

O tamanho das aranhas influencia a precisão na construção de teias orbiculares?

Tiago Jordão Porto, Caroline Corrêa Nóbrega, Daniel Caetano da Silva e José Domingos Ribeiro Neto

Introdução

Nas espécies de invertebrados ocorre um grande incremento em tamanho durante o desenvolvimento ontogenético, desde a eclosão dos ovos até a fase adulta (Ruppert *et al.* 2005). As estruturas corporais dos indivíduos nos primeiros ínstares são menores do que as estruturas dos indivíduos adultos da mesma espécie. No entanto, diferentemente das demais estruturas corporais, o cérebro é um órgão que não cresce em número de células durante o desenvolvimento. Sendo assim, o cérebro de um indivíduo jovem é proporcionalmente maior do que o de um indivíduo adulto de uma mesma espécie (Beutel *et al.* 2005).

O maior tamanho relativo do cérebro dos jovens demanda um gasto energético proporcionalmente maior para manutenção e atividade deste órgão (Niven *et al.* 2007). O benefício resultante da utilização plena do cérebro pelos indivíduos jovens pode não compensar a energia necessária para a manutenção deste órgão. Portanto, é

possível que exista uma pressão seletiva direcionando a manutenção de cérebros funcionalmente mais simples, com menos sinapses, no estágios imaturos com reduzido tamanho corporal (Spruston & Stuart *in press*). No entanto, a menor atividade do cérebro dos jovens poderia impedir a realização de alguns atos comportamentais típicos de adultos (Durst *et al.* 1994; Seid *et al.* 2005), ou reduzir a capacidade de expressar comportamentos complexos desempenhados por adultos da mesma espécie.

Diversos trabalhos têm tentado relacionar tamanho do corpo e complexidade comportamental (Eisenberg 1981, Eisenberg & Wilson 1978). No entanto, não há definição objetiva para o que deve ser considerado um comportamento complexo, o que dificulta a escolha de características mensuráveis para avaliar a relação ente comportamento e tamanho corporal (Vollrath 1992; Healy & Rowe 2006). Sendo assim, estudar essa relação requer a utilização de

características comportamentais facilmente mensuráveis e sujeitas às mesmas limitações impostas por um cérebro funcionalmente menos ativo (Eberhard 2007). A capacidade de um indivíduo de repetir precisamente uma certa sequência comportamental, por exemplo, é uma variável adequada para estudar este efeito (Eberhard 2007).

As teias orbiculares construídas pela maioria das aranhas Orbiculariae são resultado de sequências comportamentais precisas, sendo, portanto, manifestações da capacidade do sistema nervoso e das decisões comportamentais destas aranhas (Blackledge 1998). Em todas as espécies do grupo Orbicularie, os jovens eclodem com um tamanho corporal diminuto, muito menor do que um indivíduo adulto, e em todos os estádios constroem teias orbiculares. Assim, a construção de teias orbiculares é um bom modelo para estudar a influência da funcionalidade do cérebro na capacidade de repetir comportamentos de forma precisa, pois a teia é o testemunho desta habilidade. Neste sentido, nosso objetivo foi testar se aranhas menores são menos precisas na fixação das espirais viscosas nos raios durante a construção de suas teias

do que aranhas maiores de uma mesma espécie.

Métodos

Realizamos o estudo na Reserva do Km 41 (2°24'S, 59°43'O), pertencente ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), localizada na Amazônia Central. A reserva está situada a 80 km ao norte de Manaus e abrange uma área de aproximadamente 10.000 ha de floresta contínua de terra firme.

Utilizamos como modelo de estudo a aranha *Cyclosa* sp., encontrada próxima as trilhas da reserva. Para encontrar as aranhas, percorremos as trilhas procurando visualmente os *stabilimenta*, uma estrutura construída por detritos, seda e restos de presas característica das espécies do gênero *Cyclosa* (Foelix, 1982). Ao encontrar o *stabilimentum*, polvilhamos amido de milho para facilitar a visualização da teia orbicular e fotografamos uma porção distal da teia que continha o maior raio, pelo menos dois raios adjacentes e 11 espiras. Em seguida, coletamos e fixamos a aranha em álcool 70% e, posteriormente, as fotografamos. Medimos o comprimento do corpo da aranha (abdômen e cefalotórax) com o

software ImageTool® (Wilcox *et al.* 2002). Para determinarmos as classes de tamanho das aranhas a serem utilizadas nas análises, construímos um histograma (Figura 1), em que ficou

evidente uma distribuição bimodal dos dados de tamanho. Com isto, dividimos as aranhas nas classes de tamanho pequeno (de 0,5 a 2,5 mm) e grande (de 2,6 a 5 mm).

