

A massa corporal e a simetria alar de machos da libélula *Micrathyria* sp. (Odonata: Libellulidae) influenciam seu sucesso reprodutivo?

Bruno A. Buzatto

Introdução

Darwin (1871) reconheceu que indivíduos que não diferem em sua capacidade de sobrevivência podem diferir em seu sucesso reprodutivo. O processo responsável por essa variação, a seleção sexual, já foi extensivamente corroborado com evidências provindas de diferentes grupos taxonômicos (Andersson 1994). Esse tipo particular de seleção depende tanto da competição entre membros de um sexo pelo acesso a membros do sexo oposto (seleção intra-sexual), quanto da escolha de determinados indivíduos de um sexo por indivíduos do sexo oposto (seleção inter-sexual). Esses dois mecanismos, agindo isoladamente ou em conjunto, são os responsáveis pelo dimorfismo sexual encontrado em diversos grupos de animais (Shuster & Wade 2003).

As libélulas comumente apresentam dimorfismo sexual acentuado, sendo os machos geralmente mais coloridos e mais brilhantes que as fêmeas (Silsby 2000). De fato, dentre os insetos, um dos casos mais bem documentados de evolução de ornamentação masculina são os padrões de pigmentação nas asas de libélulas territoriais (veja Silsby 2000).

Como o dimorfismo apresentado por esses insetos se baseia em ornamentação e não em armamentos, alguns autores sugeriram que as libélulas sofrem uma pressão de seleção inter-sexual forte, sendo a escolha feminina o principal fator responsável pela evolução dos padrões de coloração dos machos (referências em Grether 1996). No entanto, Grether (1996) demonstrou que a mancha alar de machos de *Hetaerina americana* (Calopterygidae) é importante nas brigas entre machos e não na escolha feminina.

O tamanho e a massa corporal de machos podem ser utilizados pelas fêmeas como bons indicadores da qualidade genética ou da condição física dos parceiros sexuais. O desvio da simetria bilateral perfeita, a assimetria, também pode ser usado por fêmeas para avaliar a qualidade dos machos (Van Valen 1962). Essa proposta é baseada na premissa de que a assimetria em um caráter é uma medida sensível ao estresse durante o desenvolvimento, o que leva à predição de que a assimetria se relaciona negativamente com a condição física do indivíduo (Møller & Swaddle 1998). Dado que a simetria e a massa corporal são dois traços fenotípicos que podem estar sob pressão de seleção sexual, o

objetivo do presente estudo foi investigar se esses atributos influenciam o sucesso reprodutivo de machos da libélula *Micrathyria* sp. (Libellulidae) em uma poça temporária na Amazônia Central. Investiguei também se a seletividade das fêmeas varia com sua massa. Por representarem um recurso reprodutivo mais valioso para machos, fêmeas mais pesadas e supostamente mais fecundas poderiam ser mais criteriosas e copular com machos maiores e mais simétricos do que fêmeas mais leves.

Material & métodos

Área de estudo

Realizei o estudo na reserva Km 41 (2°24'S; 59°44'O), pertencente ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF) e situada aproximadamente 80 Km ao norte de Manaus, AM. A floresta de terra firme é a formação vegetal predominante no local, com uma altura de dossel que varia de 30 a 37 m. O clima na região é quente e úmido, com duas estações marcadas, temperatura anual média de 26°C e precipitação anual variando de 1.900 a 2.300 mm (RADAMBRASIL 1998). A coleta de dados foi realizada em uma poça de água temporária ao lado de uma estrada que corta a floresta (Figura 1a). A poça possui um formato elipsóide com aproximadamente 15 m de

comprimento e 6 m de largura. A profundidade máxima da coluna d'água é de apenas 1 m, de forma que alguns galhos secos que caíram da floresta ao lado ficam parcialmente expostos. Por estar mais próxima da floresta em sua margem oeste, a poça recebe incidência solar direta apenas no período entre 8:00 h e 14:00 h.

Biologia reprodutiva de Micrathyria sp.

