



O FUNIL DA FORMIGA-LEÃO *MYRMELEON* SP. (NEUROPTERA: MYRMELEONTIDAE) É SEMPRE O MESMO, NÃO IMPORTA SE NA PRAIA OU NA RESTINGA

Pedro Augusto da Pórs Rodrigues

INTRODUÇÃO

De acordo com a teoria do forrageio ótimo, um predador com maior sucesso de forrageio seria aquele que maximiza seu retorno energético com o mínimo de energia dispendida na obtenção da presa (Ricklefs 1993). O sucesso do predador pode ser afetado por fatores bióticos, como estratégias de fuga das presas, e também por fatores abióticos, como temperatura, que pode afetar sua taxa metabólica durante a caça (Chown & Nicolson 2004). A influência desses fatores será maior ou menor segundo a estratégia de caça do predador. Um tipo de estratégia de predação altamente influenciado pelas características do ambiente é o uso de armadilhas para captura de presas, pois a construção da armadilha geralmente exige condições abióticas específicas (tipo de substrato, pontos para ancoragem da armadilha, umidade, temperatura) para obter uma alta eficiência de captura.

Larvas de formiga-leão (Neuroptera: Myrmeleontidae) são artrópodes predadores altamente dependentes das características físicas do seu meio circundante (Devetak *et al.* 2005). Esses neurópteros escavam armadilhas no solo em forma cônica (“funis”) para obtenção de presas, em geral formigas (Hymenoptera: Formicidae). Larvas de formigas-leão preferem construir suas armadilhas em solos com substrato fino na sua camada superficial (e.g., grãos de 0,2 - 0,5 mm em *Euroleon nostras*, Devetak *et al.* 2005), pois, além de facilitar a construção dessas armadilhas (Kitching 1984), as partículas finas do sedimento auxiliam no escorregamento de presas para o interior do funil (Gotelli 1993). Outra característica física do meio que favorece o estabelecimento de larvas de formiga-leão é a proteção que o local oferece contra intempéries, como chuva e ventos, que poderiam destruir as armadilhas (Gotelli 1993).

Dada essas condições restritivas, nem sempre locais ótimos para o estabelecimento de larvas de formiga-leão estarão próximos a lugares com abundância de presas. Portanto, a pressão seletiva sobre formigas-leão deve favorecer ajustes

comportamentais que maximizam o sucesso de captura (Brenner 2003). Por ser um predador sésil (Heinrich & Heinrich 1984), estes ajustes comportamentais devem estar relacionados à construção de armadilhas altamente eficientes. O diâmetro e profundidade do funil influenciam o sucesso do predador por afetar a probabilidade de encontro e captura de presas, respectivamente (Griffiths 1986). Contudo, a forma do funil está sujeita às características do substrato, como seu tamanho médio de grãos e a quantidade de detritos (Devetak *et al.* 2005). Formigas-leão que constroem suas armadilhas em substrato de granulometria fina (substratos arenosos) são submetidas a restrições no investimento de profundidade, pois o risco de desmoronamento é muito grande neste tipo de ambiente. Por outro lado, nestas condições as presas devem escorregar mais facilmente para dentro do funil, aumentando a eficiência de captura. Em substratos de granulometria grosseira (substrato com partículas maiores que areia fina), a vantagem do escorregamento de presas pode diminuir (Lucas 1982), mas em compensação o investimento em profundidade do funil pode ser facilitado, pois as partículas mais grosseiras do solo podem diminuir o risco de desmoronamento das paredes. Assim, deve haver variação no investimento em diâmetro e profundidade em ambientes com substrato finos ou grosseiros. Por conseqüência, um ajuste na geometria de funil poderia manter a relação custo-benefício de construção de armadilhas similar entre ambientes com substrato fino ou grosseiro. Assim, meu objetivo com este trabalho foi investigar, em campo, se a geometria do funil da formiga-leão *Myrmeleon* sp. (Neuroptera: Myrmeleontidae) varia entre dois ambientes com diferentes granulometrias de substrato.

MATERIAIS & MÉTODOS

Amostrei armadilhas de *Myrmeleon* sp. no núcleo do Perequê do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, município de Cananéia, litoral sul do estado de São Paulo. Encontrei os funis em duas áreas próximas ao núcleo abrigadas de chuva, no início da Trilha

Didática que dá acesso à mata de restinga baixa e em uma área da praia não sujeita a inundação por maré. Em ambos os locais, a camada superior do solo é constituída basicamente de ‘areia fina’ (detritos e grãos de areia, menores que 0,1 mm) e ‘areia grosseira’ (detritos e grãos de areia, maiores que 0,1 mm).

