen

La actividad de forrajeo de las abejas es el acto de buscar y recolectar recursos florales (polen, néctar y agua) que son esenciales para su supervivencia. Esta actividad puede verse influenciada por factores climáticos. En este contexto, el objetivo de este trabajo fue comprender el comportamiento de alimentación de las abejas *Apis mellifera* africanizadas y su relación con los factores ambientales. El estudio se realizó en la unidad docente del campus de la IFPI Cocal, municipio de Cocal-PI. Las recolecciones se realizaron en el primer semestre de 2021. Se evaluaron cinco colmenas y se registró el número de abejas que ingresaron portando polen y néctar / agua en sus corbículas, de 6:00 a 17:00 horas. Las colmenas se observaron durante 10 minutos cada hora, y los datos climáticos se registraron al mismo tiempo utilizando un termohigrómetro. Las abejas prefirieron recolectar el polen entre las 6:00 y las 12:00. Las actividades de búsqueda de polen alcanzaron su punto máximo a las 8:00 am de marzo de 2021. Las abejas recolectaron néctar a lo largo del día, aumentando su frecuencia entre las 13:00 y las 4:00 pm durante el período evaluado, siendo el pico la recolección de néctar a las 12:00h de junio de 2021.

**Palabras clave:** Flora de las abejas; Actividad de vuelo; Polen; Néctar; Estacionalidad.

## 1. Introdução

A apicultura é uma atividade sustentável que tem crescido bastante no Brasil e, principalmente, na Região Nordeste, especialmente no estado do Piauí, que vem se destacando como maior produtor de mel da região (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2020). O clima da região, aliado à diversidade e abundância da flora em virtude da vegetação de transição, propiciam condições adequadas para o sucesso das abelhas africanizadas, principalmente em relação a flora apícola.

O município de Cocal, na região Norte do Piauí, tem apresentado grande potencial para apicultura, destacando-se por estar situado em uma área de tensão ecológica, com vegetação de transição, ecótono, suas formações vegetais sofrem a influência dos biomas Cerrado e Caatinga (Atlas do Piauí, 1990). Devido à elevada heterogeneidade desses biomas, a cobertura vegetal é formada por espécies nativas e exóticas, com sazonalidade de florescimento de plantas apícolas o ano todo, tanto em períodos secos como nos chuvosos.

A atividade apícola apresenta-se para região como uma alternativa para muitos produtores rurais, tendo em vista a possibilidade de ocupação para toda a família em uma atividade lucrativa, ecologicamente correta e que não exige investimentos muito altos. Além disso, com o desenvolvimento apícola pode-se observar um resgate de valores ecológicos, pois o homem que desmatava para ter fonte de renda passou a preservar a vegetação visando melhorar o pasto apícola disponível para os insetos no entorno das colmeias.

As abelhas desempenham um papel ecológico importante, a polinização dos vegetais, onde esses insetos garantem a manutenção da diversidade vegetal em muitos ecossistemas do planeta. Segundo Ricklefs (1996), a relação planta e abelha é nomeada de Mutualismo dispersivo onde os polinizadores, ao obter néctar, transportam o pólen entre as flores. Segundo Nogueira-Neto (1997) no ato de forragear as abelhas acabam levando grãos de pólen de uma flor a outra, contribuindo com a fecundação das plantas. Sem as abelhas, muitas dessas plantas não teriam chegado a existir.

A atividade de voo das abelhas pode ser influenciada pela oferta de recursos florais, pelas condições internas das colônias e por fatores abióticos, tais como temperatura, umidade relativa do ar, intensidade luminosa, precipitação e velocidade do vento, esses efeitos já foram relatados na literatura (Caselles et al., 2019; Polatto et al., 2014; Kleinert-Giovannini &

Imperatriz-Fonseca, 1986; Hilário, 2000). As abelhas iniciam, aumentam ou diminuem o ritmo das atividades de forrageamento de acordo com as condições climáticas, principalmente de temperatura e umidade relativa do ar (Roubik, 1992)

Nesse contexto, o conhecimento da influência das características climáticas sobre a atividade de voo das abelhas em determinadas regiões é importante para a compreensão do seu padrão de forrageamento, bem como para auxiliar a desenvolver estratégias futuras que permitam utilizar técnicas de manejo agroecológico adequadas que garantam a integração da vegetação e das abelhas. Objetivou-se analisar a atividade diária de abelhas *Apis mellifera* L. durante o primeiro semestre do ano de 2021 no município de Cocal -PI.