A atividade de *Micrathyria* sp. no local de estudo se concentra na parte da manhã, período durante o qual os machos defendem territórios de aproximadamente 4 m² ao redor de poleiros, tanto na vegetação da margem da poça quanto nos galhos secos emergentes no meio da poça (Figura 1b). Fêmeas que chegam à poça são rapidamente agarradas por machos que, a seguir, voam carregando essas fêmeas durante cerca de 5 min, durante os quais ocorre a cópula. Após esse período, a fêmea pousa e começa a ovipor em pedaços de madeira morta dentro da poça, posicionando a ponta do abdômen na porção desses troncos que está logo abaixo da superfície. Enquanto isso, o macho permanece pairando no ar a menos de 50 cm da fêmea. Durante o vôo nupcial e a oviposição, outros machos investem contra o casal e tentam agarrar a fêmea para uma nova cópula.

Coleta de dados

Observei o comportamento dos indivíduos de *Micrathyría* sp. encontrados no local de estudo nos dias 3 e 4 de agosto de 2006. Concentrei minhas observações no período das 8:00 h, quando os primeiros indivíduos chegavam à poça d'água, até as 14:00 h, quando a sombra da floresta cobre completamente a poça e a atividade das libélulas decai, restando, em geral, menos de cinco indivíduos no local. Coletei todos os casais que encontrei copulando nos dois dias de observação e registrei os horários em que se deram as cópulas. A seguir, ao final de cada dia de observação, coletei uma amostra dos machos que não foram vistos copulando naquele dia.

Levei todas as libélulas coletadas para o laboratório, onde determinei a massa de cada indivíduo com uma balança de precisão. Posteriormente, fotografei o par de asas anteriores de cada macho coletado com uma câmara digital (Nikon Coolpix 4500). Usei essas fotos para estimar a simetria na área das asas anteriores de cada macho e, para evitar possíveis problemas com a escala da foto, comparei apenas áreas de asas registradas em uma mesma foto. Para essas estimativas,

quantifiquei os pixels que cada asa continha na imagem com o programa Adobe Photoshop. Dividindo o número de pixels da menor asa anterior pelo número de pixels da maior asa anterior, obtive um índice de simetria alar para cada macho que, em teoria, pode variar de 0 a 1.

Análises estatísticas

Investiguei se a massa e a simetria alar dos machos influencia a sua probabilidade de obter cópulas através de regressão logística múltipla, comparando machos coletados em cópula com aqueles coletados ao final do dia. Para investigar se fêmeas mais pesadas são mais criteriosas em sua escolha de machos, fiz duas regressões entre a massa das fêmeas e a massa e o índice de simetria alar de seus parceiros sexuais. Finalmente, para saber se o índice de simetria alar e a massa dos machos poderiam prover sinais independentes de suas qualidades genéticas para as fêmeas, realizei uma correlação de Pearson entre esses dois atributos dos machos coletados.



Figura 1. (a) Poça de água temporária em uma floresta de terra firme na Amazônia Central, onde o estudo foi conduzido. A poça possui aproximadamente 15 m de comprimento, 6 m de largura e uma coluna d'água de cerca de 1 m. (b) Poças como essa são visitadas pela libélula *Micrathyria* sp., cujos machos pousam na vegetação como o abdômen em uma posição diagonal ao solo, o que deve evidenciar as manchas dorsais localizadas no fim de seus abdomens para coespecíficos que passem voando nas redondezas.

Resultados

Observei 16 cópulas ao todo, sendo que a primeira ocorreu às 9:15 h e a última às 13:00 h (Figura 2). Esse período de atividade reprodutiva coincide com a parte do dia em que o sol incide pelo menos parcialmente na poça. Ao final de cada um dos dois dias de observação, cerca de 10 machos que nunca

foram vistos copulando restavam na poça. No entanto, não é possível saber se esses machos eram os mesmos nos dois dias, já que não marquei os indivíduos. Coletei uma amostra de 12 desses machos que supostamente não copularam, sete no primeiro dia e cinco no segundo dia.

