



HIPÓTESES EVOLUTIVAS SOBRE A MORFOLOGIA DAS ASAS DE LIBELLULIDAE (INSECTA, ODONATA)

Resende, D. C. (1)

Meira, A. Q. (2); Campos, L.A.O. (2); Lino - Neto, J. (2)

¹ Departamento de Biologia Animal; Universidade Federal de Viçosa UFV Av. P.H. Hofls, s/n. CEP: 36571000

² Departamento de Biologia Geral; Universidade Federal de Viçosa UFV Av. P.H. Hofls, s/n. CEP: 36571000
amanda.meira@ufv.br

INTRODUÇÃO

A família Libellulidae (Odonata) apresenta elevada riqueza, com 142 gêneros e 985 espécies já descritas (Schorr & Paulson 2011). O comportamento reprodutivo do grupo compreende a defesa de territórios pelos machos atraindo as fêmeas ao acasalamento, o que envolve vôos longos e disputas de elevado custo energético (Marden & Waage 1990). As espécies de Odonata são, normalmente, divididas em dois grandes grupos: os chamados *pousadores*, que permanecem grande parte do tempo pousados em poleiros próximos aos corpos d'água (onde se reproduzem) e os *voadores* que permanecem voando (Corbet 1962).

Associando morfometria geométrica e métodos comparativos, Johansson *et al.*, (2009) sugeriram uma relação entre o comportamento e a morfologia das asas em espécies de Libellulidae. O trabalho assumiu, entretanto, a existência de uma hipótese filogenética estabelecida para o grupo, o que não tem suporte na literatura (Ware *et al.*, 2007; Pilgrim & Von Dohlen 2008). Silva *et al.*, (em preparação) sugeriu que a família Libellulidae teria passado por pelo menos três grandes eventos de radiação. Radiações adaptativas representam um problema para a reconstrução da história evolutiva de um grupo, o que poderia explicar o grande número de politomias e a baixa resolução das hipóteses filogenéticas já propostas para a família.

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar a forma das asas de espécies de Libellulidae como indicativo de processos evolutivos importantes para o grupo, testando se o tamanho corporal e o tempo de vôo estão relacionados com as diferenças observadas na morfologia das asas.

MATERIAL E MÉTODOS

A morfometria geométrica se baseia em uma configuração de marcos anatômicos que permite o isolamento do tamanho e da forma em componentes distintos (Monteiro & Reis 1999). Assim, foram propostos 23 marcos anatômicos nas asas anteriores e posteriores de 29 espécies e 16 gêneros de Libellulidae. Para maximizar a homologia, os pontos são do tipo “justaposição de tecidos” (na posição de interseção das nervuras alares). Através do software Thin Plate Spline 1.20 (Rohlf 2004), foram realizadas comparações par a par entre as asas anterior e posterior de cada espécie.

Foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) usando como variáveis o valor da Distância de Procrustes, bem como, os valores da variância estimada para os 23 marcos anatômicos. Através de Análises de Regressão, a mudança de forma das asas (eixo principal da PCA) foi correlacionada com o “tamanho corporal” (medido pelo volume do tórax) e com o “tempo de vôo”. Dados sobre o comportamento foram obtidos a partir de De Marco Jr. *et al.*, (2005), de Corbet & May (2008), além de observações adicionais. A “área anal da asa posterior”; a “área do abdômen” e o “tama-

nho do centróide das asas” foram correlacionados com a forma das asas.

As espécies compartilham uma história evolutiva e, por isto, podem não ser amostras independentes. Assim, o módulo Continuous (Pagel 1997) do programa Bayes-Traits (Pagel *et al.*, 2004) foi usado para avaliar o componente filogenético das características de interesse.

RESULTADOS

O Continuous avalia a evolução de uma característica através de três parâmetros, denominados δ e ϵ . Destes, o parâmetro δ é o responsável por avaliar se a história evolutiva compartilhada (a filogenia) explica a variabilidade observada nos dados ($=1$). O resultado das análises comparativas mostrou que as características de interesse neste trabalho não apresentam sinal filogenético ($=0$), sugerindo que análises estatísticas tradicionais podem ser utilizadas.