## 2. Metodologia

A pesquisa foi conduzida no município de Cocal – PI, região Norte do estado do Piauí, tendo como base física a unidade didática implantada na fazenda morro D`Antas, uma parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI campus Cocal, situada na zona rural.

A cidade de Cocal é um município brasileiro do estado do Piauí localizado na mesorregião do Norte piauiense. A cidade está situada sob as coordenadas 03°28'16"S e 41°33'18"O, altitude média de 160 m, e possui uma área de 918,68 km<sup>2</sup>. A temperatura média anual e a precipitação são 27,4 ° C e 900 mm, respectivamente, com a maior precipitação nos meses março a maio, quando excederem 436,0 mm, e o mínimo chuvas, com déficit de 728,0 mm, nos meses de julho a dezembro (IBGE, 1998). O clima é tropical semiárido. O município está situado em uma área de tensão ecológica, com vegetação de transição, ecótono, suas formações vegetais sofrem a influência de diferentes biomas como o Cerrado e a Caatinga (Atlas do Piauí, 1990).

O estudo de comportamento de forrageamento das abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. foi realizado no período de janeiro à junho, ou seja, primeiro semestre de 2021. As avaliações foram realizadas uma vez por mês anotando-se o fluxo de entrada e saídas das abelhas nas colmeias, sendo estas realizadas das 06:00 às 17:00h de cada dia de avaliação. Cada colmeia foi observada por 10 min em cada horário, de forma que naquela mesma hora todas as colmeias estivessem sendo observadas concomitantemente. Os registros foram realizados por um total de cinco observadores que ficaram posicionados em locais estratégicos, evitando posicionamento de frente a entrada do alvado, cada pesquisador foi responsável por uma colmeia que registrou com o auxílio de um contador manual de quatro dígitos, registrando o número de abelhas que entraram na colmeia carregando pólen, néctar e/ou água (Abou-Shaara et al., 2013; Malerbo-Souza, 2011).

O apiário do IFPI campus Cocal, utilizado como unidade didática para as aulas práticas e desenvolvimento de pesquisas do campus, possui 10 colmeias de *A. mellifera*, das quais cinco foram escolhidas aleatoriamente para observação, as outras cinco foram utilizadas como colmeias de equilíbrio, apresentando o mesmo padrão de desenvolvimento das colmeias de prova da pesquisa. Cada registro de fluxo de forrageamento foram realizados por meio de anotações do número de indivíduos e suas respectivas cargas coletadas e transportadas nas corbículas das operárias, que retornavam da atividade de forrageio no campo. A identificação do material transportado na corbícula (prolongamento da tibia do terceiro par de pernas presente nas abelhas, utilizada para transporte do pólen) de operárias, foi obtida por uma observação visual direta, considerando as características próprias do mesmo, o pólen é granular, geralmente colorido, enquanto que as cargas de néctar ou água foram consideradas quando as abelhas retornavam do campo sem nenhum material na corbícula.

Para o monitoramento das variáveis climáticas; temperaturas máxima e mínima do ambiente e umidade relativa do ar (UR), foi utilizado um termohigrômetro com exatidão de  $\pm 0,35$  °C, instalado próximo à altura do alvado das colmeias no apiário e um anemômetro.

Os dados foram processados para os mesmos horários e dias de observações utilizando o programa computacional Microsoft Excel® 2016, e os resultados foram analisados a partir de estatística descritiva, estabelecendo-se as possíveis

