



# Variação na diferença da capacidade competitiva segundo o tamanho de corpo dos competidores na formiga-leão *Myrmeleon* sp. (Neuroptera: Myrmeleontidae)

Danilo Pereira Mori

**RESUMO:** Quando o tamanho corpóreo está relacionado com o sucesso de obtenção de recursos, o resultado da competição intraespecífica pode depender do tamanho dos competidores. Entretanto, o incremento da capacidade competitiva em função do incremento do tamanho corpóreo pode diminuir à medida que o tamanho aumenta. Avaliei como a capacidade competitiva varia com o tamanho, mantendo uma razão de tamanho corpóreo entre competidores. Criei experimentalmente situações de competição por espaço entre pares de indivíduos de larvas de *Myrmeleon* sp. em que a razão de largura de cápsula cefálica (LCC) entre os pares era similar, mas variavam em largura absoluta, e estimei a probabilidade de apenas um deles construir funil de captura. Essa probabilidade diminuiu com o aumento do LCC. O aumento da capacidade competitiva diminuiu com o aumento do tamanho corpóreo, logo, podemos esperar que, em indivíduos pequenos, a competição tenha grande impacto na obtenção de recursos e escolha de habitat.

**PALAVRAS-CHAVE:** competição intraespecífica, razão corpórea entre competidores, seleção de habitat.

## INTRODUÇÃO

A competição intraespecífica ocorre quando indivíduos de uma mesma espécie competem por recursos limitados. Essa interação altera as taxas de mortalidade e natalidade dentro de uma população. Contudo, o impacto da competição não é igual entre os indivíduos (Begon et al., 2006), sendo que alguns deles são mais afetados pela competição do que outros. Em plantas, por exemplo, os menores indivíduos são mais afetados pela presença de seus vizinhos do que indivíduos maiores (Levin, 2009). Observamos esse efeito em organismos cuja capacidade de obter e explorar recursos está diretamente relacionado com o tamanho do corpo: quanto maior o organismo, maior a probabilidade dele encontrar e consumir recursos, minimizando a porção de recursos disponível para seu competidor (Begon et al., 2006). Assim, o resultado da competição intraespecífica pode depender do tamanho dos competidores.

Há diversos exemplos de relação entre tamanho do indivíduo e capacidade de obter recursos, como árvores com grandes copas que maximizam a porção de recurso luminoso captado (Begon et al., 2006). Contudo, não existe uma relação linear entre o tamanho corpóreo e a obtenção de recursos. Em geral, a manutenção de grandes estruturas para obtenção de recursos tem altos custos de construção e manutenção (Begon et al., 2006; Vieira et al., 2007). Portanto, espera-se que pequenos incrementos de tamanho em indivíduos pequenos

implique em grandes incrementos na capacidade de obtenção de recurso em contraponto a pequenos incrementos de tamanho em indivíduos grandes.

Um modelo de estudo de competição intraespecífica em que o tamanho está diretamente relacionado à obtenção de recursos em animais são as larvas de formiga-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae). Essas predadoras semi-sésseis apresentam estratégia de emboscada e utilizam uma armadilha em forma de funil construída na areia para capturar suas presas (Farji-Brener, 2003). A eficiência de captura do funil é diretamente proporcional ao tamanho do funil de captura (Figueiredo et al., 2015). Entretanto, a capacidade de construir e manter um funil de captura não apresenta uma relação linear com o crescimento do tamanho corpóreo da larva (Scharf et al., 2009). Assim, pequenos incrementos no aumento de tamanho corpóreo implicam em grandes incrementos de tamanho de funil de captura para indivíduos pequenos. À medida que o indivíduo cresce em tamanho corpóreo, o incremento na capacidade de construir e manter funis vai diminuindo.

Meu objetivo foi avaliar como a capacidade competitiva varia segundo o tamanho de corpo, mantendo uma razão de tamanho corpóreo entre os competidores. Dado que indivíduos maiores podem ser melhores competidores que indivíduos menores, que melhores competidores são aqueles que melhor exploram os recursos disponíveis, que

incrementos no aumento de tamanho corpóreo não implicam em incrementos proporcionais da capacidade competitiva para indivíduos de todos os tamanhos e que formigas-leão que constroem o maior funil exploram melhor os recursos disponíveis, hipotetizo que a diferença na capacidade competitiva entre pares de competidores deve ser maior nos pares de indivíduos de tamanho absoluto menor, mantidos a razão de tamanho entre esses pares.