A análise de PCA, realizada a partir dos dados da comparação par a par entre as asas anteriores e posteriores das espécies, originou um eixo principal com 48,7% da variação explicada, que separou as espécies *T. binotata*, *P. flavescens* e *M. marcela* das demais espécies analisadas. A regressão múltipla mostrou que as diferenças entre as asas anteriores e posteriores aumentam em função do aumento no tamanho corporal das espécies ($R^2=0,88$; $b= - 3,75$; $t(8)= - 4,46$; $p<0,01$). A mudança de forma das asas também correlacionou - se com o aumento da área anal da asa posterior ($b= - 3,75$; $t(8)= - 4,46$; $p<0,01$), característica que Corbet (1962) sugeriu como importante para espécies voadoras, facilitando a manutenção de um voo com menor gasto energético (planagem).

Espécies maiores, de fato, permaneceram mais tempo voando, durante as atividades reprodutivas ($R^2=0,48$; $b=1,42$; $t(7)=2,45$; $p<0,05$). Entretanto, a mudança de forma entre as asas ($R^2=0,48$; $b=1,03$; $t(7)=1,96$; $p=0,09$) e a área anal da asa posterior ($R^2=0,48$; $b=1,05$; $t(7)=2,22$; $p=0,06$) não se correlacionaram com o tempo de voo das espécies, reforçando a idéia de que a dicotomia entre *voadores e pousadores* parece, de fato, existir, mas, envolveria outras atividades de voo que não as relacionadas ao comportamento reprodutivo, como já foi defendido por Corbet & May (2008).

CONCLUSÃO

As características morfológicas e comportamentais de interesse não apresentaram sinal filogenético, reforçando a idéia de que Libellulidae possa ter passado

por eventos de rápida radiação adaptativa. As diferenças de forma entre as asas das espécies estão correlacionadas com o tamanho corporal das espécies, mas, não influenciam o tempo de voo durante as atividades reprodutivas.

(Este trabalho contou com o apoio da FAPEMIG, através do financiamento do projeto “Filogenia e Evolução da família Libellulidae Rambur, 1842 (Odonata) baseada em caracteres moleculares” e de bolsa de pós - doutorado para a primeira autora.)

REFERÊNCIAS

- Corbet PS (1962) A biology of dragonflies. Primeira edição. Witherby, London.
- Corbet PS & May ML (2008) Fliers and perchers among Odonata: dichotomy or multidimensional continuum? A provisional reappraisal. *International Journal of Odonatology*, 11, 155 - 171.
- De Marco Jr. P; Latini AO & Resende DC (2005) Thermoregulatory constraints on behavior: patterns in a Neotropical dragonfly assemblage. *Neotropical Entomology*, 34, 155 - 162.
- Johansson F; Soderquist M & Bokma F (2009) Insect wing shape evolution: independent effects of migratory and mate guarding flight on dragonfly wings. *Biological Journal of the Linnean Society*, 97, 362 - 372.
- Marden W & Waage J (1990) Escalated damselfly territorial contests are energetic wars of attrition. *Animal Behaviour*, 39, 954 - 959.
- Monteiro LR & Reis SF (1999) Princípios de Morfometria Geométrica. Edição única. Holos, Ribeirão Preto.
- Pagel M (1997) Inferring evolutionary processes from phylogenies. *Zoologica Scripta*, 26, 331 - 348.
- Pagel M; Meade A & Barker D (2004) Bayesian estimation of ancestral character states on phylogenies. *Systematic Biology*, 53, 673 - 684.
- Pilgrim EM & Von Dohlen CD (2008) Phylogeny of the Sympetrinae (Odonata: Libellulidae): further evidence of the homoplasious nature of wing venation. *Systematic Entomology*, 33, 159 - 174.
- Rohlf FJ (2004) Thin - plate Spline. Ecology & Evolution, SUNY at Stony Brook.
- Schorr M & Paulson DR (2011) World Odonata list. <http://www.pugetsound.edu/academics/academic-resources/slater-museum/biodiversity-resources/dragonflies/world-odonata-list/>.
- Ware J; May M & Kjer K (2007) Phylogeny and the higher Libelluloidea (Anisoptera: Odonata): An exploration of the most speciose superfamily of dragonflies. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 45, 289 - 310.