



# Demanda conflitante ou sinalização honesta? Relação entre tamanho do armamento e resposta imune em machos de *Labidura xanthopus* (Insecta: Dermaptera)

Daniela Maggio, Leticia Zimback, Paula Giroldo & Vitor Oliveira

**RESUMO:** O desenvolvimento e a manutenção de um atributo sexual secundário podem ser custosos e gerar demandas conflitantes de alocação de recursos. Alternativamente, podem existir relações positivas entre diferentes atributos, que sinalizam a qualidade genética do indivíduo. O objetivo deste trabalho foi investigar qual a relação entre o tamanho relativo do armamento (TRA) e a imunocompetência em machos da tesourinha *Labidura xanthopus*. Coletamos 15 adultos e implantamos um fio de nylon no abdômen de cada um para estimar suas respostas imunológicas. Calculamos o TRA utilizando a razão do comprimento do fórceps pela largura do pronoto. A correlação do TRA com a proporção de pigmentação dos implantes não foi significativa. Concluímos que o tamanho do atributo sexual secundário e a imunocompetência não estão acoplados em machos adultos da espécie estudada e que o tamanho do armamento não comunica à fêmea sobre a qualidade do sistema imunológico do macho.

**PALAVRAS-CHAVE:** alocação de recursos, caráter sexual secundário, imunocompetência, melanização, seleção sexual.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e a manutenção de atributos sexuais secundários podem ser custosos para os indivíduos (Pomfret & Knell, 2006). Em situações em que a quantidade de alimento é restrita, os recursos utilizados para um determinado propósito não estão disponíveis para outros, resultando na alocação preferencial em alguns atributos em detrimento de outros (Wikelski, 2009). A partição de recursos entre diferentes atributos gera uma correlação negativa que pode ser definida como demanda conflitante (trade-off). Um exemplo de demanda conflitante ocorre em machos do besouro *Onthophagus taurus* (Insecta: Coleoptera) que possuem chifres utilizados em combates por acesso às fêmeas. Machos com chifres maiores têm vantagem sobre outros machos (Moczek, 2006), porém o desenvolvimento do chifre requer alto investimento energético. Sendo assim, os nutrientes alocados para o atributo sexual podem não estar disponíveis para serem alocados em características que aumentam a sobrevivência, como uma melhor defesa imunológica contra patógenos (Pomfret & Knell, 2006).

Alternativamente, é possível que apenas os indivíduos em melhor condição física sejam capazes de arcar com os custos de atributos sexuais secundários ao longo do tempo (Tomkins et al., 2004 apud Pomfret & Knell, 2006; Grafen, 1990 apud Rantala, 2007). Logo, o tamanho do atributo sexual poderia ser um indicativo honesto da qualidade genética

do indivíduo. Inúmeros trabalhos encontraram uma correlação positiva entre atributos sexuais secundários e imunidade em artrópodes, incluindo escorpiões, grilos e besouros (veja referências em Pomfret & Knell, 2006). A resposta imune em artrópodes ocorre pelo encapsulamento celular, processo no qual as células do hospedeiro circundam, encapsulam e depositam melanina sobre o parasita ou corpo estranho (Kanost & Trenczek, 1997 apud Rantala, 2007; Kapari et al., 2006 apud Rantala, 2007). Assim, o atributo sexual secundário pode ser um indicativo honesto da imunocompetência do indivíduo.

A tesourinha *Labidura xanthopus* (Insecta: Dermaptera) possui um fórceps no último tergito abdominal, que é utilizado por indivíduos de ambos os sexos para a captura de presas (Borror & DeLong, 1988). Em machos, o fórceps também é um atributo sexual secundário, utilizado em combates intra-sexuais e no cortejo pré-copulatório. O tamanho do fórceps masculino pode sinalizar para a fêmea características como habilidade no combate entre machos e na captura de presas (Radesäter & Halldórsdóttir, 1993 apud García-Hernández, 2015) e, também, melhor resposta imunológica (Pomfret & Knell, 2006). Nesse sentido, a cópula de fêmeas com machos com maior armamento seria vantajosa, pois poderia aumentar a aptidão da prole.