## MATERIAL & MÉTODOS

A fim de abordar meu objetivo, criei experimentalmente situações de competição entre pares de indivíduos. Para isso, coletei 44 larvas da formiga-leão *Myrmeleon* sp. (Neuroptera: Myrmeleontidae) em áreas de restinga em julho de 2015 na Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Barra do Una (24°17'-24°35'S; 47°00'-47°30'O), município de Peruíbe, litoral sul do estado de São Paulo. A coleta ocorreu em um transecto de 200 m. Além das formigas-leão, também coletei areia, que utilizei para construir as arenas experimentais onde as formigas-leão foram depositadas.

Utilizei a largura da cápsula cefálica (LCC) como variável operacional para tamanho corpóreo de cada indivíduo. Para estimar a LCC, fotografei cada indivíduo de larva de formiga-leão e utilizei o programa ImageJ v1.47 (Rasband, 2003) (Figura 1). Após analisar as fotos, mantive as formigas-leão em arenas experimentais de 120 mm de diâmetro e 80 mm de altura com 50 mm de areia, por 7 h, tempo suficiente para a construção do funil de captura. Medii o diâmetro maior de cada funil de captura (em milímetros) com um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm. Utilizei o maior diâmetro dos funis como variável operacional para tamanho dos funis, pois é uma característica que é conservada em diferentes condições, diferente de outras características do funil, como profun-



Figura 1. Exemplo de foto utilizada no ImageJ v1.47 para estimar a largura de cápsula cefálica (LCC) de larvas da formiga-leão *Myrmeleon* sp. (Neuroptera: Myrmeleontidae). Na foto, um exemplo de organismo de 13,86 mm de LCC.

idade e ângulo (Plasier, 2015), além de ser utilizada em outros trabalhos que estudam larvas de formiga-leão (e.g. Prado et al., 1993).

## DESENHO EXPERIMENTAL

Para realizar o experimento de competição intraespecífica, ordenei os 38 indivíduos que construíram o funil de captura de acordo com a LCC de cada indivíduo. Para formar o primeiro par de indivíduos que iriam competir, combinei o indivíduo com maior LCC e o indivíduo com LCC igual à mediana da distribuição de LCC dos indivíduos amostrados. Para formar o segundo par, utilizei o indivíduo com a segunda maior LCC e o combinei com o primeiro indivíduo com LCC abaixo do valor de mediana. Fiz isso sistematicamente para criar todos os pares de indivíduos. Os indivíduos apresentaram LCC variando de 0,75 a 0,85 mm, com média ( $\pm$  desvio padrão) igual a  $1,30 \pm 0,15$  mm.

Utilizei como variável operacional para razão de tamanho corpóreo a razão de LCC. Calculei a razão entre o LCC do maior competidor sobre o LCC do menor competidor. Assim, essa razão representa quantas vezes o maior competidor é maior em relação ao menor competidor. Os 19 pares de indivíduos apresentaram média de razão de LCC igual a 1,18 e coeficiente de variação de 13,73%. Dois desses pares eram discrepantes em relação aos demais, apresentando razão de LCC de 1,51 e 1,72, respectivamente. Sem esses dois pares, a média da razão de LCC foi de 1,12 e o coeficiente de variação de 3,04%. Como meu objetivo era minimizar as diferenças entre os pares quanto à razão de LCC, optei por desconsiderar os dois pares discrepantes. Portanto, utilizei 17 pares de competição.

As arenas de competição foram construídas especificamente para cada par de indivíduos. Elas eram cilíndricas, com altura igual a 80 mm e com 50 mm de areia. O diâmetro delas foi igual à soma do maior diâmetro do funil de cada indivíduo que compõe o par em situação de não competição, acrescido de 10% do valor total dessa soma. Um pressuposto do meu trabalho foi que formigas-leão necessitam de um espaço para construir seu funil de captura maior do que o espaço efetivo do funil (Gullan & Cranston, 2005). Portanto, considerando que meu objetivo era avaliar como que, mantido a razão do tamanho corpóreo entre pares de indivíduos, a competição por espaço seria modulada pelo tamanho corpóreo absoluto desses indivíduos, assumi que as arenas de competição apresentaram a capacidade de suporte menor do que o necessário para manter os dois indivíduos em equilíbrio. Assim, as arenas experimentais variaram de 29,70 mm até 71,00 mm, com média ( $\pm$  desvio padrão) igual a  $54,76 \pm$

10,52 mm. Os pares foram mantidos nas arenas de competição por dois dias, uma vez que antes desse período não foi possível delimitar funis de captura.

## ANÁLISE DE DADOS

Avaliei como a variação de tamanho absoluto, mantido uma razão de tamanho corpóreo entre pares de indivíduos, modula a probabilidade de vitória realizando uma regressão logística. Para tanto, utilizei um modelo linear generalizado com distribuição de erros binomiais. Avaliei o resultado da interação entre os pares de indivíduos utilizando uma variável categórica de dois níveis: empate (0) e vitória (1). Considerei que ocorria empate em duas situações, quando observava dois funis de captura ou quando não observava funil de captura. Por outro lado, considerei que ocorria vitória quando havia apenas um funil de captura construído ao final dos dois dias. Assim, o resultado da interação foi considerado a variável dependente do modelo. Minha previsão é de que, quanto maior o tamanho absoluto dos competidores, menor a probabilidade de ocorrer vitória. Utilizei o ambiente de programação R 3.1.3 (R Core Team, 2015) para realizar as análises.

