

ATRIBUTOS FUNCIONAIS DETERMINANTES NA ESTRATIFICAÇÃO VERTICAL EM BORBOLETAS FRUGÍVORAS: REVISÃO

ALINE RICHTER¹; **MILTON DE S. MENDONÇA JUNIOR**²; **RICARDO L. SPANIOL**³;
CRISTIANO AGRA ISERHARD⁴

¹PPG - Biologia Animal, Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – linebio.r@gmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – milton.mendonca@ufrgs.br

³Universidade Federal do Rio Grande Sul (UFRGS) – ricardospaniol@hotmail.com

⁴PPG - Biologia Animal, Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – cristianoagra@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Entender os padrões de distribuição das espécies ao longo de gradientes ambientais é um tema recorrente na Ecologia de Comunidades (CIANCIARUSO, 2009). Esses padrões são acessados por meio das medidas de diversidade, dentre as quais se encontra a Diversidade Funcional (DF) (PETCHEY; GASTON, 2006). A DF busca entender as comunidades por meio das funções dos organismos no ambiente e da sua história evolutiva (PETCHEY; GASTON, 2006). Uma das formas de avaliar qual a contribuição dos organismos na comunidade é pela mensuração de atributos funcionais, que podem ser caracterizados como características fenotípicas, moldadas por processos ecológicos e ambientais (COOPER et al, 2010).

De acordo com seus atributos, as espécies podem ser agrupadas em grupos funcionais. Borboletas frugívoras que pertencem a Nymphalidae (Insecta, Lepidoptera) subfamílias Charaxinae, Satyrinae, Biblidinae e Nymphalinae, obtém seu alimento de frutos apodrecidos ou excretas e carcaças (FREITAS et al, 2014). Esse táxon é considerado como um bom exemplo da atuação da seleção natural sobre aspectos morfológicos, fisiológicos e comportamentais (CHAI, 1996), além de servirem como modelos para detecção de padrões de diversidade por meio de metodologia padronizada (DEVRIES, 1988; FREITAS et al, 2014).

Gradientes ambientais são capazes de moldar a estrutura de comunidades animais. Em florestas tropicais encontra-se uma marcada estratificação vertical da fauna em função de diferenças de altura entre o subosque e dossel, formando gradientes verticais de vegetação (BASSET et al, 2015). Esse gradiente possui diferentes microclimas em virtude da variação nas condições abióticas e na disponibilidade de recursos (SCHULZE et al, 2001). Sendo assim, pode haver uma forte adaptação dos animais aos microclimas, levando à distribuição diferencial destes organismos nos diferentes estratos (BASSET et al, 2015).

Devido à importância do conhecimento dos padrões de distribuição das espécies e de suas funções ecossistêmicas, este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão sobre (i) quais atributos funcionais mais contribuem na composição da estratificação vertical em comunidades de borboletas frugívoras, (ii) como estes são selecionados ao longo deste gradiente; e (iii) como as borboletas respondem ao gradiente mediante suas características funcionais.

2. METODOLOGIA

Foi realizada revisão bibliográfica no Sistema de Busca do Google Acadêmico e em indexadores como o Scielo. Buscaram-se as palavras: “*functional traits*”, “*fruit-feeding butterflies*” e “*vertical stratification*”. Foi realizada uma classificação dos atributos em dois grupos: aqueles ligados a características morfológicas (medidas

morfométricas de asa e corpo), e os relacionados a hábitos comportamentais e coloração (alimentação da lagarta, presença de ocelos e cores sinalizadoras).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os 24 artigos revisados, poucos correlacionaram quais atributos realmente poderiam contribuir para a estratificação vertical de borboletas. Os principais fatores que influenciam na distribuição vertical destes insetos estão relacionados à presença de predadores, fonte de recursos para os adultos (em alguns casos, para lagartas) e as variações microclimáticas (SCHULZE et al, 2001). Devido a isso as adaptações levam à seleção de determinados atributos, explorados abaixo.

3.1. Atributos Morfológicos

Consistem em medidas morfométricas relacionadas ao desempenho durante o voo (KEMP et al, 2006). A figura 1 traz as principais medidas citadas na literatura, relacionadas ao comprimento e largura da asa anterior, do tórax, do abdômen e do total do corpo. Através disso pode-se calcular o volume torácico e abdominal, carga alar, área e formato de asa, muito informativos na resposta a determinadas condições (BERWAERTS et al, 2002).