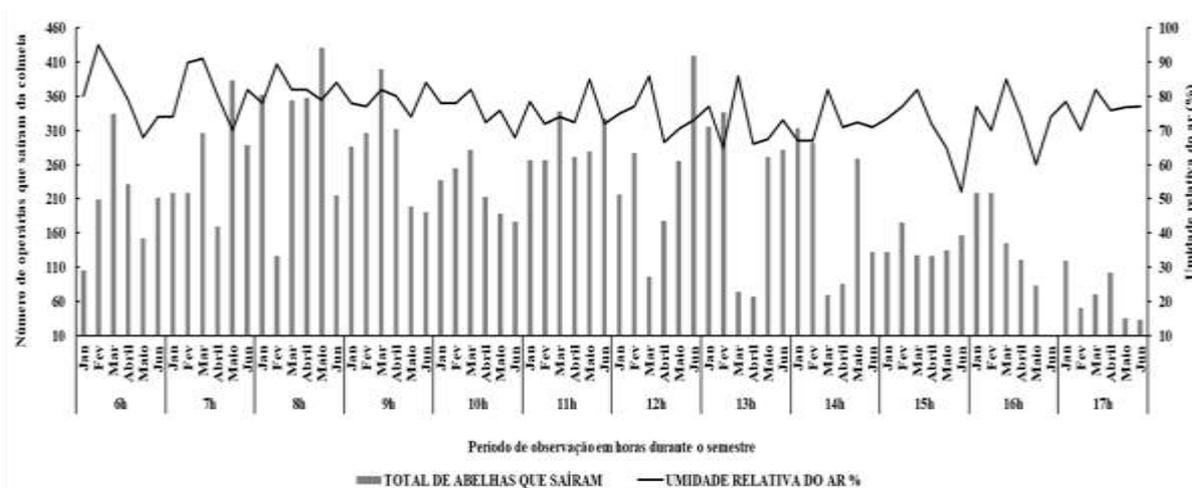
relações entre o comportamento de coleta de *A. melífera*. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado -DIC, sendo o número de repetição as 5 colmeias de abelhas.

### 3. Resultados e Discussão

Foram contabilizados um total de 18.268 abelhas operárias no período de observação da pesquisa. Durante os meses de observação as abelhas *Apis mellifera* realizaram suas atividades de voo ao longo do dia (Figura 1). O padrão de forrageamento de abelhas *Apis mellifera* é caracterizado por pico de coleta de às 08:00h no mês de maio, nas condições climáticas observadas. É oportuno destacar que nos dias de avaliação estava bastante nublado, o que deve ter favorecido a elevação da umidade do ar, registrando no momento de pico de valores de 79% e temperatura do ar de 30 °C.

Durante estudo da atividade de forrageamento de abelhas *Apis mellifera* no município de Cocal-PI, as características climáticas de temperatura do ambiente variaram entre 24 e 40 C. Já a umidade relativa do ar oscilou entre 52 e 90% (Figura 1 e 2). A atividade de forrageamento ao longo do dia (Figura 2), mostrou que as abelhas se mantiveram ativas durante todo o dia, concentrando o seu forrageamento nos horários em que temperatura do ar esteve em torno de 30°C.

**Figura 1** - Fluxo de saída de abelhas *Apis mellifera* no primeiro semestre de 2021, com observações ao longo do dia no município de Cocal-PI.



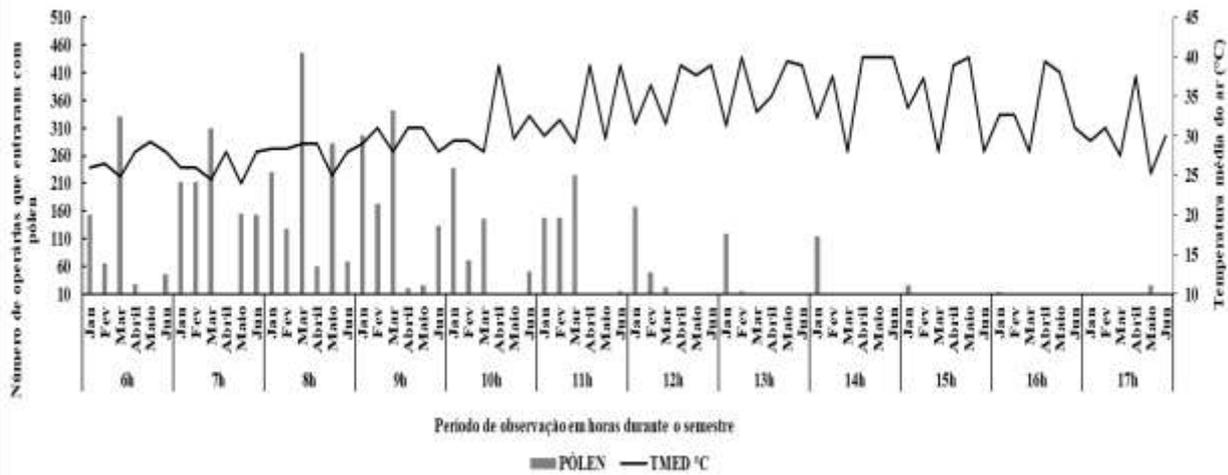
Fonte: Autores.