## RESULTADOS

Nas 17 arenas de competição, observei 7 vitórias e 10 empates. Desses empates, em apenas três deles não ocorreu a formação de funil de captura por nenhum indivíduo, onde observei apenas rastros dos animais na superfície. Em uma arena onde ocorreu vitória, observei que uma das larvas estava morta após os dois dias de experimentação, não sendo possível concluir se a morte decorreu da competição. A probabilidade de vitória diminui com o aumento do LCC do maior competidor ( $p=0,0431$ ; Figura 2).

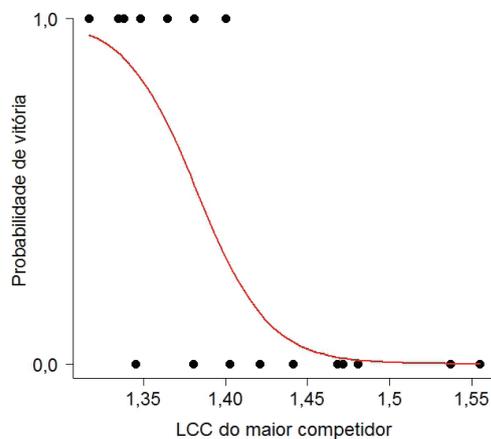


Figura 2. Relação da probabilidade de vitória e largura da cápsula cefálica (LCC) do maior competidor. A probabilidade de vitória diminui com o aumento do LCC ( $p = 0,0431$ ).

## DISCUSSÃO

Meus resultados mostram que, com o aumento do tamanho corpóreo absoluto, as diferenças nas capacidades competitivas são menores entre indivíduos de tamanhos corpóreos grandes, o que corrobora a minha hipótese. Portanto, o aumento da capacidade competitiva por espaço proporcionado pelo aumento corpóreo em formigas-leão decai com o tamanho corpóreo, como descrito por Scharf et al. (2009) em condições sem competição.

Abordei meu objetivo utilizando como variável operacional para capacidade competitiva a probabilidade de vitória ou empate. Essa abordagem é bem conservadora quanto ao resultado da competição. Considero que um organismo possui maior capacidade competitiva apenas se ele explora o recurso limitante de modo que impede o outro de explorar o recurso limitante, seja direta ou indiretamente. Uma outra abordagem que pode ser usada para avaliar a capacidade competitiva de indivíduos mais próximos em tamanho corpóreo é o tamanho do funil de captura. Como o tamanho do funil de captura é sensível à competição intraespecífica, em geral diminuindo de tamanho (Prado et al., 1993, Day & Zalucky, 2000) e o tamanho do funil de captura é diretamente proporcional à probabilidade de captura de presa (Figueiredo et al., 2015), então uma maneira de medir diferenças na capacidade competitiva seria medir a variação de tamanho do funil de captura mesmo em situações de empate entre competidores. Se ambos organismos conseguem construir funil de captura em situação de competição, pode-se questionar qual competidor diminuiu mais o tamanho do funil para poder coexistir.

Medeiros (2015) mostrou que larvas de formiga-leão que constroem funis de captura pequenos podem ter benefícios em estar agregado com formigas-leão que constroem funis de captura grande devido ao “efeito ricochete”, onde as presas vão ficando mais lentas e fracas à medida que passam pelos diversos funis de captura dos vizinhos. As condições ambientais podem mudar drasticamente a qualidade do habitat para as formigas-leão, aumentando o custo de construção de funil de captura (Chaves et al., 2015). Da mesma maneira, essas mesmas mudanças afetam a eficiência de captura, por aumentar a probabilidade de escape da presa (Figueiredo et al., 2015). Como consequência, tais alterações nas condições ambientais podem levar a um aumento da competição pela diminuição da capacidade suporte (Begon et al., 2006). Dado meus achados neste trabalho, pode-se esperar que os benefícios a médio e longo prazos de estar

agregado sejam menores para indivíduos pequenos do que para indivíduos grandes. Isso porque, em condições ambientais ideais para construção de funil de captura e sem restrição de espaço, os indivíduos menores sempre se beneficiariam em estar próximos de indivíduos maiores. Contudo, em condições ambientais que podem levar ao aumento da competição, esses indivíduos pequenos, invariavelmente, seriam impedidos de obter recursos. Esse efeito é maior quanto menor for o tamanho relativo do indivíduo com relação a seus vizinhos.

