

|                                    |                                                                              |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título em Português:</b>        | Neuroetologia do voo das abelhas: desenvolvimento de um aparato experimental |
| <b>Título em Inglês:</b>           | neuroethology of honeybee flight: development of an experimental apparatus   |
| <b>Autor:</b>                      | Carlos Henrique Miglior de Aquino                                            |
| <b>Instituição:</b>                | Universidade de São Paulo                                                    |
| <b>Unidade:</b>                    | Instituto de Física de São Carlos                                            |
| <b>Orientador:</b>                 | Reynaldo Daniel Pinto                                                        |
| <b>Área de Pesquisa / SubÁrea:</b> | Biofísica de Processos e Sistemas                                            |
| <b>Agência Financiadora:</b>       | USP - Programa Unificado de Bolsas                                           |

## Neuroetologia do voo das abelhas: desenvolvimento de um aparato experimental

**Carlos Henrique Miglior de Aquino**

**Reynaldo Daniel Pinto**

Instituto de Física de São Carlos/Universidade de São Paulo

carlos.aquino@usp.br

### Objetivos

O objetivo deste trabalho é a realização de experimentos que visam compreender princípios gerais do sistema nervoso, identificando características em seres especializados, como o voo das abelhas. Para isso, deve-se desenvolver um dispositivo capaz de mensurar direcionalmente a pressão exercida pelas asas da abelha *Apis mellifera* durante o voo e analisar seu comportamento sobre a presença de estímulos visuais

### Métodos e Procedimentos

O aparato consiste em dois microfones posicionados abaixo da abelha, ao qual o sinal é amplificado para a aquisição.



Figura 1: Disposição da abelha no dispositivo.

Durante o voo, ela é exposta a um estímulo fixo e a um estímulo intercalado espacialmente. Utiliza-se um acelerômetro para validar os sinais mensurados pelos microfones.

### Resultados

Os sinais captados nos eixos do acelerômetro apresentam correspondência com o sinal captado pelos microfones.

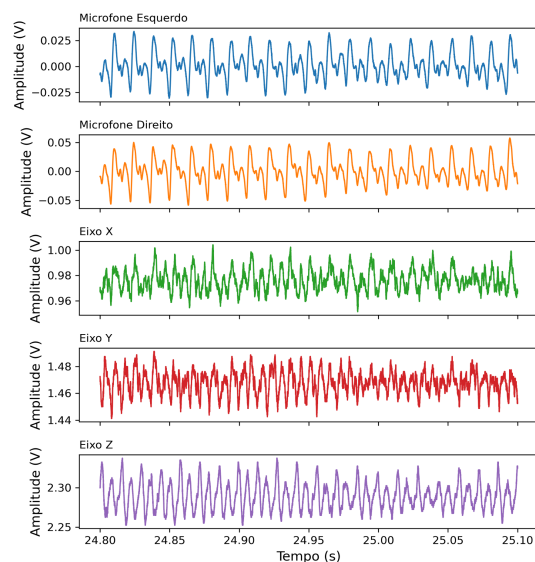


Figura 2: Sinais obtidos utilizando o microfone e os acelerômetros.

Ao variar o tipo de estímulo, obteve-se curvas distintas de sinais captados pelo aparato, ao qual estímulos dinâmicos apresentaram perturbações ao longo do voo.

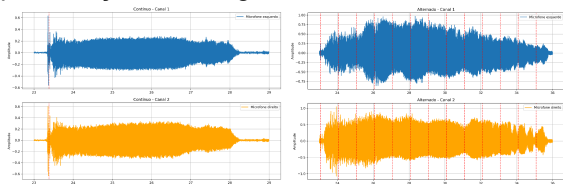


Figura 3: Diferença da resposta à estímulo estático e dinâmico.

A presença de estímulos dinâmicos resultou no retorno ao voo durante variações na imagem mostrada.

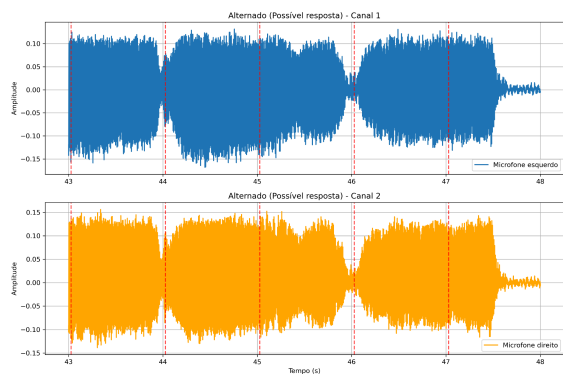


Figura 4: Retorno ao voo durante a variação de um estímulo.

