



## TOLERÂNCIA TÉRMICA EM *SCAPTOTRIGONA* AFF. *DEPILIS* EM EXPOSIÇÃO AGUDA À TEMPERATURAS ELEVADAS.

Guilherme C. de S. MARTINS<sup>1</sup>; Luana MELO<sup>2</sup>; Otoniel G. de LIMA<sup>3</sup>

### RESUMO

Modelos de mudanças climáticas sugerem uma elevação na temperatura média, bem como um aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos. Este estudo investigou a tolerância térmica de abelhas forrageiras *Scaptotrigona* aff. *depilis*, em relação a temperaturas agudas elevadas. Os resultados revelaram uma correlação entre o aumento da temperatura e a redução do tempo de sobrevivência das abelhas, indicando sua vulnerabilidade às mudanças climáticas. A análise das temperaturas de 48°C, 53°C e 55°C demonstrou uma relação linear com os tempos de queda e mortalidade, evidenciando a influência da temperatura na resistência das abelhas. Este estudo reforça a importância de entender os mecanismos de termorregulação dessas abelhas nativas, visto que as variações térmicas podem afetar sua adaptação e sobrevivência em ambientes em transformação.

### Palavras-chave:

Abelha; Abelha sem ferrão; Termorregulação; Mudanças climáticas.

### 1. INTRODUÇÃO

O aumento inevitável da temperatura global devido às ações humanas tem sido amplamente discutido. Modelos de mudanças climáticas sugerem uma elevação na temperatura média, bem como um aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos e imprevisíveis (THORNTON et al., 2014; IPCC, 2012).

A tolerância a temperaturas extremas é, sem dúvida, uma das características mais importantes que define o nicho fundamental dos animais ectotérmicos, principalmente dos insetos (JORGENSEN, MALTE e OVERGAARD, 2021). Nos pequenos invertebrados ectotérmicos, as alterações térmicas do ambiente são relevantes devido à sua baixa inércia térmica, tornando-os suscetíveis a mudanças rápidas em sua temperatura corpórea (MCCUE e SANTOS, 2013).

Estudos envolvendo *Apis mellifera carnica* Pollmann, 1879 e *A. m. ligustica* Spinola, 1806 apontam para uma pouca plasticidade de sobrevivência diante de variações de temperaturas extremas (KOVAC et al., 2014). No entanto, há um déficit de pesquisas sobre a resistência de abelhas nativas brasileiras em relação aos seus índices de sobrevivência em temperaturas elevadas. A associação entre tolerância térmica e tempo é direta e deve seguir uma típica relação dose-resposta, quanto maior o estresse térmico, menor será o tempo em que um organismo pode tolerá-lo (REZENDE, CASTANEDA e SANTOS, 2014). Esta relação é conhecida por quase um

<sup>1</sup>Graduando de Ciências Biológicas, IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho. E-mail: guilherme.candidosm@gmail.com.

<sup>2</sup>Mestranda em Fisiologia Geral, USP – Campus São Paulo. E-mail: luanamelo901@ib.usp.br.

<sup>3</sup>Doutorando em Fisiologia Geral, USP - Campus São Paulo. E-mail: otonielglima@ib.usp.br.

século (Bigelow 1921) e tem sido repetidamente obtido empiricamente (por exemplo, Maynard Smith 1957; Cerda, Retana & Cros 1998; Cerda & Retana 2000; Tang et al. 2000; Armstrong, Tang & Wang 2009). O ensaio estático expõe indivíduos a uma temperatura aguda e estressante e, em seguida, mede o tempo necessário para atingir a queda do animal ou pontuar a sobrevivência após um limite fisiológico (JORGENSEN, MALTE e OVERGAARD, 2019). Chamada de curva do tempo de morte térmica (TDT - thermal death time) onde T corresponde à temperatura do ensaio (°C), CTmax é o limite térmico crítico superior (°C), t o tempo de knockdown (min) e z uma constante que caracteriza a sensibilidade à mudança de temperatura. A tolerância térmica diminui quase linearmente com o logaritmo ritmo do tempo decorrido. (REZENDE, CASTANEDA e SANTOS, 2014).