O objetivo deste trabalho foi investigar qual a relação entre o tamanho do armamento sexual e a

resposta imunológica em machos de *L. xanthopus*. Dado que machos com fórceps maiores têm vantagem em combates com outros machos (Radesäter & Halldórsdóttir, 1993 apud García-Hernández, 2015) e que hormônios de crescimento em insetos apresentam efeito tanto em atributos sexuais, quanto na imunossupressão (Rantala, 2007), indicando uma via comum entre crescimento e resposta imune, elaboramos duas hipóteses excludentes: (i) há uma demanda conflitante entre o tamanho do armamento e a resposta imunológica; e (ii) há uma relação positiva entre o tamanho do armamento e a resposta imunológica.

## MATERIAL & MÉTODOS

Coletamos 15 machos adultos de *L. xanthopus* na praia da Reserva de Desenvolvimento Sustentável na Barra do Una, município de Peruíbe, estado de São Paulo. Encontramos os indivíduos principalmente embaixo de plântulas de *Rhizophora mangle* e sob acúmulos de detritos ao longo da praia.

### MEDIDA DA RESPOSTA IMUNOLÓGICA

Para quantificar a resposta imunológica dos machos, implantamos um fio de nylon de 0,5 cm de comprimento em cada indivíduo de *L. xanthopus*. Como a superfície do fio de nylon é lisa, lixamos o fio para que a melanina aderisse melhor ao implante. Inserimos o implante longitudinalmente na lateral direita do penúltimo tergito abdominal, no sentido anterior do corpo de cada indivíduo (Figura 1).

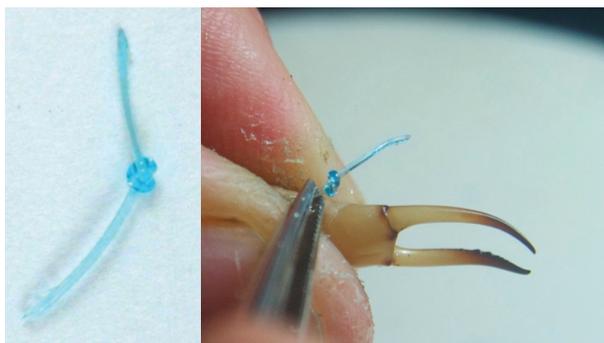


Figura 1. (a) Fio de nylon utilizado para induzir resposta imunológica em machos de *Labidura xanthopus* (foto: Eduardo Santos); (b) Implante do fio de nylon no penúltimo tergito do abdômen de um indivíduo (foto: Diogo Melo).

Removemos o implante após 9 h e fotografamos cada um dos fios. O fio de nylon tinha um formato cilíndrico, mas consideramos que a área da superfície desse cilindro poderia ser aproximada à área de um retângulo. Tiramos uma foto do implante

posicionado sobre uma superfície e, em seguida, giramos o implante ao longo de seu eixo longitudinal para obter a segunda foto. Para cada uma das "faces" opostas do implante, subdividimos a área do retângulo, no computador, em 30 quadrados. No total, o implante retirado de cada indivíduo possuía 60 quadrados que podiam ou não conter pigmentos de melanina. Contamos o número de quadrados pigmentados para cada implante e calculamos a proporção de quadrados pigmentados por indivíduo. A medida de imunocompetência considerada foi a proporção de quadrados pigmentados por indivíduo.

### MEDIDA DO TAMANHO RELATIVO DO ARMAMENTO

Após a retirada do implante, fotografamos cada indivíduo em posição dorsal sobre um papel milimetrado. Mensuramos o comprimento do fórceps e a largura do pronoto dos machos, ambos em centímetros, com o programa ImageJ (Figura 2). Calculamos o tamanho relativo do armamento (TRA) pela razão entre o comprimento do fórceps e a largura do escutelo. Escalonamos essa razão para média zero e desvio padrão igual a um, para que a variável ficasse em unidades de desvio padrão.