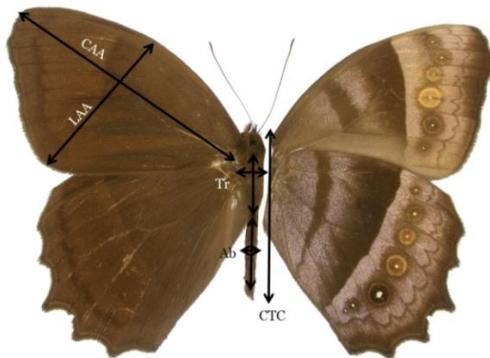


Figura 1 - Medidas morfométricas relacionadas com a performance de voo em borboletas Neotropiais. CAA: comprimento da asa anterior; LAA: largura da asa anterior; Tr: largura e comprimento do tórax. Ab: largura e comprimento total do abdômen; CTC: comprimento total do corpo.

Medidas de tórax podem ser usadas para estimar a quantidade de alocação de massa em músculos relacionados ao voo (KEMP et al, 2006). Um tórax mais largo produz voos com maior força e aceleração. Quando há maior alocação de massa no abdômen, perde-se aceleração, mas ganha-se manobrabilidade, facilitando o desvio de obstáculos em ambientes densos, como no subosque (SCHULZE et al, 2001). Associado a isso, a forma alar é importante para o modo de voo e eficiência energética. Borboletas de dossel possuem asas mais estreitas do que as de subosque (DEVRIES, 1988). Asas compridas e estreitas produzem maior aceleração, enquanto asas proporcionais entre comprimento e largura tem maior carga alar, sustentando melhor o voo.

Uma forte pressão de seleção de atributos nos diferentes estratos se dá pela predação (CHAI; SRYGLEY, 1990). Supondo que no dossel há necessidade de voos rápidos para garantir o escape de aves, atributos que auxiliem nesse contexto são favorecidos. Outro fator importante é a termorregulação, pois borboletas que dependem de voos rápidos tendem a ficar em microhabitat com maior exposição à

luz, facilitando a manutenção da temperatura corporal (CHAI; SRYGLEY, 1990). O sexo também pode influenciar na diferenciação de atributos (BERWAERTS et al., 2002), já que machos investem em massa no tórax e fêmeas no abdômen. Isso se deve a estratégias reprodutivas, pois machos precisam defender território e/ou procurar por fêmeas e estas investem na produção de ovos, o que pode levar à ocorrência deles em diferentes estratos da vegetação (PENZ; DEVRIES, 2002).

3.2. Atributos Comportamentais

Foram incluídas características relacionadas com estratégias visuais como os tipos de coloração, além da especificidade alimentar das lagartas. A coloração das asas das borboletas desempenha um papel vital na fisiologia e em processos de interações. Tanto cores crípticas, que se assemelham a folhas secas, quanto cores iridescentes ou aposemáticas evoluíram para diminuir o risco de predação (PENZ; MOHAMMADI, 2013).

A distribuição vertical de animais é fortemente influenciada pela luminosidade. Esta seleciona padrões de coloração e como estes serão usados na comunicação intra e interespecífica (THÉRY, 2001). No dossel há uma maior intensidade de luz UV, que decresce em direção ao subosque, e é onde a capacidade de percepção de cores por predadores é alta. Ocelos marginais encontrados nas asas em Satyrinae servem de exemplo de como a luminosidade afeta a seleção desse atributo (BRAKEFIELD et al, 1996). OLOFSSON et al (2010) demonstraram que os ocelos estimulam a ave a perceber a borboleta em locais com alta intensidade de luz UV, o que poderia explicar a ausência desse atributo em borboletas que ocorrem no dossel. Já no subosque, hipoteticamente a função dos ocelos seria desviar o ataque para partes não vitais ou repeli-lo.

BURD (1994) estudou no Panamá padrões de coloração em borboletas e distinguiu alguns grupos de cores quanto à preferência por um determinado estrato da vegetação. Aqueles onde predominavam tons amarelos/laranjas eram vistos nos estratos mais altos, enquanto que os tons “azulados” estavam no estrato médio. THÉRY (2001) no mesmo contexto verificou que padrões de cores brilhantes eram eficientes em ambientes de muita ou pouca luz, pois maximizavam a comunicação por cores. Padrões de aposematismo também são encontrados em borboletas frugívoras, mas não há evidências de que apresentem defesas químicas como nas nectarívoras (PENZ; MOHAMMADI, 2013).