Nota-se diferença para as curvas obtidas entre o tempo de voo da abelha quando exposta a estímulos estáticos e dinâmicos, indicando habituação.

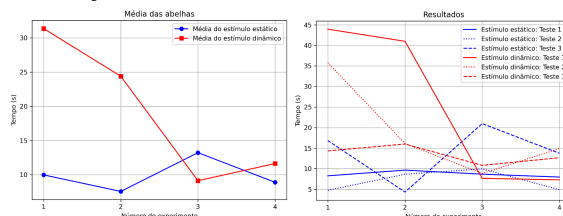


Figura 5: Duração do voo para estímulo estático e dinâmico.

## Conclusões

Conclui-se que o equipamento construído é capaz de registrar as forças presentes no voo da abelha sobre a presença de estímulos visuais, ainda que com limitações direcionais decorrentes do comportamento harmônico amortecido da haste de apoio. A análise qualitativa possibilitou identificar padrões comportamentais previstos na literatura, como a habituação perante a estímulos estáticos. Estímulos visuais dinâmicos se demonstraram promissores para manter estes animais em situação de voo durante, o que validou a viabilidade deste equipamento e metodologia para estudos exploratórios do voo de abelhas.

O autor declara não haver conflito de interesses.

O autor concebeu e planejou o estudo, realizou a coleta e análise dos dados, participou da redação e revisão final do manuscrito e aprovou a versão final do resumo.

## Referências

- ALMEIDA, L. O. B.; SLAETS, J. F. W. VSImG: a high frame rate bitmap based display system for neuroscience research. *Neurocomputing*, v. 74, n. 10, p. 1762-1768, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2011.02.016>.
- BAIRD, E.; TICHIT, P.; GUIRAUD, M. The neuroecology of bee flight behaviours. *Current Opinion in Insect Science*, v. 42, p. 8-13, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.07.005>.
- SILVÉRIO, C. M. A influência do voo na resposta do H1 e o registro do comportamento motor em *Chrysomya megacephala*. 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/76/76132/tde-30102013-111946/publico/CarolinaMenezesSilverio\\_ME\\_original.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/76/76132/tde-30102013-111946/publico/CarolinaMenezesSilverio_ME_original.pdf). Acesso em: 12 jun. 2024.
- CLARKE, D.; WHITNEY, H.; SUTTON, G.; ROBERT, D. Detection and learning of floral electric fields by bumblebees. *Science*, v. 340, n. 6128, p. 66-69, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1230883>

## Neuroethology of honeybee flight: development of an experimental apparatus

**Carlos Henrique Miglior de Aquino**

**Reynaldo Daniel Pinto**

Institute of Physics of São Carlos/University of São Paulo

carlos.aquino@usp.br

### Objectives

The objective of this work is to conduct experiments aimed at understanding the general principles of the neural system by identifying specific characteristics in specialized organisms, such as the flight of the honeybee. To achieve this, it is necessary to develop a device capable of directionally measuring the pressure exerted by the wings of *Apis mellifera* during flight and to analyze its behavior in the presence of visual stimuli.

### Materials and Methods

The equipment consists of two microphones positioned beneath the bee, with their signals amplified to improve acquisition quality.

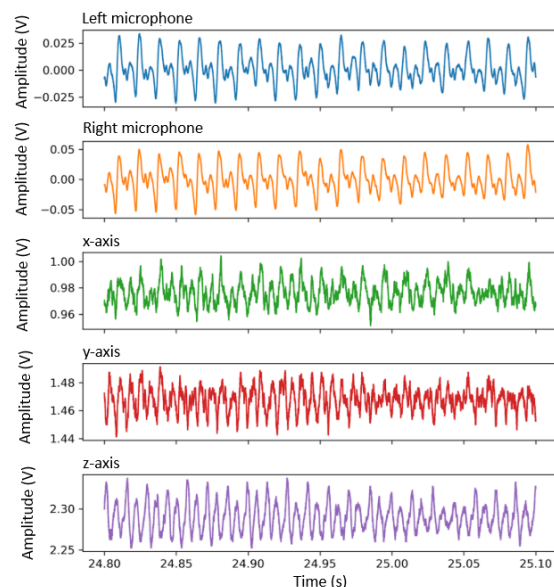


Picture 1. Positioning of the bee in the device.

