

O QUE OS OLHOS DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS NOS DIZEM? PERCEPÇÃO DO HABITAT ATRAVÉS DE UMA PERSPECTIVA FUNCIONAL EM ECOLOGIA DE COMUNIDADES

JOYCE DE MORAIS SOUZA¹; ALINE RICHTER ²; CRISTIANO AGRA ISERHARD³

¹Universidade Federal de Pelotas – joycedemoraissouza@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – linebio.r@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – cristianoagra@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Os atributos funcionais e a distribuição dos organismos no espaço são reflexos de diversos processos ecológicos e evolutivos (ACKERLY, 2009). Atributos funcionais são propriedades fenotípicas mensuráveis expressas por indivíduos, e estão relacionados com as funções desempenhadas pelos organismos em diferentes níveis ecológicos (PODGAISKI et al., 2011). Gradientes ambientais estão entre os principais moldadores da diversidade e estrutura de comunidades biológicas, propiciando diferentes micro-habitats e funcionando como um filtro para atributos associados a determinadas condições (CAVENDER-BARES et al., 2009). A estratificação vertical da fauna é dada por diferenças abióticas ou pelos recursos que afetam a distribuição dos organismos entre dossel e subosque, além da questão filogenética (BASSET et al., 2003). Avaliar atributos funcionais em ecologia de comunidades é importante para que se tenha um conhecimento mais detalhado sobre o papel que os organismos exercem no ambiente, promovendo assim, uma melhor compreensão sobre os padrões de diversidade encontrados na natureza (PODGAISKI et al., 2011).

A percepção do ambiente pelos indivíduos influencia diversos fatores ecológicos e impulsionam a evolução dos sentidos nos animais determinando a sua performance na natureza (LAND; NILSSON, 2002). Os olhos compostos dos insetos são formados por uma série de células receptoras chamadas de omatídeos e cada uma delas capta uma imagem que será unida como um mosaico (GRIMALDI; ENGEL, 2005). O formato e tamanho do olho sofrem grande pressão seletiva e estão diretamente ligados ao campo visual percebido em relação a acuidade – resolução de imagem refinada – e a sensibilidade – capacidade de captação da luz (RUTOWSKI, 2000).

As borboletas frugívoras estritas pertencem à família Nymphalidae e são representadas pelas subfamílias Charaxinae, Biblidinae, Satyrinae e Nymphalinae (FREITAS et al., 2014). Possuem hábitos diurno e crepuscular (PENZ; MOHAMMADI, 2013), além de possuírem íntima associação com microhabitats e o ambiente (BROWN, 1991). De acordo com as características de habitat, elas precisam desempenhar funções que garantam uma melhor aptidão. Estudos considerando o papel do olho na percepção do ambiente por borboletas foram desenvolvidos por FREDERIKSEN e WARRANT (2008), RUTOWSKI (2009) e TURLURE et al, (2016) entretanto nenhum abrange gradientes ambientais em comunidades.

Esse trabalho tem por objetivo identificar o efeito da estratificação vertical na morfologia dos olhos em borboletas frugívoras na Floresta Atlântica, visando responder a seguinte questão: Como será a relação do tamanho do olho com a estratificação vertical? A hipótese é de que em ambientes de mata fechada, como o

subosque, os olhos das borboletas serão maiores do que no dossel, apresentando maior campo visual otimizando a percepção do habitat.

2. METODOLOGIA

Foram utilizadas espécies da família Nymphalidae, amostradas ao longo de um gradiente de estratificação vertical na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, nordeste do Rio Grande do Sul, entre novembro/2016 à março/2017. Foram amostrados o dossel e subosque florestal e os indivíduos foram capturados com armadilhas com iscas atrativas (FREITAS et al., 2014).

Indivíduos coletados foram levados para o Laboratório de Ecologia de Lepidoptera, do Instituto de Biologia para montagem, identificação e mensuração dos olhos das espécies. Foram tomadas três medidas lineares: comprimento, largura e diagonal (Figura 1), com o auxílio de estereomicroscópio Zeiss 2.0. Após a mensuração foi identificado o formato do olho, e através de um cálculo trigonométrico, foi determinada a área funcional, que se refere a região onde há uma otimização da captação de imagem (RUTOWSKI, 2000).