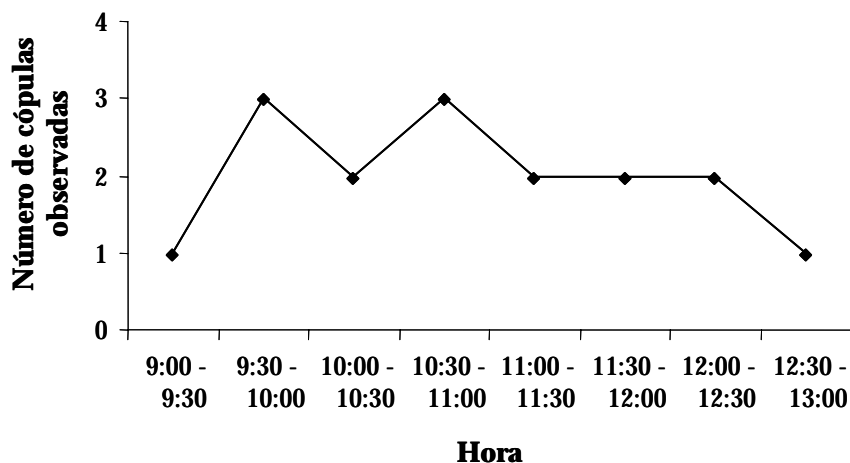


Figura 2. Número de cópulas da libélula *Micrathyria* sp. Registradas em diferentes horários, durante dois dias de observação, em uma poça de água temporária em uma floresta de terra firme na Amazônia Central.

A massa dos machos variou de 173 mg a 253,9 mg (média \pm dp = 213,2 \pm 18,2 mg), enquanto a massa das fêmeas variou de 182,8 mg a 293,2 mg (229,6 \pm 27,7 mg). O índice de simetria alar dos machos, por sua vez, variou de 0,897 a 0,997 (0,96 \pm 0,03). A probabilidade de copular dos machos não foi influenciada por suas massas ($t = 0,185$; $p = 0,853$), por seus índices de simetria ($t = 0,222$; $p = 0,824$) ou pela interação entre esses dois fatores ($t =$

0,144; $p = 0,885$). Com relação aos casais encontrados em cópula, a massa das fêmeas não foi um bom preditor da massa ($R^2 = 0,091$; $p = 0,255$; Figura 3a) ou da simetria do primeiro par de asas ($R^2 = 0,008$; $p = 0,737$; Figura 3b) de seus parceiros sexuais. Considerando todos os machos, não houve uma correlação entre a massa e a simetria dos machos encontrados ($t = 0,631$; $p = 0,533$; g.l. = 26; $n = 28$; Figura 4).

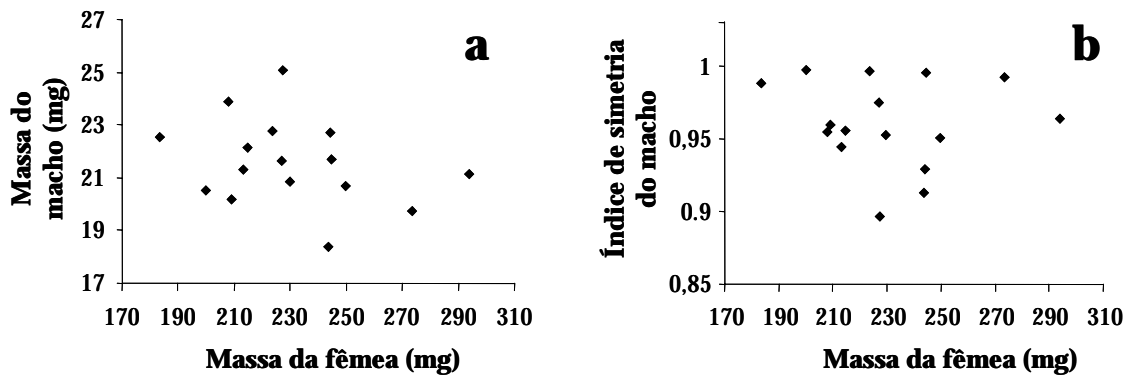


Figura 3. Massa e simetria de indivíduos de libélula *Micrathyria* sp. encontrados copulando em uma poça de água temporária em uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Não houve uma relação significativa entre a massa (a) ou simetria (b) de seus parceiros sexuais.