Diante disso, torna-se necessário realizar estudos com ensaios dinâmicos e estáticos para caracterizar a tolerância térmica dessas abelhas, como é o caso do presente trabalho com a espécie *Scaptotrigona aff. depilis* Moure, 1942. O objetivo foi treinar as abelhas forrageiras a uma fonte de alimentação artificial para capturar e avaliar o tempo até de sua morte quando expostas às temperaturas extremas, para assim estimar o tempo até a sua morte (curvas tempo-morte), o máximo crítico térmico (CTmax) e a sensibilidade térmica (z) dos grupos experimentais.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A *Scaptotrigona aff. depilis* é uma espécie de abelha sem ferrão com ampla distribuição geográfica nos Neotrópicos (CAMARGO et al., 2013), configurando-se um ótimo animal modelo para este experimento. As abelhas dessa espécie têm o nome popular de canudo ou mandaguari. Apresentam cerca de 100.000 indivíduos dentro de uma colônia, suas castas são diferenciadas e seus ninhos apresentam arquitetura bem elaborada (VALE, 2013). São insetos sociais, logo as forrageadoras das colônias coletam alimentos para garantir a criação bem-sucedida da ninhada e para satisfazer as demandas energéticas de todos os adultos não forrageadores (ALEIXO et al., 2016), garantindo a sobrevivência da colônia.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1. Para as abelhas experimentais**

Para os experimentos foram utilizadas abelhas forrageiras de *Scaptotrigona aff. depilis*. As colônias utilizadas nos experimentos foram mantidas no meliponário do Instituto de Biociências da USP. Para o experimento, foram coletadas n=60 abelhas da mesma colônia, todas forrageiras, que responderam ao treinamento. Os experimentos foram realizados na estação de inverno (jul/2023).

### **3.2. Treinamento e Coleta**

Para atrair as abelhas forrageiras foi realizado um treinamento a uma fonte artificial de alimentação com xarope de concentração 60% de açúcar ao longo de quatro dias, o xarope foi adicionado em uma placa posicionada em um tripé, colocado bem próximo à entrada da colônia. Após observação das abelhas no alimentador, o tripé com o xarope era afastado da entrada, certificando que apenas as forrageiras estavam interagindo com o xarope, foram capturadas usando um sugador.

### **3.3 Aclimação e testes de temperaturas**

Após serem capturadas, as abelhas foram separadas em grupos de 5 indivíduos em gaiolas foram aclimatadas por 1 hora em estufa BOD com circulação de ar, temperatura controlada  $29^{\circ}\text{C} \pm 1$  com alimento xarope 60% (açúcar) *ad libitum*. Ao final da aclimação, os grupos foram expostos a temperaturas agudas de  $48^{\circ}\text{C}$ ,  $53^{\circ}\text{C}$  e  $55^{\circ}\text{C}$ . Para monitorar a queda das abelhas e o momento da morte, utilizou-se uma câmera dentro da estufa a qual filmava todo o experimento. E para o monitoramento da temperatura dentro da estufa foi utilizado um datalogger. O experimento foi repetido quatro vezes com cada grupo ( $n=5$ ) em três temperaturas diferentes.

### **3.4. Análise dos dados**

As análises do tempo de queda e tempo de morte foram realizadas a partir dos vídeos capturados pela câmera, sendo cada abelha acompanhada de forma individual. A inspeção das temperaturas ocorreu no software HOBOWARE, e o Microsoft Excel foi utilizado para as anotações e cálculos das médias. Por fim, os dados foram processados e analisados pelo software GRAMPHAD PRISMA 8 passando pelo teste estatístico one-way (ANOVA).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados mostraram que na temperatura de  $48^{\circ}\text{C}$  as abelhas apresentam em média 12,78 min até a queda mortal e 19,33 min até a mortalidade, em  $53^{\circ}\text{C}$  o tempo médio da queda mortal é de 8,76 min e o tempo de mortalidade foi de 11,45 min. Na temperatura de  $55^{\circ}\text{C}$  apresentaram média de queda mortal de 6,38 min e média de mortalidade de 8,31 min. Além disso, apresentam uma regressão linear em relação aos tempos médios de queda de *Scaptotrigona aff. depilis* e de mortalidade em temperaturas elevadas de  $48^{\circ}\text{C}$ ,  $53^{\circ}\text{C}$  e  $55^{\circ}\text{C}$ .

