

## EFICIÊNCIA DOS OCELOS NAS ASAS DA BORBOLETA-CORUJA *Caligo martia* NA DEFESA CONTRA PREDÇÃO POR AVES

SHIMENE TORVE MALTA<sup>1</sup>; BRENDA BARBON FRAGA<sup>2</sup>; CAMILA ABEL DA COSTA<sup>3</sup>; TAIANE SCHWANTZ DE MORAES<sup>4</sup>; CRISTIANO AGRA ISERHARD<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – meny\_malta@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – brendabarbonfraga@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – camila.abelc@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – tai.schwantz@gmail.com

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – cristianoagra@yahoo.com.br

### 1. INTRODUÇÃO

A predação é uma grande força seletiva na natureza, os animais para não serem predados desenvolvem uma ampla gama de estratégias de defesa (STEVENS; RUXTON, 2014). A presença de ocelos, caracterizados por uma marca escura central e círculos de diferentes cores ao seu redor (MONTEIRO, 2008), em muitos animais pode indicar adaptações morfológicas para evitar a predação. Neste caso, os ocelos podem produzir medo no predador, que pela sobrecarga de estímulos visuais evita o ataque (STEVENS; RUXTON, 2014). Porém, a função dos ocelos ainda parece uma incógnita. Nos últimos anos, as pesquisas testam duas hipóteses prováveis: (i) intimidação, assemelhando-se aos olhos de um animal maior (ocelos grandes) e (ii) deflexão, desviando o ataque de predadores a regiões não vitais (ocelos pequenos) (STEVENS, 2005).

As borboletas, por serem ectotérmicas, necessitam do calor externo para realizar os processos metabólicos (HILL et al., 2012). Nas primeiras horas do dia, quando seus principais predadores (as aves) estão despertando, as borboletas permanecem imóveis pelas baixas temperaturas. Portanto, é importante evitar predadores por meio de outras estratégias (OLOFSSON et al., 2010) que não a fuga.

Borboletas da família Nymphalidae, principalmente na subfamília Satyrinae, possuem ocelos nas suas asas (MONTEIRO, 2008), padrão este que vem evoluindo dentro da família há aproximadamente 85-90 milhões de anos (OLIVER et al., 2014). Espécies do gênero *Caligo* spp. possuem hábitos crepusculares e ocelos muito característicos no centro da face ventral de suas asas posteriores, que se assemelham aos olhos de vertebrados para observadores humanos (STEVENS; RUXTON, 2014). Esta característica confere o nome popular de “borboleta-coruja” as espécies desse gênero (STEVENS, 2005).

Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar se a estratégia de evitação de predação no padrão de ocelos nas asas da espécie *Caligo martia* é mais eficiente pela intimidação ou deflexão nas aves. A hipótese é de que borboletas com ocelos tenham mais chances de escapar de ataques vitais de predadores.

### 2. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado em duas áreas de Restinga, sendo uma delas o Horto Botânico Irmão Teodoro Luís (31°48'58" S; 52°25'55" W); e a outra

uma área adjacente pertencente à Embrapa (31°48'54.9"S 52°25'42.1"W), situadas no município do Capão do Leão, Rio Grande do Sul. As áreas de estudo são caracterizadas pelo Bioma Pampa, com influência da Mata Atlântica.

Foram utilizados modelos em tamanho natural de borboletas da espécie *Caligo martia*, impressas à laser em folha A4. Quatro tratamentos foram utilizados: modelos com ocelos (CO); modelos com ocelos pintados com tinta ultravioleta (UV); modelos com a retirada dos ocelos conferindo camuflagem (CM); e modelos controle, sem ocelos e com o padrão de coloração mais claro e visível (CT) (Figura 1).

O estudo foi realizado através de dois experimentos, cada um com 50 unidades amostrais (UA), sendo 25 UAs em cada área de restinga, distantes 20 metros entre si. Cada UA consistia de um modelo de cada tratamento, totalizando 200 modelos em cada experimento. Cada experimento permaneceu durante 5 dias consecutivos em campo, sendo que a contagem das predações por aves foi realizada diariamente. Sendo assim, o esforço amostral total foi de 1000 observações dos modelos ao longo do período de cada experimento.

No primeiro experimento os modelos foram colocados com as asas fechadas (imitando a posição de repouso da borboleta), os quais possuíam uma tira fina de massa de modelar Acrilex (preto 520) nas bordas das asas posteriores. Estes foram fixados em troncos de árvores com cola para madeira. No segundo experimento os modelos foram colados com as asas abertas (para imitar uma coruja) e a massa de modelar foi colocada tanto na borda das asas como no corpo. Os experimentos foram realizados nos meses de março e junho de 2019, respectivamente.

As análises estatísticas foram feitas com o teste Exato de Fisher, com nível de significância de 5%. Foram feitas três análises, sendo que duas foram para o experimento 2, considerando predações no corpo e asa separadamente. Para tal, foram confeccionadas tabelas de contingência nas quais foram organizados os valores de ocorrência ou não de predação para cada um dos modelos e diferentes partes avaliadas.



Figura 1 – Tratamentos utilizados nos experimentos: da esquerda para direita: modelo com ocelo (CO), modelo com ocelo pintado em UV (UV), modelo sem ocelo (CM), modelo controle (CT).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro experimento foi contabilizado um total de 94 predações por aves em 1000 observações, resultando em 9,4% de taxa de predação. No segundo experimento foram observadas 39 predações em 1000 observações totalizando 3,9% de predação. No experimento 1 foram encontrados mais predações no modelo controle, seguido dos modelos com ocelo e com ocelo pintado com tinta UV com valores muito próximos (Tabela 1). No segundo experimento os modelos CO e UV foram os mais predados (Tabela 2).

