

O tamanho corporal se correlaciona com o início das atividades em libélulas? Uma abordagem através do método filogenético comparativo

Ana Paula O. Alonso, Maíra B. de Souza, Severino Rodrigo R. Cavalcante & Wanessa Rejane de Almeida

Introdução

Os organismos mantêm suas condições internas constantes através de mecanismos de homeostase. Os mamíferos, por exemplo, são animais endotérmicos, mantendo sua temperatura corporal constante independente do ambiente externo.

Diferentemente, os exotérmicos como lagartos e tartarugas, ajustam sua temperatura através do ganho de calor do ambiente, tanto por calor de convecção como por irradiação (Ricklefs, 2001).

Em libélulas, existem espécies endotérmicas e exotérmicas, sendo que essas últimas se dividem em duas categorias, os conformadores e os heliotérmicos. Os conformadores são animais pequenos, com grande razão superfície/volume e que utilizam calor de convecção para termorregularem. Já os heliotérmicos são animais maiores, com uma razão superfície/volume pequena e que utilizam calor de irradiação para manter sua temperatura corporal. É de se esperar que libélulas pequenas termorregulem mais rápido que libélulas grandes (De Marco Jr. *et al.*, 2005).

A seleção sexual em libélulas ocorre muitas vezes com as fêmeas escolhendo os machos. Nesses casos, é muito comum encontrar espécies em que os machos defendem territórios, onde eles conseguem acasalar com as fêmeas. Machos que não estabelecem um território muitas vezes não conseguem copular nenhuma vez (McVey, 1988). Para muitas dessas espécies, encontrar e manter um bom território pode determinar se um macho consegue ou não copular e o quanto ele copula. Dessa forma, os indivíduos que iniciam suas atividades mais cedo podem escolher um território que, possivelmente, garanta maiores oportunidades reprodutivas. Nesse contexto, podemos imaginar que espécies menores que termorregulam mais rápido e iniciam suas atividades mais cedo podem conseguir melhores territórios (De Marco Jr., 1998).

Nas últimas décadas as análises dos padrões de diferenciação interespecífica tornou-se mais objetiva devido ao desenvolvimento de uma metodologia eficiente para reconstruir a história evolutiva dos organismos, a análise cladística ou sistemática

filogenética. A necessidade de utilizar os métodos filogenéticos comparativos em estudos envolvendo variação interespecífica deve-se a duas razões principais. Em primeiro lugar, muitas vezes é difícil distinguir entre adaptações a variações ambientais e características compartilhadas por descendência. Além disso, as espécies não são amostras independentes pois compartilham uma história evolutiva. Para tratar esses problemas o método mais utilizado para analisar a relação entre duas variáveis quantitativas é o de contrastes filogenéticos independentes de Felsenstein (Diniz-Filho, 2000).

Neste contexto, assumindo que as espécies de menor tamanho corporal termorregulam mais rápido, nossa hipótese foi que essas espécies iniciam suas atividades mais cedo do que espécies maiores.

Material & métodos

Área de estudo

Realizamos o estudo na reserva do Km 41 (2°26'S; 59°46'O), localizada a 80 Km ao norte de Manaus, Amazonas. Amostramos um trecho de aproximadamente 150 m de um riacho localizado na trilha L4, próxima ao acampamento. O riacho caracteriza-se por ter alta heterogeneidade ambiental, com

sedimentos, coberturas de serrapilheira e aberturas de dossel diferenciadas, além de poças espaçadas pela sua área.

Coleta de dados

Coletamos todas as libélulas encontradas no local de amostragem com o auxílio de um puçá. A cada 15 min a temperatura do ar era medida e uma varredura de captura era conduzida por cinco pessoas ao longo do trecho do riacho amostrado, totalizando dez varreduras de captura. O tempo de início de atividade de uma espécie era o tempo decorrido desde as 8:00 h até o horário de sua primeira captura. Portanto, se capturávamos uma espécie às 8:30 h, o tempo de início de atividades considerado para essa espécie era de 30 min. Com o auxílio de um paquímetro medimos o comprimento da asa de cada libélula capturada. A medida de comprimento da asa foi o parâmetro que utilizamos para avaliar o tamanho corporal das espécies, já que essa medida está fortemente correlacionada com o tamanho corporal do indivíduo (De Marco *et al.*, 2005).

Análise de dados

Com base nas informações de literatura especializada (Lencioni, 2005; Borrow, 1964) as libélulas coletadas foram identificadas ao menor nível taxonômico

possível e agrupadas de acordo com a maior proximidade filogenética entre as espécies. A árvore foi construída assumindo que os agrupamentos taxonômicos refletem a proximidade filogenética.