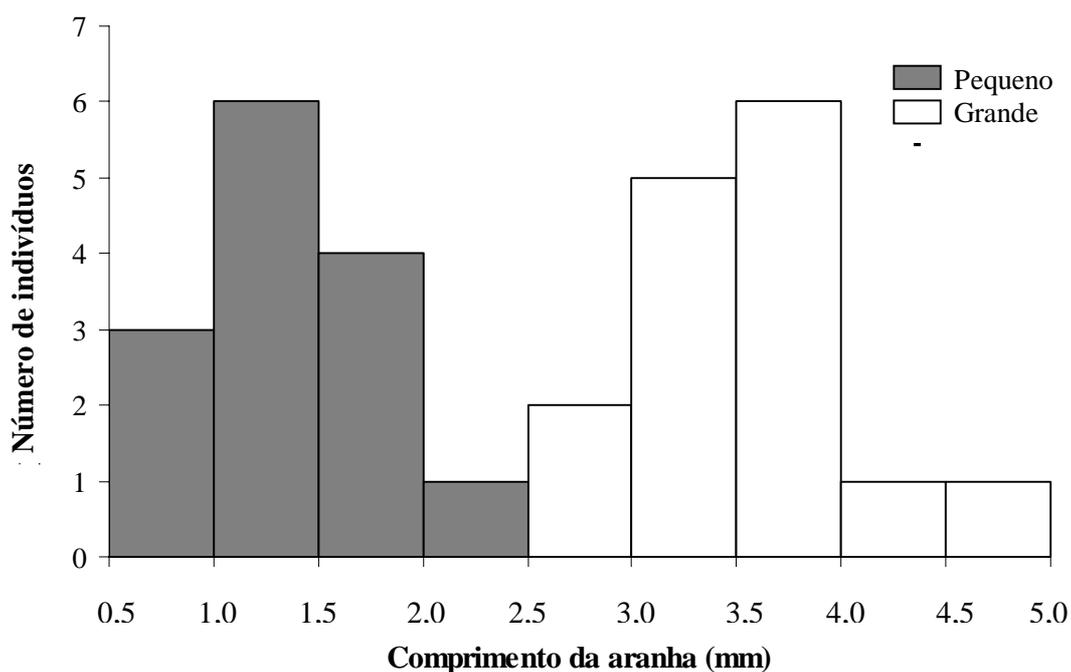


Figura 1. Número de indivíduos de *Cyclosa* sp. coletados em relação ao comprimento. As barras cinzas representam a classe das aranhas pequenas e as barras brancas representam a classe das aranhas grandes. O comprimento total do corpo representa o comprimento do abdômen somado ao do cefalotórax.

A partir da fotografia das teias, escolhemos o maior raio e dois raios adjacentes (esquerda e direita) para medir a distância entre 11 espiras consecutivas de cada raio com o software ImageTool® (Wilcox *et al.* 2002). Com isto, calculamos o índice de imprecisão (Figura 2) conforme

Eberhard (2007). Segundo esse índice, quanto maior a imprecisão na construção da teia, maior o índice de imprecisão. Assim, esperamos que as aranhas pequenas tenham um índice de imprecisão maior na construção das teias do que aranhas grandes.