Tabela 1 - Total de predações nos modelos de borboletas *Caligo martia* no primeiro experimento. CO= modelo com ocelo; UV= modelo com ocelo pintado em UV; CM= modelo sem ocelo; CT= modelo controle.

	CO	UV	CM	CT	Total
Total de predação	27	27	11	29	94

Tabela 2 - Total de predações nos modelos de borboletas *Caligo martia* no segundo experimento. CO= modelo com ocelo; UV= modelo com ocelo pintado em UV; CM= modelo sem ocelo; CT= modelo controle.

	CO	UV	CM	CT	Total
Predação asa	11	7	1	3	22
Predação corpo	4	4	2	7	17
Total Predação	15	11	3	10	39

Os dados do primeiro experimento apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $p=0,01$ ), indicando que o modelo controle, assim como ambos os modelos com ocelos, foram significativamente mais predados que o sem ocelos (camuflado). Os dados do experimento 2 foram analisados separadamente entre predação no corpo e na asa. As análises das predações no corpo não foram significativas (valor do teste;  $p=0,442$ ), indicando que os ataques foram iguais em todos os tratamentos. A análise para as asas indica que os modelos com ocelos foram significativamente mais predados que os outros modelos sem ocelos (CM e CT) (valor do teste;  $p=0,01$ ). Observa-se também uma relação entre os valores de predações no corpo e nas asas, em que os modelos com ocelos apresentam maior predação nas asas, enquanto que os modelos controle e sem ocelos apresentam mais predações no corpo.

Nossos resultados corroboram com a nossa hipótese, indicando que o padrão de predação em ambos os experimentos foram nas borboletas com ocelos. Isto demonstra que os grandes ocelos das borboletas-coruja não mimetizam olhos de grandes predadores, e sim evitam o ataque ao corpo através da deflexão. Outros estudos aceitam esta hipótese (STEVENS et al., 2008; OLOFSSON et al. 2010), porém ainda não é claro se características como tamanho, formato e simetria influenciam a resposta a predação (HO et al., 2016).

STEVENS et al. (2008) demonstrou resultados que apoiam a hipótese de deflexão, nos quais foram testadas diferentes formas e tamanhos de marcas, concluindo não haver diferença entre os ataques a marcas redondas ou de outros formatos. STEVENS et al. (2008) não encontraram evidências de que os ocelos mimetizam olhos, assim como sugerido por nós. Neste caso, os ocelos funcionam muito mais como uma tentativa de evasão a predação.

Diferentes resultados (VALLIN et al., 2007; MUKHRJEE; KODANDARAMAIAH, 2015) apontam para a hipótese de intimidação, na qual os ocelos podem imitar olhos de predadores. Porém, quando comparamos os nossos resultados, é possível perceber que só pelas borboletas com ocelos apresentarem algum padrão de marca, as bicadas foram direcionadas a elas em um primeiro momento. Neste caso, há a chance da borboleta evadir a predação mesmo com um dano na asa.

#### 4. CONCLUSÕES

Apesar deste estudo ter levado em conta experimentação em campo sem nenhuma base molecular de evolução deste caractere, sugerimos que os ocelos das borboletas *Caligo* atraem a atenção do predador para regiões não vitais, escapando de ataques por meio do voo. Os ocelos podem ser considerados características fenotípicas eficientes na defesa contra a predação por aves.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HILL, R.; WYSE, G.; ANDERSON, M. **Fisiologia Animal**. 2. Porto Alegre: Artmed, 2012. 2.ed.

MONTEIRO, A. Alternative models for the evolution of eyespots and of serial homology on lepidopteran wings. **BioEssays**, v. 30, n. 4, p. 358–366, 2008.

MUKHERJEE, R.; KODANDARAMAIAH, U. What makes eyespots intimidating- the importance of pairedness Evolutionary ecology and behaviour. **BMC Evolutionary Biology**, v. 15, n. 1, p. 28-31, 2015.

OLIVER, J.; BEAULIEU, J.; GALL, L.; PIEL, W.; MONTEIRO, A. Data from: Nymphalid eyespot serial homologs originate as a few individualized modules. **Proc. R. Soc.**, 2014.

OLOFSSON, M.; VALLIN, A.; JAKOBSSON, S.; WIKLUND, C. Marginal eyespots on butterfly wings deflect bird attacks under low light intensities with UV wavelengths. **PLoS ONE**, v. 5, n. 5, 2010.

STEVENS, M. The role of eyespots as anti-predator mechanisms, principally demonstrated in the Lepidoptera. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**. v. 80, n. 4. p. 573–588, 2005.

STEVENS, M.; HARDMAN, C.; STUBBINS, C. Conspicuousness, not eye mimicry, makes “eyesspots” effective antipredator signals. **Behavioral Ecology**. v. 19, n. 3, p. 525–531, 2008.

STEVENS, M.; RUXTON, G. Do animal eyespots really mimic eyes? **Current Zoology**, v.60, n.1, p. 26–36, 2014.

VALLIN, A.; JAKOBSSON, S. WIKLUND, C. “An eye for an eye?” - On the generality of the intimidating quality of eyespots in a butterfly and a hawkmoth. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. v. 61, n. 9, p. 1419–1424, 2007.