Observou-se que as abelhas iniciaram a atividade de coleta antes da 6:00h (Figura 1), visto que o fluxo de saída se iniciou no primeiro horário de avaliação. Este resultado atesta que começaram as avaliações de forrageamento mais cedo, ou seja, as abelhas já haviam iniciado suas atividades.

De acordo com Wolff et al. (2008), em regiões de clima tropical há uma tendência natural das abelhas melíferas apresentarem maior atividade de voo pela manhã, pois a maior grande parte da coleta de néctar está associada aos períodos menos quentes do dia. No presente trabalho, entretanto, foram observadas um aumento de até duas vezes no número médio de visitas florais por *Apis mellifera* no período da manhã em comparação ao período da tarde, o que se explica pelas condições climáticas mais favoráveis mais favoráveis. As abelhas reduzem sua capacidade de voo com o aumento da temperatura.

Durante os meses de avaliação constatou-se que o padrão de forrageamento de abelhas *Apis mellifera* foi caracterizado por pico de coleta de pólen, às 8h no mês de março, quando a temperatura estava em 30°C e a umidade relativa de 82 % (Figura 2), de acordo com Pierrot e Schlindwein (2003) a maioria das espécies de plantas tem a sua produção de pólen concentrada na manhã e néctar durante todo o dia.

**Figura 2** - Fluxo de entrada de abelhas *Apis mellifera* com pólen em função da temperatura do ar (°C) durante o primeiro semestre de 2021 ao longo do dia no município de Cocal-PI

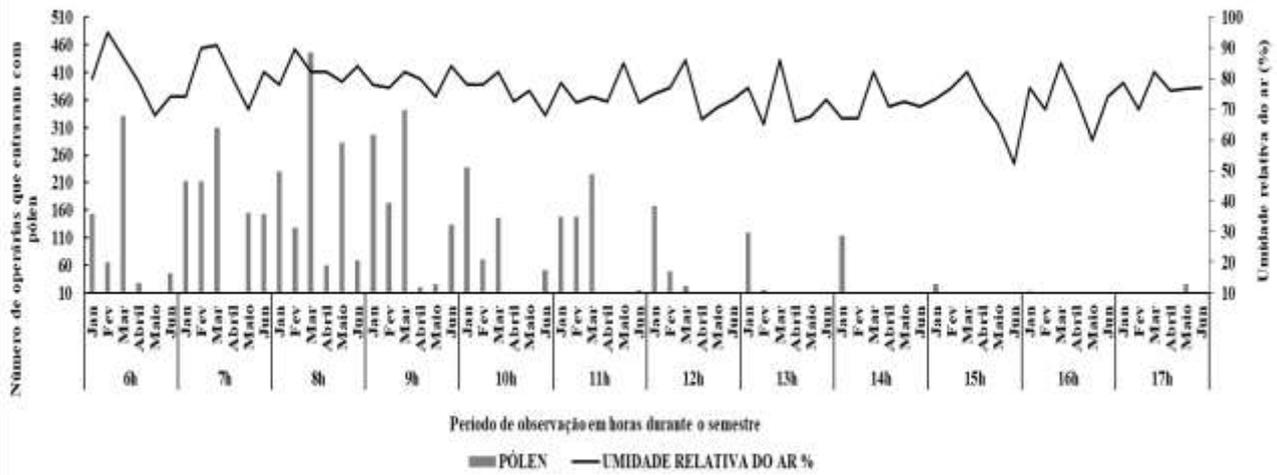


Fonte: Autores.

No presente estudo, a coleta de pólen no semestre avaliado para *Apis mellifera*, diminuiu bruscamente no período da tarde (13 às 17h), nesse período temperatura estava em média de 34,5°C (Figura 2). Esse resultado corrobora com o encontrado por Malerbo-Souza & Silva (2011), em seu estudo com *Apis mellifera*, onde as temperaturas superiores aos 30°C ocasionaram uma redução no forrageio de pólen pelas abelhas. Esses autores registraram o pico da coleta de pólen do mês de fevereiro, nas primeiras horas da manhã, entre 8 e 9h, quando a temperatura estava entre 24 e 25°C.