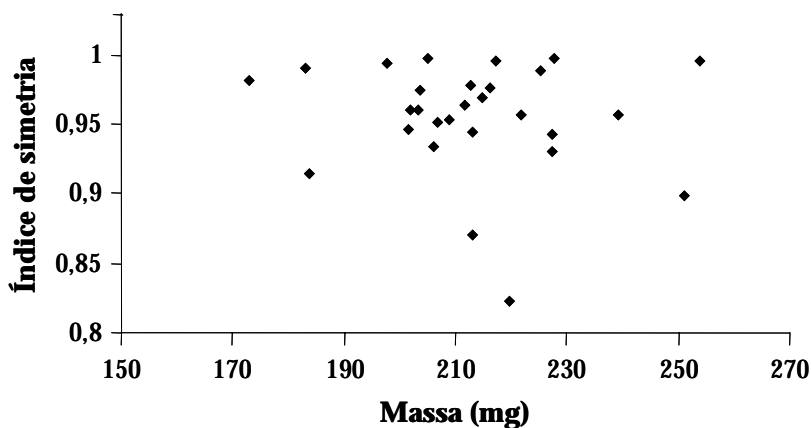


Figura 4. Relação entre massa e a simetria dos machos da libélula *Micrathyria* sp. em uma floresta de terra firme na Amazônia Central.

Discussão

A massa e a simetria dos machos de *Micrathyrja* sp. não se relacionaram significativamente. Isso significa que o tamanho (medido aqui como a massa) e a simetria dos machos poderiam fornecer às fêmeas dois sinais distintos da qualidade genética e da condição física desses machos. A simetria e a massa dos machos de *Micrathyrja* sp. poderiam influenciar seu sucesso reprodutivo por dois distintos mecanismos de seleção sexual. Por um lado, machos maiores e mais simétricos poderiam voar mais rapidamente, o que os ajudaria a vencer as disputas com outros machos por territórios e, conseqüentemente, por fêmeas, caracterizando o mecanismo de seleção intra-sexual. A seleção intra-sexual então deveria resultar em uma probabilidade de copular maior para machos maiores e mais simétricos, o que não foi encontrado no presente estudo. De forma semelhante, Fincke (1988) não encontrou nenhum preditor fenotípico direto da frequência de obtenção de cópulas na libélula *Enallagma hageni* (Coenagrionidae). No entanto, a autora não mediu a simetria alar dos machos, apenas o tamanho de suas asas (Fincke 1988).

O outro mecanismo pelo qual a simetria e a massa dos machos de *Micrathyrja* sp. poderiam influenciar seu sucesso

reprodutivo é através da seleção inter-sexual, ou seja, através da escolha de parceiros sexuais pelas fêmeas. Esse processo, ao contrário da seleção intra-sexual, não necessariamente termina na cópula. Quando a fêmea entra em um território, um macho a agarra e ela aparentemente não consegue escapar desse ataque. Depois de agarrada, no entanto, a fêmea pode avaliar o tamanho e a simetria do parceiro, e assim decidir acoplar ou não as genitálias. Após o contato das genitálias, machos de libélulas freqüentemente possuem a capacidade de utilizar seus órgãos sexuais intromitentes para remover o esperma de outros machos de dentro da fêmea (Córdoba-Aguilar *et al.* 2003). Dessa forma, apesar das cópulas neste estudo não terem sido observadas mais freqüentemente em machos maiores e mais simétricos, ainda resta a possibilidade de que fêmeas selecionem esses atributos nos machos após a cópula. Isso é possível, pois as fêmeas podem copular com vários machos e apenas ovipor após copular com o macho de sua escolha, que será o único a fecundar seus ovos. Ainda que copular com machos que não serão os pais de sua prole possa representar um custo para as fêmeas (Gavrilets 2001), é possível que, depois de ser agarrada pelo macho, esse custo seja menor do que o custo de resistir e continuar presa a um macho insistente.

Ao contrário do previsto, a intensidade da preferência feminina neste estudo não aumentou com a massa das fêmeas. Esse padrão pode ser explicado por duas diferentes hipóteses. Primeiramente, talvez apenas a seleção intra-sexual atue sobre os machos, de forma que as disputas territoriais determinem quais machos copulam, independente do critério das fêmeas. Fêmeas podem copular com os primeiros machos que as agarram porque o custo de resistir é mais alto do que o de ceder, uma vez que elas podem em seguida decidir ovipor ou copular com outro macho. Porém, se isso fosse verdade, machos maiores e mais simétricos teriam copulado mais freqüentemente de qualquer maneira, o que não foi encontrado aqui para *Micrathyria* sp.. Finalmente, a variação na intensidade da escolha feminina em relação à sua massa ou fecundidade pode ser detectável apenas após a cópula, no mecanismo de escolha feminina críptica descrito anteriormente. Essa hipótese poderia ser testada através de estudos com marcação individual das fêmeas e posterior observação e caracterização de todos os machos com quem elas copularam. Se fêmeas de libélulas selecionam machos, seria esperado que a oviposição só ocorresse após cópulas com machos maiores e mais simétricos.