Concluo que o resultado da competição intraespecífica não é modulado apenas pelo tamanho relativo dos competidores, mas é também dependente do tamanho absoluto dos envolvidos na interação. Estudos futuros podem avaliar como interações entre três indivíduos são modulados pelo tamanho relativo dos indivíduos envolvidos.

## AGRADECIMENTOS

Chega a ser quase injusto ter apenas meu nome neste trabalho, ele é fruto de muito trabalho em conjunto com meus grandes amigos de formilions: Pinguim e Sergio mestre da pesca andina. Pinguim muito obrigado, se é para dormir apenas duas horas por dia que fiquemos acordado em boa companhia ao som de um Tim Maia. Orgia sem a sua câmera não teria trabalho algum, muito obrigado pela ajuda. Tiago Cataia, muito obrigado pela ajuda na coleta, pelas cataias e por entender iguapense, mesmo sendo de São Vicente. É impossível não agradecer a Síndrome, Carol cute mano, Leticia (Lê), Shinobi (Gabriel), Luquita de lo puevo caitsara da Barra de Unita, Gabi Pomba, Giargia, Dani Trófeu Rabão Peludo, Puhzona, Adrian, Aymam, Rafa pelo carinho extremo, preocupação com minha saúde mental e abraços nos momentos críticos, graças a vocês eu consegui chegar até o final do curso. Agradeço a todos pelas sugestões no roteiro do remake mexicano de Terra Nostra, em especial a Luquita de lo puevo caitsara da Barra de Unita que veio da ilha de facetas para discutir ideias sobre o primeiro quartinho da história. Agradeço ao pequeno Eliseuzilla pelo campeonato de rugido na hora do café da manhã, chegando em São Paulo vou voltar a estudar cantos gregorianos. Agradeço à Silvia por fazer uma comida sempre muito boa, em especial a aquela lasanha ao molho saudades de mamãe – quase chorei, muito obrigado. Também tenho que agradecer a Nestle, Garoto e Lacta pelos 2,750 kg de chocolate consumido nesses quase 5 anos de curso, na próxima espero poder agradecer a Lindt. Agradeço aos borrachudos que deixaram um pouco de sangue pra mim, aos litros de café e

às poucas horas de sono que fizeram minha gastrite voltar. Agradeço ao corpo docente e monitores pela oportunidade, em especial à Dri, Billy, Cris, Gallo e ao PI pelo apoio moral, ideias, críticas e trazer evidências de que o mundo lá fora ainda existe.

## REFERÊNCIAS

- Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Chaves, A.D.G.; G.P. Murayama; L.P. de Medeiros & S. Plasier. 2007. O efeito da umidade na seleção do substrato e na construção de armadilhas de funil por larvas de formiga-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae). Em: Livro do curso de campo “Ecologia de Campo da Mata Atlântica” (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.A. Oliveira, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Farji-Brener, A.G. 2003. Microhabitat selection by antlion larvae, *Myrmeleon crudelis*: effect of soil particle size on pit-trap design and prey capture. *Journal of Insect Behavior*, 16:783-796.
- Figueiredo, A.; Mori, D.; Marin, G. & Novara, L. 2015. Oh, não! Choveu na minha horta! Efeito da umidade do substrato na eficiência de escape das presas de formiga-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae). Em: Livro do curso de campo “Ecologia da Mata Atlântica” (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.M.Z. Martini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gullan, P.J. & P.S. Cranston. 2005. *The insects: An outline of entomology*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Levin, S. A. 2009. *The Princeton guide to ecology*. Princeton University Press, New Jersey
- Medeiros, L.P. 2015. A predação por larvas de formiga-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae) aumenta com um “efeito de ricochete”? Em: Livro do curso de campo “Ecologia da Mata Atlântica” (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.M.Z. Martini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Plasier, S. 2015. Influencia de la profundidad del suelo en la decisión de construcción y geometría de trampas de hormiga-león. Em: Livro do curso de campo “Ecologia da Mata Atlântica” (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.M.Z. Martini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Prado, P.I.K.L.; Bedê, L.C. & Faria, M.L. 1993. Asymmetric competition in a natural population of antlion larvae. *Oikos*, 68:525-530

Scharf, I.; B. Golan & O. Ovadia. 2006. The effect of sand depth, feeding regime, density, and body mass on the foraging behaviour of a pit-building antlion. *Ecological Entomology*, 34:26–33.

Viera, C.; H.F. Japyassú; A.J. Santos & M.O. Gonzaga. 2007. Teias e forragemamento, pp. 45-65. Em: *Ecologia e comportamento de aranhas* (M.O. Gonzaga, A.J. Santos & H.F. Japyassú eds.). Editora Interciência, Rio de Janeiro.