Utilizamos um modelo de efeitos mistos (lmer) para avaliar se o estrato e a filogenia influenciam na área funcional do olho. Este modelo é gerado a partir de duas matrizes: uma com os valores do atributo e outra com a correção filogenética. A árvore filogenética de Nymphalidae utilizada está disponível no estudo de WAHLBERG et al. (2009). A escolha entre os dois modelos gerados se deu com base no melhor ajuste. Estas análises foram feitas no R (R Core Team, 2016).

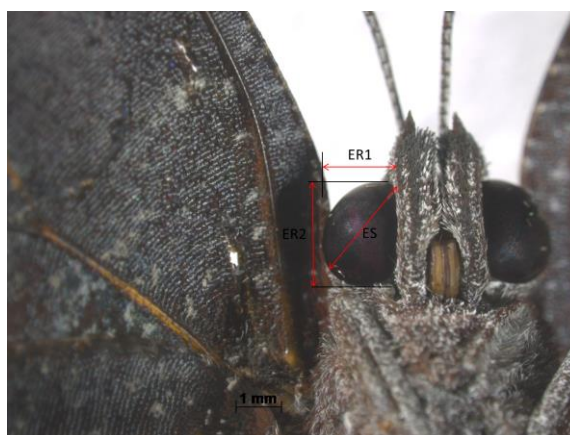


Figura 1. Representação das medidas tomadas para o cálculo morfométrico de campo visual do olho das borboletas frugívoras. As medidas (ER1), (ER2) e (ES) representam largura, comprimento e diagonal, respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 1200 dias-armadilha, foram registradas 34 espécies em 913 indivíduos de Nymphalidae, sendo o dossel mais rico e o subosque mais abundante (Tabela 1).

O modelo que melhor explicou a área funcional do olho foi o que considerou a estrutura filogenética, indicando que a maior área funcional estava nas espécies de borboletas frugívoras associadas ao subosque (m1: $F_{1,52}=17$, $p<0,01$; m2: $F_{1,51}=14,70$, $p<0,01$). Isso pode ser explicado pelo subosque ser um ambiente de mata fechada. Sua alta heterogeneidade de habitat e estrutura de vegetação podem ser obstáculos para transposição durante o voo, o que demanda olhos com maior

campo visual (FREDERIKSEN; WARRANT, 2008). Além disso, por este estrato possuir menor aporte de luz, espera-se que esses indivíduos devam apresentar uma sensibilidade bem desenvolvida para maior captação de luz. Sabe-se que organismos maiores tendem a aumentar o campo visual porque suportam omatídeos maiores e em maior número. Este fato é corroborado por RUTOWSKI et al. (2009), que verificaram que olhos maiores estão relacionados a maior sensibilidade visual.

Nas espécies de borboletas frugívoras que usam o dossel, se espera que essa característica não seja tão otimizada, pois as mesmas estão sujeitas a maior luminosidade. Por outro lado, tais espécies podem possuir voos rápidos e erráticos, necessitando reconhecer melhor o ambiente e objetos em movimento (SRINIVASAN; BERNARD, 1975), e consequente acuidade aprimorada. Considerando que esses indivíduos apresentam a área de campo visual menor, supõe-se que seja devido ao dossel não impor tantas barreiras e ser reconhecido como um grande “tapete verde” (BIRNBAUM, 2001).

Outro aspecto importante é a atividade diária das borboletas frugívoras que, dependendo do grupo, podem ser crepusculares ou diurnas, o que também influencia na morfologia visual. Neste caso, a filogenia pode ter um papel fundamental na distribuição das espécies nos diferentes estratos florestais. Em geral, Satyrinae (algumas espécies de Satyrini e Brassolini) utilizam os ambientes de subosque e possuem hábitos crepusculares. Charaxinae, Nymphalinae e Biblidinae possuem hábitos diurnos e são mais associadas ao dossel. Estudos com insetos indicam que os olhos podem estar associados a um *trade-off*, no qual, ou há um aprimoramento na sensibilidade em detrimento a acuidade, ou vice-versa (RUTOWSKI, 2000).