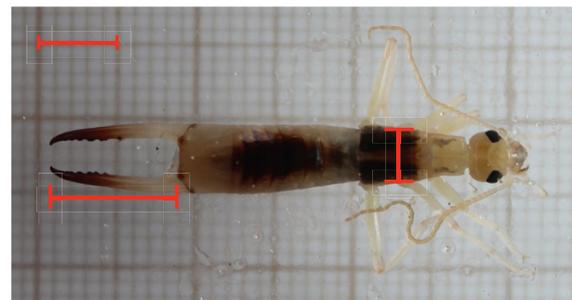


Figura 2. Medidas utilizadas no cálculo do tamanho relativo do armamento dos machos da tesourinha *Labidura xanthopus* (CF = comprimento do fórceps direito; LP = largura do pronoto).

Análise de dados A variável preditora da nossa análise foi o TRA e a variável resposta foi a proporção de pigmentação do implante. Nossas previsões eram que (i) o TRA estaria negativamente relacionado à proporção de pigmentação ou que (ii) o TRA estaria positivamente relacionado à proporção de pigmentação. Calculamos o logito da proporção de pigmentação para que os dados atendessem à premissa de normalidade dos resíduos e utilizamos uma regressão linear para analisar os dados transformados de TRA e da proporção de pigmentação. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa R 3.1.3 (R Development Core Team, 2015), utilizando o pacote shiny (Chang et al., 2015).

## RESULTADOS

A média ( $\pm$  DP) do comprimento do fórceps dos machos de *L. xanthopus* foi  $0,783 \pm 0,132$  cm. A mediana da proporção de pigmentação foi 0,333, sendo 0,033 o valor mínimo e 0,583 o máximo. A correlação entre o TRA e a proporção de pigmentação não foi significativa ( $p = 0,531$ ; Figura 3).

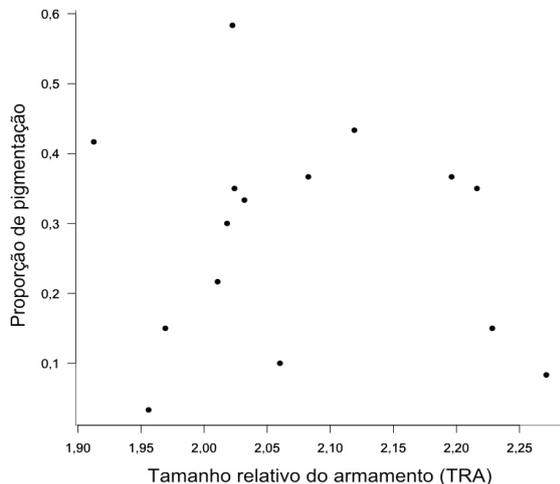


Figura 3. Correlação entre o tamanho relativo do armamento (TRA: razão entre comprimento do fórceps direito e largura do pronoto) e a proporção de pigmentação em machos da tesourinha *Labidura xanthopus*.

## DISCUSSÃO

Não encontramos evidências de que o tamanho relativo do armamento e a resposta imune estejam relacionados em machos de *L. xanthopus*. Portanto, as hipóteses de que haveria demandas conflitantes ou uma relação positiva entre tamanho do armamento e resposta imunológica foram refutadas.

Em insetos, não há crescimento de estruturas esclerotizadas após a maturação sexual. Como o armamento de *L. xanthopus* se desenvolve somente ao longo da fase juvenil, o tamanho do fórceps deve ser influenciado pela história de vida do indivíduo até a maturação sexual, incluindo a qualidade e quantidade de recursos adquiridos até a fase adulta (Cotter et al., 2007). Por outro lado, a imunocompetência de um indivíduo sofre influências endógenas e exógenas ao longo de toda a vida e é esperado que insetos continuem a investir em componentes do sistema imunológico, inclusive durante a fase adulta. A limitação de recursos em insetos jovens holometábolos tem efeito na imunidade, mas esse efeito não se traduz em uma demanda conflitante entre armamento e imunidade na fase adulta