Como nós não sabemos quanto da variação dos nossos dados pode ser explicada apenas pela filogenia, foi necessário realizar duas regressões lineares simples, uma com os dados brutos sem considerar possíveis efeitos filogenéticos e outra considerando os contrastes do tempo de início de atividade e do comprimento da asa. Utilizamos uma modificação do método de contrastes filogenéticos independentes de Felsenstein para analisar a correlação evolutiva intrínseca (Diniz-Filho, 2000). Primeiramente, encontramos duas espécies adjacentes na filogenia e calculamos a diferença entre as duas para cada variável considerada (hora de

início e comprimento da asa). Essa diferença era o valor do contraste entre essas duas espécies (Figura 1). Essa diferença era sempre o valor do ramo superior menos o valor do ramo inferior. Então, removíamos essas duas espécies da filogenia, deixando apenas seu ancestral comum. O valor da variável para esse ancestral era a média dos valores das duas espécies ponderada pelo comprimento do ramo (Figura 1). Como nossa filogenia não possui informações sobre o comprimento dos ramos, assumimos que o comprimento do ramo era um para todas as análises. Calculamos os contrastes para todos os pares de espécies irmãs atuais e ancestrais, tanto para os valores de tempo de início de atividade quanto para os valores de comprimento de asa. Os valores de contraste obtidos para essas duas variáveis formavam as coordenadas dos pontos para a regressão simples.

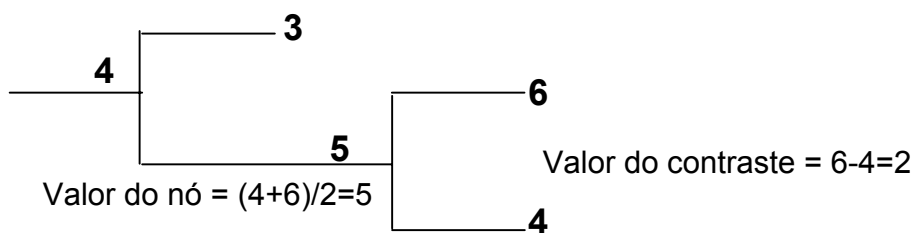


Figura 1. Exemplo hipotético de filogenia mostrando os cálculos dos valores dos nós e do contraste filogenético.

Resultados

Identificamos um total de nove espécies de libélulas, todas pertencentes à subordem Zygoptera e enquadradas nas seguintes famílias: Calopterygidae, Coenagrionidae, Megapodagrionidae, Polythoridae e Protoneuridae. O início das atividades variou entre 8:50 e 10:25 hs e o comprimento das asas variou de 1,4 a 2,7 cm

(Tabela 1). A temperatura variou entre 23 e 25°C. Para a análise de regressão linear com os dados brutos não identificamos relação entre o tempo de início da atividade e comprimento da asa ($R^2 = 0,234$; g.l.=8; $p = 0,187$). Também não identificamos relação entre o contraste filogenético destas variáveis na segunda análise de regressão ($R^2 = 0,041$; g.l.=7; $p = 0,600$).

Tabela 1. Lista das espécies de Odonata encontradas na reserva do Km 41, seus horários de início das atividades e comprimento da asa.

Família	Espécie	Início da atividade (h)	Comprimento da asa (cm)
Megapodagrionidae	<i>Heteragrion cf. sylvorum</i>	08:50	2,3
Protoneuridae	<i>Psaironeura tenuissima</i>	09:05	1,6
Protoneuridae	<i>Phasmoneura sp.</i>	09:07	2,0
Cenagrionidae	<i>Argia sp.1</i>	09:23	1,6
Polythoridae	<i>Chalcopteryx rutilans</i>	09:38	1,7
Cenagrionidae	<i>Argia sp. 2</i>	09:52	1,4
Protoneuridae	<i>Epipleoneura manauensis</i>	10:05	2,2
Calopteryidae	<i>Haeterina moribunda</i>	10:19	2,7
Calopterygidae	<i>Mnesarete astrape</i>	10:25	2,7

Discussão

Nossa hipótese de que o início das atividades das libélulas poderia ser explicado pelo comprimento das asas não foi corroborada pelos nossos dados. Não encontramos o padrão esperado na análise com os dados brutos nem na análise que utilizou os valores de contraste filogenético.