Tabela 2. Riqueza (S) e abundância (N) das subfamílias de borboletas frugívoras entre os estratos florestais na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, registradas entre novembro de 2016 e março de 2017.

	Dossel		Subosque	
	S	N	S	N
Satyrinae	14	261	13	516
Charaxinae	8	77	2	24
Biblidinae	4	30	1	3
Nymphalinae	1	2	0	0
Total	27	370	16	543

4. CONCLUSÃO

Os organismos que se distribuem ao longo de um gradiente vertical possuem artefatos morfológicos correlacionados com o estrato que residem. Isso pode ser explicado pelo seu hábito de vida ou por condições impostas pela filogenia. Ainda, demais atributos estão associados a outras características fisiológicas e comportamentais intrínsecas destes organismos, que podem influenciar sua distribuição e uso do habitat. Como perspectiva, este estudo deverá ser associado a demais atributos funcionais desta comunidade de borboletas frugívoras, buscando uma maior compreensão dos processos ecológicos que determinam a estruturação de comunidades deste grupo na região Neotropical.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERLY, D. (2009). Conservatism and diversification of plant functional traits: Evolutionary rates versus phylogenetic signal. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Estados Unidos, v.106, 19699–19706, 2009.
- BASSET, Y., HORLYCK, V., WRIGHT, S.J. (eds.). Studying forest canopies from above: the international canopy crane network. **Smithsonian Tropical Research Institute and UNEP**, Panama, 2003.
- BIRNBAUM, P. Canopy surface topography in a French Guiana forest and the folded forest theory. **Plant Ecology**, Reino Unido, v.153, p. 293-300, 2001.
- BROWN K.S. Jr. Conservation of the Neotropical environments: insects as indicators. In: Collins NM, Thomas JA, eds. **The conservation of insects and their habitats**. São Diego: Academic Press, pp. 350–404, 1991.
- CAVENDER-BARES, J., KOZAK, K. H., FINE, P. V. A., KEMBEL, S. W. The merging of community ecology and phylogenetic biology. **Ecology Letters**, v.12, n.7, 693–715, 2009.
- FREITAS, A.V.L et al. Studies with butterfly bait traps: an overview. **Revista Colombiana de Entomología**, Colombia, v. 40, n. 2., p. 203–2012, 2014.
- GRIMALDI, D., ENGEL, M.S. Evolution of the insects. – Reino Unido: Cambridge University Press, 2005.
- LAND, M.F., NILSSON, D.E. **Animal eyes**. Oxford: Oxford University Press, 2002.
- PENZ, C.M., MOHAMMADI, N. Wing pattern diversity in Brassolini butterflies (Nymphalidae, Satyrinae), **Biota Neotropica**, Nova Orleans, v.12, n., p. 693-715, 2009.
- PODGAISKI, L.G., MENDONÇA, M.S.Jr., PILLAR, V.D. O uso de atributos funcionais de invertebrados terrestres na ecologia: o que, como e por quê? **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 4, p. 835-853, 2011.
- RUTOWSKI, R.L. Variation Of Eye Size In Butterflies: Inter- and intraspecific patterns. **The Zoological Society of London Printed**, Reino Unido, v.252, n., p. 187-195, 2000.
- RUTOWSKI, R. L., GISLÉN, L., WARRANT, E. J. Visual acuity and sensitivity increase allometrically with body size in butterflies. **Arthropod Structure and Development**, Estados Unidos v.38, n.2, p.91–100, 2009.
- SRINIVASAN, M.V., BERNARD, G.D., The effect of motion on visual acuity of the compound eye: a theoretical analysis. **Vision Research**, Grã-Bretanha, v. 15., p. 515-525, 1975.
- TURLURE, C., SHTICKZELLE, N., DYCK, H.V., SEYMOURE, B. Flight morphology, compound eye structure and dispersal in the bog and the cranberry fritillary butterflies: an inter- and intraspecific comparison. **Plos One**, Londres, v.11, n. 6, p.10-15, 2016.
- WAHLBERG, N. et al. Nymphalid butterflies diversify following near demise at the cretaceous/tertiary boundary. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, Londres, v. 276, n., p. 4295-4302, 2009.