Nesta pesquisa, a umidade relativa do ar também foi relacionada à atividade de forrageamento das abelhas para a coleta de pólen. Os dados mostraram uma relação positiva para estas variáveis. Ao analisar a umidade relativa do ar do período de avaliação das coletas de recursos florais de pólen pelas abelhas (Figura 3), observa-se que pela manhã a umidade relativa do ambiente está elevada, com valores acima de 70%, esse dado mostra que embora na literatura seja relatado que a elevada umidade do ar (acima de 80%) torne o voo das abelhas mais difícil, pois as asas e o corpo das abelhas ficam mais pesados, resultando em maior gasto de energia (Borges & Blochtein, 2005, Kleinert-Giovannini & Imperatriz-Fonseca, 1986). Nas condições do presente estudo, esse fato não foi registrado, provavelmente isto ocorreu porque mesmo a umidade relativa do ar não sendo a ideal para as abelhas o fator temperatura foi mais importante, pois neste período as condições de temperatura foram favoráveis as abelhas.

**Figura 3** - Fluxo de entrada de abelhas *Apis mellifera* com pólen em função da umidade relativa do ar (%) durante o primeiro semestre de 2021 ao longo do dia no município de Cocal-PI



Fonte: Autores.

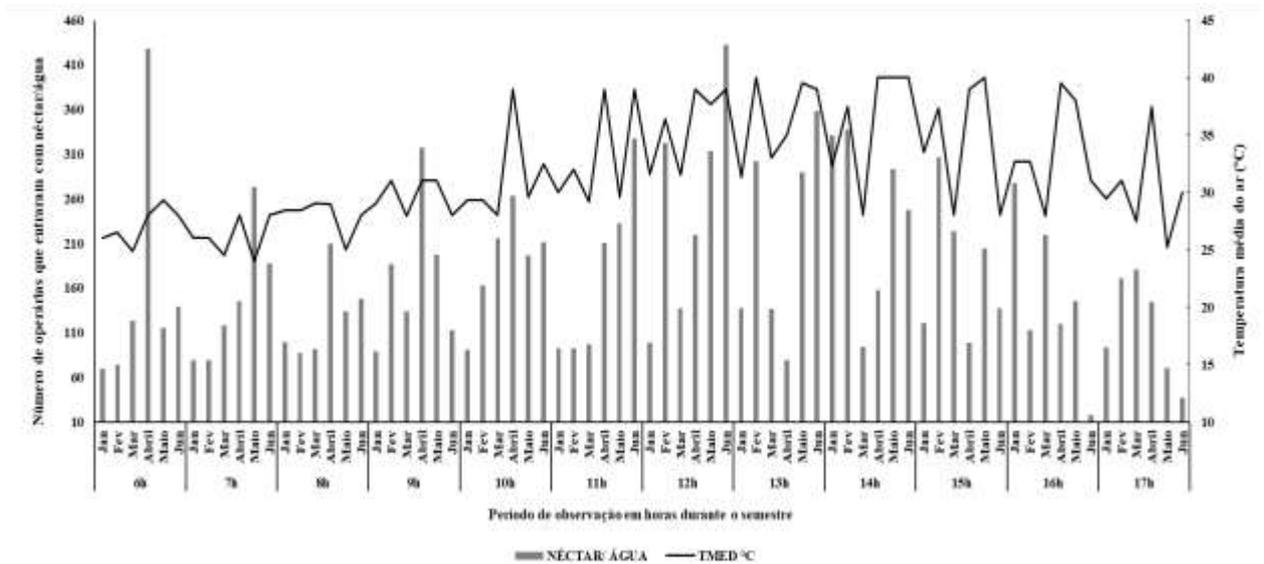
O padrão de comportamento de forrageamento de pólen das *A. mellifera* não sofreu influência negativa desse conjunto de fatores (temperatura média do ar de 24,5 a 25 °C e umidade relativa do ar acima de 80 %), principalmente da elevada umidade, estas não foram limitantes o suficiente de modo a eliminar o fluxo da atividade de forrageamento de pólen durante o período matutino de avaliação no primeiro semestre do ano em estudo. Observou-se que o fluxo de pólen apresenta um comportamento inverso com aos valores de temperatura, essa relação negativa para este recurso foi registrada por Oliveira et al. (2020) em temperaturas acima de 25 °C, para o fluxo de pólen.