During flight, the bee is exposed to both a continuous stimulus and a spatially intercalated stimulus. An accelerometer is used to validate the signals recorded by the microphones.

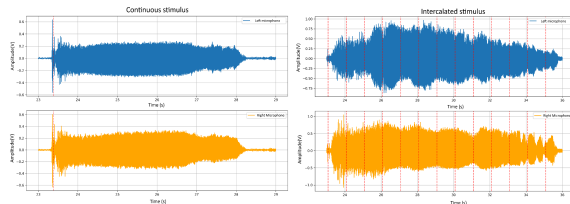
### Results

The signals captured along the accelerometer axes correspond to those measured by the microphones.

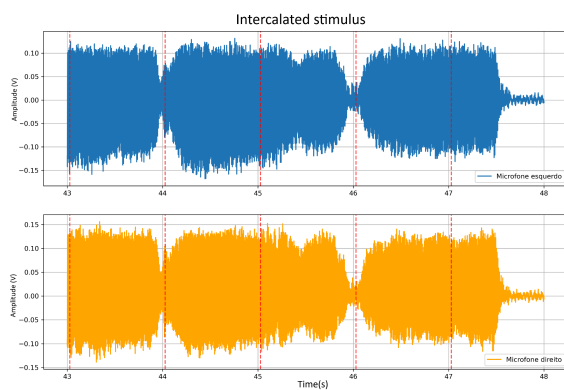


Picture 2. Signals obtained using the microphones and the accelerometer.

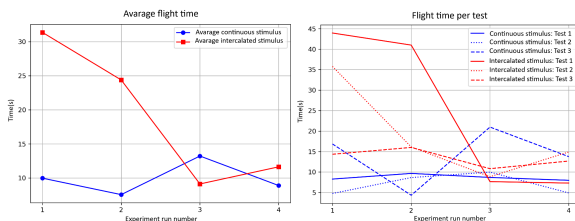
When varying the type of stimulus, distinct signal curves were obtained with the device. The intercalated stimulus produced disturbances during flight.



Picture 3. Differences between the responses to a continuous stimulus and an intercalated stimulus. The presence of stimulus variation resulted in interruptions in flight during these periods of change.



Picture 4. Interruption of flight during stimulus variation. It is observed that the differences in flight duration curves between exposure to continuous and intercalated stimuli indicate habituation behavior.



Picture 5. Flight duration under continuous and intercalated stimuli.

## Conclusions

It is concluded that the equipment developed is capable of recording the forces involved in honeybee flight under visual stimulation, despite directional limitations arising from the damped harmonic behavior of the supporting rod. The qualitative analysis made it possible to identify behavioral patterns predicted in the literature, such as habituation to static stimuli. Dynamic visual stimuli proved to be promising for maintaining these insects in flight, which validated the feasibility of this equipment and methodology for exploratory studies on honeybee flight.

The authors declare no conflict of interest.

The author conceived and designed the study, performed data collection and analysis, contributed to the writing and final revision of the manuscript, and approved the final version of the work.

## References

- Almeida, L. O. B., & Slaets, J. F. W. (2011). VSImG: A high frame rate bitmap based display system for neuroscience research. *Neurocomputing*, 74(10), 1762–1768. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2011.02.016>
- Baird, E., Tichit, P., & Guiraud, M. (2020). The neuroecology of bee flight behaviours. *Current Opinion in Insect Science*, 42, 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.07.005>
- Silvério, C. M. (2013). *The influence of flight on the H1 response and the recording of motor behavior in Chrysomya megacephala* (Master's dissertation, Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo). Universidade de São Paulo Digital Library of Theses and Dissertations. [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/76/76132/tde-30102013-111946/publico/CarolinaMenezesSilverio\\_ME\\_original.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/76/76132/tde-30102013-111946/publico/CarolinaMenezesSilverio_ME_original.pdf)
- Clarke, D., Whitney, H., Sutton, G., & Robert, D. (2013). Detection and learning of floral electric fields by bumblebees. *Science*, 340(6128), 66–69. <https://doi.org/10.1126/science.1230883>