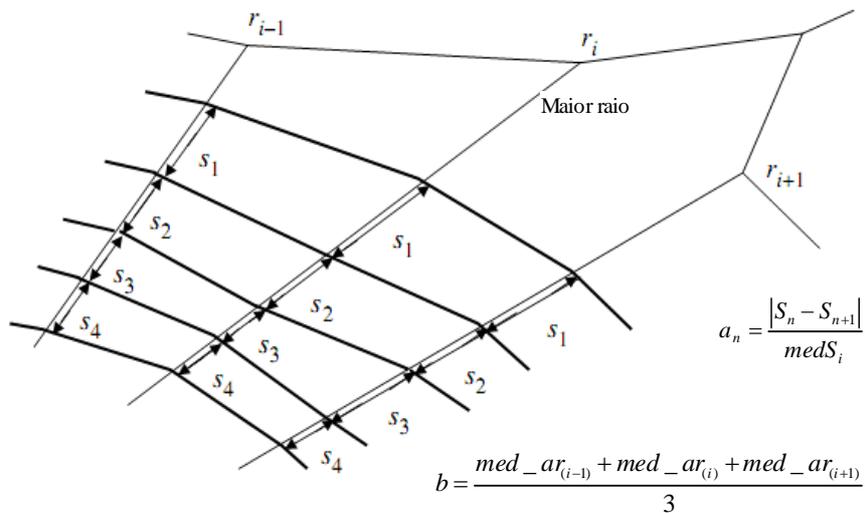


Figura 2. Índice de imprecisão proposto por Eberhard (2007). S é a distância ente espiras consecutivas, $\text{med}S_i$ é a mediana de S para um dado raio. Com isto, obtivemos 10 valores de a para cada raio. Então, calculamos a mediana (med_a) dos raios. Com a mediana de cada raio, pudemos obter o Índice de imprecisão (b) da teia.

Resultados

As aranhas pequenas apresentaram imprecisão média (\pm desvio padrão) de 0,25 ($\pm 0,08$), enquanto as aranhas grandes

apresentaram imprecisão média de 0,24 ($\pm 0,06$). A imprecisão na construção da teia foi similar nos dois grupos de aranhas ($t=0,175$; g.l.=27; $p=0,46$; Figura 3).

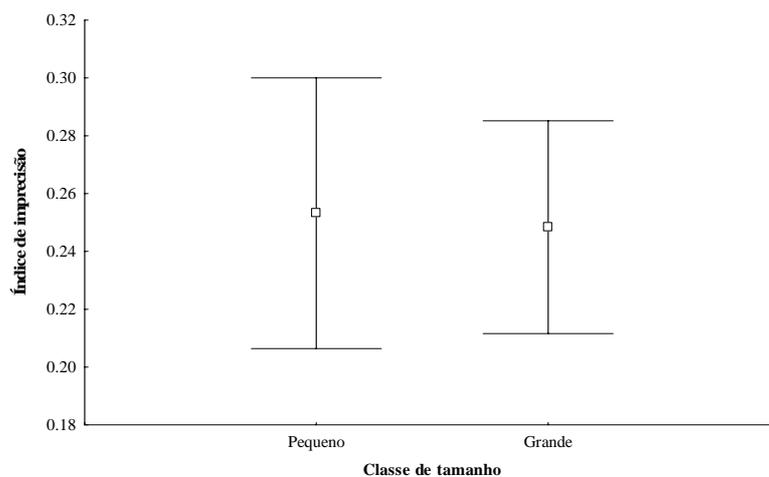


Figura 3: Média do índice de imprecisão para as classes de tamanho pequeno e grande. Os pontos representam as médias do índice de imprecisão e as barras representam o intervalo de 95% de confiança.

Discussão

O fato de indivíduos pequenos apresentarem imprecisão semelhante aos indivíduos grandes mostra que a capacidade de repetir o movimento de colocação de espiras não é influenciada pelo tamanho das aranhas. Esse resultado, portanto, indica que indivíduos jovens têm a mesma precisão na execução de comportamentos que indivíduos mais velhos.

A menor precisão em aranhas pequenas indicaria uma simplificação do sistema nervoso. A similaridade entre os índices, entretanto, não exclui a possibilidade de que a simplificação tenha ocorrido apenas em áreas específicas do cérebro, não associadas ao comportamento avaliado. Assim, essa redução de sinapses pode não ter afetado comportamentos essenciais à sobrevivência, como a construção de teias. É possível, no entanto, que o aumento de tamanho durante o desenvolvimento permita o aumento do repertório comportamental e aumento da precisão em comportamentos mais importantes para etapas posteriores do ciclo de vida.

A precisão na colocação das espiras, possivelmente, representa um comportamento essencial à

sobrevivência desde os primeiros estádios, uma vez que pode estar relacionada à eficiência de captura de presas. Entretanto, a única característica da teia que teve sua influência na captura de presas investigada foi a distância entre espiras colocadas nos raios (Blackledge & Zevenbergen 2006). Nesse trabalho, os autores encontraram que quanto menor a distância entre espiras em uma teia, maior o tempo que a presa permaneceu retida.