No que tange a distribuição vertical de borboletas frugívoras e sua relação com a planta hospedeira, encontramos grupos generalistas e especialistas. Enquanto representantes de Nymphalinae tem hábito polífago e generalista podendo ocorrer mais uniformemente distribuídos no gradiente vertical, Satyrinae tem forte restrição no uso de monocotiledôneas (clado das Poales), tendendo a ser mais encontrada no subosque, pela ocorrência de plantas hospedeiras nesse estrato (SCHULZE et al. 2001; FERRER-PARIS et al, 2013).

4. CONCLUSÕES

O grupo de atributos funcionais responde simultaneamente ao gradiente, fazendo com que essas características sejam distribuídas entre os estratos em florestas bem estruturadas, podendo segregar grupos de espécies de borboletas evidenciado através dos padrões de diversidade funcional. A manutenção da funcionalidade é importante para o equilíbrio do sistema, pois propiciam a continuidade dos processos ecológicos das quais as borboletas fazem parte.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASSET, Y. et al. Arthropod distribution in a tropical rainforest: tackling a four dimensional puzzle. **Plos One**, v.10, p.1-22, 2015.
- BERWAERTS, K. et al. Does flight morphology relate to flight performance? An experimental test with the butterfly *Pararge aegeria*. **Functional Ecology**, v.16, p.484–491, 2002.
- BRAKEFIELD, P.M. et al. Development, plasticity and evolution of butterfly eyespot patterns. **Nature**, v.384, p.236-242, 1996.
- BURD, Martin. Butterfly wing colour patterns and flying Heights in the seasonally wet forest of Barro Colorado Island, Panama **Journal of Tropical Ecology**, v.10, p.601-610, 1994.
- CIANCIARUSO, M.V. et al. Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a Ecologia de comunidades. **Biota Neotropica**, v.9, p.93-103, 2009.
- COOPER, N. et al. Phylogenetic comparative approaches for studying niche conservatism. **Journal of Evolutionary Biology**, v.23, p.2529–2539, 2010.
- CHAI, Peng. Butterfly visual characteristics and ontogeny of responses to butterflies by a specialized tropical bird. **Biological Journal of the Linnean Society**, v.59, p.37-67, 1996.
- CHAI, P.; SRYGLEY, R. B. Predation and the flight, morphology, and temperature of neotropical rain-forest butterflies. **The American Naturalist**, v.135, n.6, 1990.
- DEVRIES, Philip.J. Stratification of fruit-feeding nymphalid butterflies in a Costa Rican rainforest. **The Journal of Research on the Lepidoptera**. v.26, p.98-108, 1988.
- FERRER-PARIS, J.R. et al. Congruence and diversity of butterfly-host plant associations at higher taxonomic levels. **PLoS ONE**, v.8, n.5, p.1-15, 2013.
- FREITAS, A.V.L. et al. Studies with butterfly bait traps: an overview. **Revista Colombiana de Entomología** v.40, n.2, p.209-218, 2014.
- KEMP, D. et al. Contest behaviour in the speckled wood butterfly (*Pararge aegeria*): seasonal phenotypic plasticity and the functional significance of flight performance. **Behav Ecol Sociobiol**, v.59, p.403–411, 2006.
- OLOFSSON, M. et al. Marginal eyespots on butterfly wings deflect bird attacks under low light intensities with UV wavelengths. **PLoS ONE**, v.5, n.5, p.1-6, 2010.
- PENZ, C.M.; DeVRIES, P.J. Phylogenetic Analysis of *Morpho* Butterflies (Nymphalidae, Morphinae): Implications for Classification and Natural History. **American Museum Novitates**, n.3374,p.1-33, 2002.
- PENZ, C.M.; MOHAMMADI, N. Wing pattern diversity in Brassolini butterflies (Nymphalidae, Satyrinae). **Biota Neotropica**, v.13, n.3, p. 154-180, 2013.
- PETCHEY, O.L.; GASTON, K.J. Functional diversity: back to basics and looking Forward. **Ecology Letters**, v.9, p.741–758, 2006.
- PODGAISKI, L.R. et al. O uso de Atributos Funcionais de Invertebrados terrestres na Ecologia: o que, como e por quê? **Oecologia Australis**. v.15, n.4, p.835-853, 2011.
- SCHÜLZE C. H. et al. Understorey versus canopy: patterns of vertical stratification and diversity among Lepidoptera in a Bornean rain forest. **Plant Ecology**. v.153, p.133–152, 2001.
- THÉRY, Marc. Forest light and its influence on habitat selection. **Plant Ecology**, v.153, p.251-261, 2001.