Alternativamente à hipótese da simetria e da massa corporal, o sucesso

reprodutivo de machos da libélula *Micrathyria* sp. pode ser influenciado pela ornamentação de seus abdomens. Machos desta espécie possuem um par de manchas de coloração amarelada na porção dorsal terminal de seus abdomens. Essas manchas contrastam com a coloração geral escura do abdômen desses animais, sendo provavelmente visíveis a vários metros de distância para outras libélulas, que possuem uma alta acuidade visual (Silsby 2000). Além disso, os machos pousam na vegetação com o abdômen em uma posição diagonal ao solo (Figura 1b), o que deve evidenciar as manchas abdominais para coespecíficos que passem voando nas redondezas. Machos de diversas famílias de libélulas possuem ornamentação diferente da fêmea e estudos recentes mostraram que essa ornamentação provavelmente evoluiu sobre pressão de seleção sexual (Grether 1996; Córdoba-Aguilar & Cordero-Rivera 2005). No entanto, ainda não se sabe se essas ornamentações evoluíram sob pressão de seleção intra-sexual, inter-sexual ou uma mistura das duas. Apenas estudos que manipulem o tamanho ou intensidade de coloração dos ornamentos masculinos poderão nos ajudar a responder a essa questão.

Agradecimentos

Agradeço a todos os alunos, professores e funcionários que estiveram no caminho desse maravilhoso curso de campo. Esse curso gera mudanças nas vidas de cada participante, o que com certeza é fruto dessa diversidade de pessoas maravilhosas reunidas no meio da Amazônia Central. Agradeço especialmente à Jú, pela balança, à Catá e ao Daniel pelos computadores e ao Glauco, Adal e Rogélio pelas conversas e verdadeiras aulas de ecologia comportamental e zoologia durante as refeições.

Referências bibliográficas

- Andersson, M. 1994. Sexual selection. Princeton University Press, Princeton.
- Córdoba-Aguilar, A. & Cordero-Rivera, A. 2005. Evolution and ecology of Calopterygidae (Zygoptera: Odonata): status of knowledge and research perspectives. *Neotropical Entomology* 34: 861-879.
- Córdoba-Aguilar, A.; Uhía-Castro, E. & Cordero-Rivera, A. 2003. Sperm competition in Odonata (Insecta): the evolution of female multiple mating and rivals' sperm displacement. *Journal of Zoology* 261: 381-398.
- Darwin, C. 1871. The descent of man, and selection in relation to sex. J. Murray, Londres.
- Fincke, O.M. 1988. Sources of variation in lifetime reproductive success in a nonterritorial damselfly (Odonata: Coenagrionidae). In: Reproductive Success. Clutton-Brock, T.H. (ed.). The University of Chicago Press, Chicago.
- Gavrilets, S. 2001. The evolution of female mate choice by sexual conflict. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 268: 531-539.
- Grether, G.F. 1996. Inter-sexual competition alone favours a sexually dimorphic ornament in the rubyspot damselfly *Hetaerina americana*. *Evolution* 50: 1949-1957.
- Møller, A.P. & Swaddle, J.P. 1998 Asymmetry, developmental stability and evolution. Oxford University Press, Oxford.
- RADAMBRASIL. 1978. Levantamento de recursos naturais, vol. 1-18. Ministério das Minas e Energia, Departamento de Produção Mineral, Rio de Janeiro.
- Shuster, S.M. & Wade, M.J. 2003. Mating systems and strategies. Princeton University Press, Princeton.
- Silby, J. 2000. Dragonflies of the world. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Van Valen, L. 1962. A study of fluctuating asymmetry. *Evolution* 16: 125-142.