É oportuno destacar que, nos dias das avaliações em foi observado o pico de fluxo de pólen, no turno da manhã estava bastante nublado, o que favoreceu a elevação da umidade do ar, e a radiação solar foi inferior mantendo as temperaturas mais baixas. Esse conjunto de fatores climáticos não conseguiram reduzir o fluxo de forrageamento. O período de avaliação desta pesquisa ocorreu durante o início e fim da estação chuvosa, o que acarretou maiores índices de pluviosidade e consequentemente maiores valores registrados para as variáveis climáticas de umidade relativa do ar no ambiente nos meses em que foram registrados maiores fluxos de pólen. Sabe-se que a precipitação está intimamente relacionada com a umidade, sendo frequentemente registadas condições de maior umidade imediatamente antes, durante ou imediatamente após as chuvas.

As chuvas tornam as atividades de forrageamento mais difíceis e potencialmente arriscadas, a umidade e a cobertura de nuvens tendem a apresentar uma pressão negativa sobre a atividade de voo e, consequentemente, o forrageamento de pólen (Reddy et al., 2015). Contudo, a pesquisa em estudo não registrou queda nos fluxos de forrageamento de *Apis mellifera*, mesmo em condições climáticas desfavoráveis conforme mencionadas anteriormente, tal fato permite nos inferir, que as abelhas da região se aclimataram em função de melhor aproveitamento do pólen das plantas da vegetação no entorno do apiário, no intuito de manter o desenvolvimento da colmeia.

De acordo com os dados obtidos neste experimento a atividade de forrageamento ocorreu ao longo do dia para a coleta de néctar/água (Figura 4). O padrão de forrageamento de abelhas *Apis mellifera* foi caracterizado por pico de coleta de néctar/água no período da tarde às 12:00h no mês de junho deste ano, nas condições climáticas observadas.

**Figura 4** - Fluxo de entrada de abelhas *Apis mellifera* com néctar/água em função da temperatura média do ar (°C) no primeiro semestre de 2021, com observações ao longo do dia no município de Cocal-PI.



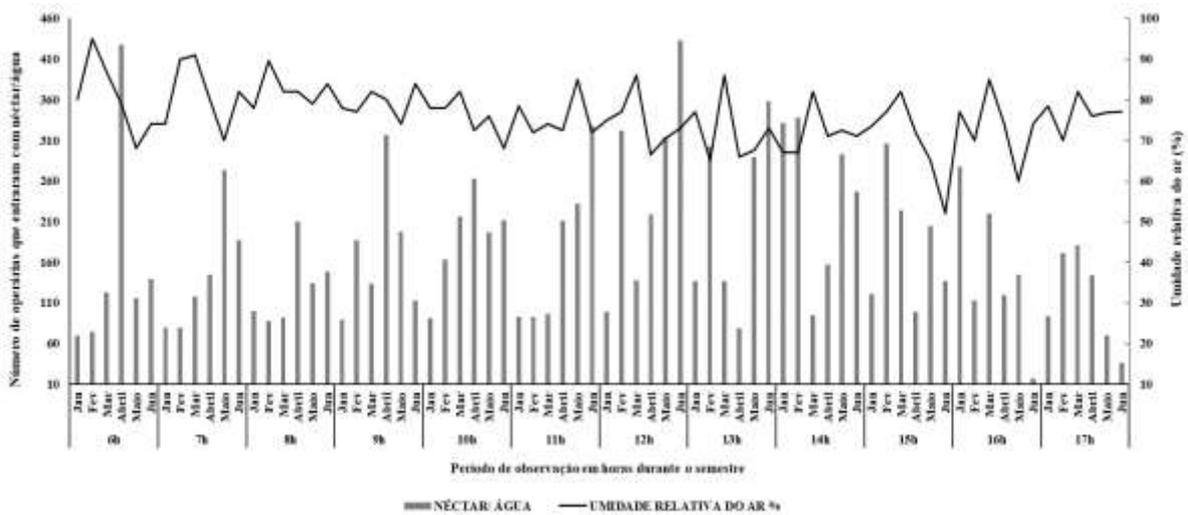
Fonte: Autores.