Todas as temperaturas apresentaram diferenças significativas no tempo de queda mortal e para o tempo de mortalidade, podendo inferir que há uma correlação entre o aumento da temperatura e o tempo de queda e mortalidade dos indivíduos, confirmando a hipótese de que as abelhas expostas a temperaturas de  $53^{\circ}\text{C}$  e  $55^{\circ}\text{C}$  teriam um tempo de tolerância menor do que as abelhas expostas a  $48^{\circ}\text{C}$ . As temperaturas de  $53^{\circ}\text{C}$  e  $55^{\circ}\text{C}$  não apresentaram diferenças

significativas entre elas por serem muito próximas, entretanto mostram uma leve tendência de diminuição no tempo de tolerância.  $CT_{max}$  74.66 (máximo crítico térmico)  $z=19.91$  (sensibilidade térmica). Esses resultados são consistentes com a compreensão geral da fisiologia das abelhas e sua resposta às mudanças de temperatura, a incapacidade de manter uma temperatura interna constante os torna altamente suscetíveis às variações térmicas abruptas.

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados revelam uma clara correlação linear observada entre o aumento da temperatura e a diminuição do tempo de sobrevivência dessas abelhas, sugerindo uma influência direta e significativa do aumento da temperatura sobre a capacidade de resistência das abelhas, destacando a vulnerabilidade desses importantes polinizadores frente às mudanças climáticas em curso. Os dados obtidos também ressaltam a necessidade de compreendermos mais profundamente os mecanismos de termorregulação dessas abelhas nativas, especialmente em um contexto de aquecimento global. A adaptação a variações térmicas pode ser um fator limitante para a sobrevivência dessas espécies em ambientes em transformação.

## REFERÊNCIAS

- ALEIXO, Kátia Paula et al. Seasonal availability of floral resources and ambient temperature shape stingless bee foraging behavior (*Scaptotrigona* aff. *depilis*). **Apidologie**, v. 48, p. 117-127, 2017.
- FIELD, Christopher B. et al. IPCC, 2012: summary for policymakers: managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. In: **Planning for Climate Change**. Routledge, 2018. p. 111-128.
- JØRGENSEN, Lisa Bjerregaard; MALTE, Hans; OVERGAARD, Johannes. How to assess *Drosophila* heat tolerance: unifying static and dynamic tolerance assays to predict heat distribution limits. **Functional Ecology**, v. 33, n. 4, p. 629-642, 2019.
- JØRGENSEN, Lisa Bjerregaard et al. Dramatic changes in mitochondrial substrate use at critically high temperatures: a comparative study using *Drosophila*. **Journal of Experimental Biology**, v. 224, n. 6, p. jeb240960, 2021.
- KOVAC, Helmut et al. Metabolism and upper thermal limits of *Apis mellifera carnica* and *A. m. ligustica*. **Apidologie**, v. 45, p. 664-677, 2014.
- MCCUE, Marshall D.; DE LOS SANTOS, Roberto. Upper thermal limits of insects are not the result of insufficient oxygen delivery. **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 86, n. 2, p. 257-265, 2013.
- REZENDE, Enrico L.; CASTAÑEDA, Luis E.; SANTOS, Mauro. Tolerance landscapes in thermal ecology. **Functional Ecology**, v. 28, n. 4, p. 799-809, 2014.
- THORNTON, Philip K. et al. Climate variability and vulnerability to climate change: a review. **Global change biology**, v. 20, n. 11, p. 3313-3328, 2014.