(Pomfret & Knell, 2006). Da mesma maneira que em holometábolos, é possível que em *L. xanthopus* a demanda conflitante não se expresse na fase adulta, pois durante a transição entre estágios de desenvolvimento há um desacoplamento entre tamanho do armamento e resposta imunológica. Considerando que o tamanho do armamento e a imunocompetência respondem a períodos distintos de alocação de recursos, sugerimos investigar a relação entre tamanho do armamento e sistema imunológico de acordo com estágios de desenvolvimento de um indivíduo. Se a hipótese do desacoplamento estiver correta e existir uma demanda conflitante, esperamos que a resposta imunológica de um estágio de desenvolvimento esteja negativamente relacionada ao tamanho do armamento do estágio de desenvolvimento seguinte.

Não obtivemos evidências de que o tamanho do armamento esteja positivamente correlacionado com a imunocompetência em machos de *L. xanthopus*. Dado que o armamento nessa espécie é um atributo sexual, nossos resultados mostram que o tamanho do fórceps do macho não comunica à fêmea a respeito da qualidade do seu sistema imunológico. Entretanto, o tamanho do fórceps pode sinalizar para a fêmea que machos com fórceps maiores obtêm vantagens durante brigas intra-sexuais e na captura de presas. Dada a herdabilidade do tamanho do fórceps, a cópula com machos com maior armamento ainda assim é vantajosa, considerando que essa característica pode ser transmitida para a prole (Tomkins & Simmons, 1999).

Com base neste estudo, concluímos que não existe evidência de correlação entre o tamanho do atributo sexual secundário e a resposta imunológica em machos adultos de *L. xanthopus*. O tamanho do atributo sexual secundário e a imunocompetência não estão acoplados na mesma fase de desenvolvimento do indivíduo. Além disso, os machos não sinalizam para as fêmeas a sua imunocompetência através do tamanho do fórceps.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Eduardo S. A. Santos pela orientação, ao Glauco Machado pela aplicação e remoção dos implantes, ao Danilo Muniz, Antonio Gallo e Renata Orofino pela confecção dos implantes, ao Diogo Melo pela ajuda com a análise de dados, ao Gustavo (Billy) Requena pela revisão e sugestões valiosas e a todos que nos ajudaram durante a coleta.

## REFERÊNCIAS

- Borrór, D.J. & D.M. DeLong. 1988. Lacrainhas, tesourinhas, pp. 105-107. Em: Introdução ao estudo dos insetos. Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo.
- Chang, W.; J. Cheng; J.J. Allaire; Y. Xie & J. McPherson. 2015. Shiny: web application framework for R. R package version 0.12.1.
- Cotter, S.C.; M. Beveridge & L.W. Simmons. 2007. Male morph predicts investment in larval immune function in the dung beetle, *Onthophagus taurus*. *Behavioral Ecology*, 19:331-337.
- García-Hernández, S. 2015. Dimorfismo sexual na tesourinha *Labidura xanthopus* (Dermaptera): uma abordagem macro-ecológica a padrões e processos. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Moczek, A.P. 2006. Integrating micro- and macro-evolution of development through the study of horned beetles. *Heredity*, 97:168-178.
- R Development Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Pomfret, J.C. & R.J. Knell. 2006. Immunology and the expression of a secondary sexual trait in a horned beetle. *Behavioral Ecology*, 17:466-472.
- Rantala, M.J.; D.A. Roff & L.M. Rantala. 2007. Forceps size and immune function in the earwig *Forficula auricularia* L. *Biological Journal of the Linnean Society*, 90: 509-516.
- Tomkins, J.L. & L.W. Simmons. 1999. Heritability of size but not symmetry in a sexually selected trait chosen by female earwigs. *Heredity*, 82:151-157.
- Wikelski, M. 2009. Physiological ecology: animals, pp. 14-19. Em: *The Princeton guide to ecology* (S.A. Levin, ed.). Princeton University Press, New Jersey.

Orientação: Eduardo S. Santos