Outra possibilidade é que aranhas jovens não possuam adaptações que minimizem o gasto energético com a manutenção do sistema nervoso. Caso isso ocorra, é possível que os animais mais jovens vivam em um constante estado de limitação nutricional, se tornando mais vulneráveis em períodos de escassez de presas. Neste sentido, futuros trabalhos poderiam avaliar se animais menores gastam proporcionalmente mais energia na manutenção do sistema nervoso que animais grandes, ou se, proporcionalmente, conseguem capturar mais presas que os maiores.

Estudos que avaliaram a influência do tamanho corporal sobre o comportamento não mostraram nenhum

padrão evidente (Eisenger 1981, Eisenger & Wilson 1978). Provavelmente, o principal fator que implicou na inconsistência dos resultados destes trabalhos é o conceito de complexidade comportamental, que não pode ser facilmente definido ou mensurado (Eberhard 2007). Afirmar que uma dada seqüência de movimentos é mais ou menos complexa que outra, sem estabelecer critérios para essa classificação, não é informativo. Assim, faz-se necessário utilizar variáveis mensuráveis e objetivas para tratar questões de limitação comportamental a fim de possibilitar a comparação entre diferentes estudos e o desenvolvimento de padrões robustos.

Agradecimento

Agradecemos ao Marcelo Gonzaga pela orientação, ao Paulinho pelas contribuições com o trabalho e ao Eduardo “Passivo” pela ajuda na formatação dos gráficos.

Referências

- Beutel, R.G., H. Pohl & F. Hunefeld. 2005. Strepsipteran brains and effects of miniaturization (Insecta). *Arthropod Structure Development*, 34:301-313.
- Blackledge, T.A. 1998. Stabilimentum variation and foraging success in *Argiope aurantia* and *Argiope trifasciata* (Araneae: Araneidae). *Journal of Zoology*, 246:21-27.
- Blackledge, T.A. & J.M. Zevenbergen. 2006. Mesh width influences prey retention in spider orb webs. *Ethology*, 112:1194-1201
- Durst, C., S. Eichmüller & R. Menzel. 1994. Development and experience lead to increased volumes of subcompartments of the honeybee mushroom body. *Behavioural Neural Biology*, 62:259-263.
- Eberhard, W.G. 2007. Miniaturized orb-weaving spiders: behavioural precision is not limited by small size. *Proceedings of the Royal Society B*, 274:2203-2209.
- Eisenberg, J.G. & D.E. Wilson. 1978. Relative brain size and feeding strategies in the Chiroptera. *Evolution* 32:740-751.
- Eisenberg, J.G. 1981. The mammalian radiations. An analysis of trends in evolution, adaptation and behaviour. Chicago: University of Chicago Press.

- Foelix, R. F. Biology of spiders. 1982. Massachusetts: Harvard University Press.
- Healy, S.D. & C. Rowe. 2006. A critique of comparative studies of brain size. *Proceedings of the Royal Society B*, 274:453-464.
- Niven, J.E., J.C. Anderson & S.B. Laughlin. 2007. Energy information trade-offs during signal transmission by single sensory receptors. *PLoS Biology*, 5:116.
- Ruppert, E.E., R.S. Fox & R.D. Barnes. 2005. Zoologia dos Invertebrados. São Paulo: Roca.
- Scholes III, E. 2008. Evolution of the courtship phenotype in the bird of paradise genus *Parotia* (Aves: Paradisaeidae): homology, phylogeny, and modularity. *Biological Journal of the Linnean Society*, 94:491-504.
- Seid, M.A., K.M. Harris & J.F. Traniello. 2005. Age-related changes in the number and structure of synapses in the lip region of the mushroom bodies in the ant *Pheidole dentata*. *Journal of Comparative Neurobiology*, 488: 269-277.
- Spruston, M. & G. Stuart. *In press*. Dendrites. New York: Oxford University Press.
- Vollrath, F. 1992. Analysis and interpretation of orb spider exploration and web-building behavior. *Advanced Study of Behaviour*, 21:147-199.
- Wilcox, D., B. Dove, D. McDavid & D. Greer. 2002. Image Tool for Windows. San Antonio: UTHSCSA.