O fluxo de entrada de néctar/água no presente estudo (Figura 4 e 5), mostrou que as abelhas visitaram as flores das 6:00h às 17:00h, com o pico às 12:00h, quando a temperatura estava em 39,5°C e a umidade relativa do ar de 73 %, concentrando o seu forrageamento no período da tarde nos horários de 12:00h às 17:00h (Figura 4 e 5). Possivelmente, as elevadas temperaturas observadas durante o período da tarde, contribuíram para intensificar o forrageamento de néctar/água, para manter a colônia em condições adequadas de temperatura, com isso as abelhas necessitaram de mais água. Esses resultados corroboram com Malerbo-Souza & Silva (2011) que registraram um maior fluxo de néctar/água, quando as condições climáticas apresentam maiores valores de temperatura diminuindo esse fluxo após as 16:00h.

De acordo com Wolff et al. (2008), em regiões de clima tropical há uma tendência natural das abelhas melíferas apresentarem maior atividade de coleta de néctar pela manhã, pois a maior secreção de néctar está associada aos períodos menos quentes do dia. No presente trabalho, entretanto, foram observadas um aumento de até três vezes no número médio de visitas florais por *Apis mellifera* no período da tarde em comparação ao período da manhã, o que se explica pelas condições climáticas. No presente estudo as elevadas temperaturas no período da tarde (30 a 39,5°C) proporcionaram as abelhas maior prioridade à coleta de recursos, como água ou néctar, uma vez que as abelhas operárias espalham gotículas de água sobre os alvéolos dos quadros de ninho, causando uma redução da temperatura através da evaporação da água, promovendo a termoregulação das colmeias (Abou-Shaara et al., 2017).

De fato, pode-se constatar que, ao contrário aconteceu na região de estudada (Cocal-PI) quando as temperaturas do ar foram menores e houve uma elevação na umidade relativa do ar no período da manhã, há redução nas visitas às flores por *Apis mellifera* (Figura 4 e 5). Possivelmente, a elevada umidade relativa do ar (Figura 5) que no período da manhã oscilou entre 68 a 90%, promoveu uma redução a atividade forrageamento de néctar/água, tal fato deve-se possivelmente as abelhas necessitarem de menor quantidade de água para manter a termoregulação da colmeia.

**Figura 5** - Fluxo de entrada de abelhas *Apis mellifera* com néctar/água em função da umidade relativa do ar (%) durante o primeiro semestre de 2021 ao longo do dia no município de Cocal-PI.



Fonte: Autores.

Contudo, é oportuno salientar que mesmo sob condições de alta umidade as abelhas não pararam sua atividade de voo, mostrando assim uma adaptação desses insetos nas condições climáticas do presente estudo, com isso otimizando assim a colheita de néctar/água na vegetação do entorno do apiário, garantindo a produção de mel.

O padrão de comportamento de forrageamento de néctar/água de *Apis mellifera* não sofreu influência negativa desse conjunto de fatores (baixas temperaturas e elevada umidade), principalmente da elevada umidade, estas não foram limitantes o suficiente de modo a eliminar o fluxo da atividade de forrageamento de néctar/água durante o período matutino de avaliação no primeiro semestre do ano em estudo.

Polatto et al. (2014) também atestaram uma correlação negativa desta variável climática com a atividade de forrageamento. Alves et al. (2015) observaram que quando a umidade do ar estava acima de 81%, não havia atividade de forrageamento para as abelhas africanizadas. Considera-se também que níveis elevados de umidade podem reduzir a concentração de açúcar no néctar das flores, diminuindo a atratividade deste recurso para as abelhas, e afetando negativamente a atividade de forrageamento (Silva et al., 2013).

#### 4. Conclusão

As operárias de *Apis mellifera* forragearam pólen no período da manhã, com pico de atividade de coleta de pólen às 8h registrado no mês de março de 2021. O pico de atividade para o fluxo de néctar/água ocorrem no período da tarde às 12:00h no mês de junho de 2021.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa no Piauí- FAPEPI e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico –CNPq pelo apoio financeiro, ao Núcleo de Estudos em Criação de abelhas em uma Perspectiva Agroecológica-NEAC do IFPI *campus* Cocal, pelo apoio tecnológico na execução do estudo e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí-IFPI *campus* Cocal pela oportunidade de realizar esse trabalho.