Outros fatores que não entraram na nossa análise podem ter influenciado esse sistema. Um desses fatores é a luminosidade, já que algumas espécies só foram encontradas em fachos de luz, como *Argia* spp. (Martins, 2004) e *Chalcopteryx rutilans* (Resende, 2002). Imaginamos que esse comportamento se deve ao fato de que as fêmeas podem detectar os machos mais facilmente quando estes se encontram na luz. Além disso, muitos machos

possuem ornamentações nas asas como manchas e cores conspícuas, que só são detectadas sob a luz do sol. Dessa forma, permanecer na luz pode ser uma forma de exibição para as fêmeas e para as espécies que apresentam esse comportamento a disponibilidade de manchas de sol pode ser mais importante do que o horário em si. Portanto, independentemente do tamanho, espécies que defendem territórios em fachos de luz dependem da presença dos mesmos para iniciar suas atividades. Osses *et al.* (2004) encontraram o mesmo resultado que nosso estudo.

Cada espécie possui uma temperatura ótima de atividade enzimática e, fora desse ótimo, as espécies têm a sua intensidade de atividades afetadas (Ricklefs, 2001). Em libélulas, algumas espécies podem precisar de temperaturas mais altas para atingir a sua temperatura ótima para iniciar suas atividades. No dia da nossa coleta a variação de temperatura foi pequena e isso pode ter afetado o início da atividade de algumas espécies. Dessa forma, talvez espécies que necessitem de temperaturas mais altas para se aquecer tenham retardado ou até mesmo abortado o comportamento de defesa de território no período da nossa coleta.

Estudos que consideram a relação filogenética entre as espécies são

imprescindíveis para o entendimento das características adaptativas das espécies (Diniz-Filho, 2000). Este tipo de estudo complementa os estudos tradicionais que não consideram a filogenia e dessa forma evita que haja uma confusão entre caracteres adaptativos e caracteres herdados por espécies próximas filogeneticamente. No nosso estudo, os resultados encontrados foram robustos, pois em ambas as análises os resultados biológicos encontrados foram os mesmos.

Sugerimos que estudos futuros sejam realizados em diferentes estações do ano e ao longo de vários dias de coleta, o que minimizaria os possíveis efeitos das variações climáticas diárias e sazonais, além dos possíveis erros na estimativa do horário de início de atividade para cada espécie. Também seria interessante utilizar o peso corpóreo como outra variável de medida de tamanho, já que observamos grandes variações de forma de tórax e de abdomen e, portanto, o comprimento da asa pode não fornecer uma medida adequada do tamanho da libélula.

Agradecimentos

Agradecemos muito ao Paulo De Marco Jr. pelo auxílio na coleta de dados, pelas descontrações no campo e pelos ensinamentos do método filogenético comparativo (ufa!).

Também agradecemos a ele e ao Adolfo pelas sugestões na redação deste trabalho.

Referências bibliográficas

- Borrow, J.B. & D.M. DeLong. 1964. Introdução ao estudo dos insetos. Edgard Blücher, New York.
- De Marco Jr., P. 1998. The amazonian campina dragonfly assemblage: patterns in microhabitat use and behaviour in a foraging habitat. *Odonatologica*, 27: 239-248.
- De Marco Jr., P.; A.O. Latini & D.C. Resende. 2005. Thermoregulatory constraints on behavior: patterns in a neotropical dragonfly assemblage. *Neotropical Entomology*, 34:155-162.
- Diniz-Filho, J.A.F. 2000. Métodos filogenéticos comparativos. Holos Editora, Ribeirão Preto.
- Lencioni, F.A.A. 2005. Damselflies of Brazil: an illustrated identification guide 1: Non-Coenagrionidae families. All Print Editora, São Paulo.
- Martins, E.G. 2004. Comportamento territorial e reprodutivo de *Argia* sp. (Odonata: Coenagrionidae) em um igarapé da Amazônia Central. In: Livro do curso de campo "Ecologia da Floresta Amazônica" (G. Machado & P. De Marco Jr., eds.). PDBFF/INPA, Manaus.
- McVey, M.E. 1988. The opportunity for sexual selection in a territorial dragonfly, *Erythemis simplicicollis* pp. 44-58. In: Reproductive success (T. H. Clutton-Brock, ed.) The University of Chicago press, Chicago.
- Osses, F.; G. Zunquim; L. Rodrigues; N. Cunha & R. Baldissera. 2004. Calor, luz, câmera, ação: termorregulação de odonata em um igarapé da Amazônia Central. In: Livro do curso de campo "Ecologia da Floresta Amazônica" (G. Machado & P. De Marco Jr., eds.). PDBFF/INPA, Manaus.
- Rezende, D.C. 2002. Comportamento territorial de *Chalcopteryx scintilans* (Odonata:Polythoridae). In: Livro do curso de campo "Ecologia da Floresta Amazônica" (J. Zuanon; E. Venticinque., eds.). PDBFF/INPA, Manaus.
- Ricklefs, R.E. 2001. The Economy of Nature. W. H. Freeman & Company, New York.

Orientação: Paulo De Marco