## Referências

- Abou-Shaara, H. F., Al-Ghamdi, A. A., Mohamed, A. A. (2013): Honey bee colonies performance enhance by newly modified beehives. *Journal of Apicultural Science*. 57, 45–57.
- Abou-Shaara, H. F., Owayss, A. A., Ibrahim, Y. Y., & Basuny, N. K. (2017). A review of impacts of temperature and relative humidity on various activities of honey bees. *Insectes Sociaux*, 64(4), 455-463. <https://doi.org/10.1007/s00040-017-0573-8>
- Alves, L. H. S., Cassino, P. C. R., & Prezoto, F. (2015). Efeito dos fatores abióticos sobre a atividade forrageadora de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 em inflorescências de *Vernonia polyanthes* Less (Asteraceae). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 37(4), 405-409.
- Atlas do Piauí. (1990). Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. Mapa das principais formações vegetais. Rio de Janeiro: IBGE.7p.
- Borges, F., & Blochtein, B. (2005). Atividades externas de *Melipona marginata obscurior* Moure (Hymenoptera, Apidae), em distintas épocas do ano. *Revista Brasileira de Zoologia*. 22(3), 680-686.
- Caselles, C. A., Soto, V. C., & Galmarini, C. R. (2019). Effect of environmental factors on bee activity and onion (*Allium cepa* L.) seed yield= Efecto de factores ambientales en la actividad de la abeja y en el rendimiento de semilla de cebolla (*Allium cepa* L.). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. 51(2), 13-26.
- Hilário, S. D.; Imperatriz-Fonseca, V. L., & Kleinert-Giovannini, A. (2000). Flight activity and colony strenght in the stingless bee *Melipona bicolor bicolor* (Apidae, Meliponinae). *Revista Brasileira de Biologia*. 60(2), 299-306.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário. 2020: Recuperado de <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/74>>.
- Kleinert-Giovannini, A., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (1986). Flight activity and responses to climatic conditions of two subspecies of *Melipona marginata* Lepeletier (Apidae, Meliponinae). *Journal of Apicultural Research*. 25(1), 3-8.
- Malerbo-Souza DT (2011): The corn pollen as a food source for honeybees. *Acta Scientiarum Agronom*. 33, 701–704.
- Malerbo-Souza, D. T., & Silva, F. A. S. (2011). Comportamento forrageiro da abelha africanizada *Apis mellifera* L. no decorrer do ano. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 33(2), 183-190.
- Nogueira-Neto, P. (1997). Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo: Ed. Nogueirapis, 445p.
- Oliveira, P. A., Santos, L. F., Eleutério, P., Muniz, V. I. M. S., Oliveira, J. F. F., Sá, M. S., Melo, A. L. & Cavalcante, M. C. (2020). Variação temporal na dieta, valor nutricional e produção do pólen coletado por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) em área de caatinga. *Research, Society and Development*, 9(9), 1-26. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7529>
- Pierrot, L. M., & Schlindwein, C. (2003). Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu – *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). *Revista Brasileira de Zoologia*. 20(4), 565-571.
- Polatto, L. P., Chaud-Netto, J., & Alves-Junior, V. V. (2014). Influence of abiotic factors and floral resource availability on daily foraging activity of bees. *Journal of Insect Behavior*. 27 (5), 593-612.
- Reddy, P.V.; Rashimi, T., & Verghese, A. (2015). Foraging activity of Indian honey bee, *Apis cerana* in relation to ambient climate variables under tropical conditions. *Journal of Environmental Biology*. 36, 537-542.
- Ricklefs, R. E. A. (1996). Economia da natureza. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S. A, 470p.
- Roubik, D. W. (1992). Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press
- Silva, K. N. Dutra, J. C. S., Nucci, M., & Polatto, L. P. (2013). Influência dos fatores ambientais e da quantidade de néctar na atividade de forrageio de abelhas em flores de *adenocalymma bracteatum* (Cham.) DC. (Bignoniaceae). *EntomoBrasilis*. 6(3), 193-201.
- Wolff, L. F., Lopes, M. D. R., Pereira, F. D. M., de Camargo, R. C. R., & Vieira Neto, J. M. (2006). Localização do apiário e instalação das colméias. Teresina: Embrapa Meio-Norte- Documentos, 30p.