Minha premissa é que o solo da praia é mais heterogêneo do que o solo de restinga. Como teste de premissa, coletei em cada área (praia e restinga) diferentes amostras da camada superficial do solo de vários pontos próximos a funis de *Myrmeleon* sp., totalizando aproximadamente 500 g de massa/área. Em seguida, dividi cada amostra em cinco sub-amostras de massas equivalentes e passei cada uma delas por três tipos de peneiras, com diferentes malhas: 0,04 mm²; 0,02 mm²; e 0,01 mm². Obtive a massa de ‘areia grosseira’ retida nas peneiras por meio da subtração da massa final da massa inicial. Esta diferença, por sua vez, foi dividida pela massa inicial para se obter a proporção que ela representava na sub-amostra inicial. Aparentemente, os detritos de restinga eram principalmente matéria vegetal (e.g., raízes, folhas e gravetos) enquanto que na praia a parcela de matéria vegetal foi menor. O substrato de restinga teve uma proporção média de massa de ‘areia grosseira’ duas vezes maior que a de substrato da praia (média±DP: 6,68±1,37% e 2,55±1,25%, respectivamente), o que fundamenta minha premissa.

Para comparar a geometria dos funis de acordo com a granulometria do substrato, amostréi 36 funis da área de restinga e 46 da área de praia. Para cada funil, medi seu diâmetro e profundidade, com o auxílio de um paquímetro (precisão: 0,05 mm). A profundidade foi considerada neste trabalho como uma estimativa da inclinação da parede do funil. Se um funil é mais raso ou mais fundo, para um mesmo diâmetro, a parede do funil terá menor ou maior inclinação em relação ao solo, respectivamente. *A priori*, superfícies escorregadias têm sua eficiência maior quanto mais verticalmente estão orientadas. Adicionalmente, com as medidas de diâmetro e profundidade, estimei o volume da armadilha por aproximação ao volume de um cone ($(1/2 \text{ Diâmetro})^2 \times \text{Profundidade}$). Posteriormente, coletei as larvas do funil, mas encontrei somente 25 indivíduos nas amostras de restinga e 26 nas amostras de praia. Em laboratório, cada larva teve seu comprimento medido com um paquímetro (precisão: 0,05 mm). Para testar a relação entre a forma do funil e o ambiente em que foi construído, as medidas de diâmetro, profundidade e volume do funil foram comparadas

entre os dois ambientes por meio de três análises de co-variância (ANCOVA), com o tamanho da larva como co-variável, pois o tamanho da larva também pode afetar a geometria do funil (e.g., diâmetro, Dias *et al.* 2006).

RESULTADOS

Encontrei para os dois ambientes valores semelhantes de comprimento de larvas, assim como as medidas do funil, diâmetro e profundidade, também são parecidas (Figura 1). No ambiente de praia, houve uma distribuição assimétrica de valores de comprimento de larva, com predominância de indivíduos pequenos (< 5 mm; Figura 1A). Na restinga, os indivíduos em geral apresentaram uma distribuição mais simétrica dos valores de comprimento, porém não encontrei indivíduos pequenos nesta amostra (Figura 1A). Além de maior amplitude de comprimentos de larva, a amostra da praia também apresentou maior amplitude nos atributos diâmetro (Figura 1B) e profundidade (Figura 1C) do que a restinga, porém, neste caso, estes valores apresentaram-se distribuídos simetricamente ao redor da mediana nas duas amostras (Figuras 1B e 1C, respectivamente). Apesar destas variações em diâmetro e profundidade, o volume dos funis apresentou valores semelhantes entre os dois ambientes (Figura 1D).

A geometria do funil varia em função do tamanho da larva: diâmetro (F1,47: 13,54; R²=0,21; p= 0,001; Figura 2A), profundidade (F1,47: 11,36; R²= 0,18; p= 0,001; Figura 2B) e volume de funis (F1,47: 9,19; R²= 0,14 p= 0,004; Figura 2C) mas não a variação de profundidade (F3, 45: 1,61; R²= 0,01; p= 0,27; Figura 2D). Os resultados da análise de co-variância, no entanto, mostraram que nenhum desses parâmetros de geometria difere entre os ambientes quanto à inclinação (diâmetro: F3,45 = 5,11; p = 0,22; profundidade: F3,45 = 1,35; p = 0,19; e volume: F3,45 = 4,26; p= 0,12), nem quanto aos interceptos (diâmetro: F2,46 = 6,83; p = 0,002; profundidade: F2,46 = 1,12; p = 0,43; e volume: F2,46 = 4,99; p= 0,36) (Figura 2).

DISCUSSÃO

A hipótese de que a granulometria de substrato poderia afetar a forma de funis construídos pela formiga-leão *Myrmeleon* sp. não foi corroborada para a comparação entre os solos de restinga e praia. A variação dos parâmetros geométricos do funil (diâmetro, profundidade e volume) não diferiu entre os ambientes. Ao contrário de outros estudos (e.g. Brener 2003; Devetak *et al.* 2005), a

granulometria do substrato parece não ser suficiente para provocar mudanças na geometria dos funis, pelo menos para as áreas que amostrai. Caso o substrato provocasse mudanças na forma dos funis eu esperaria encontrar, para cada ambiente, relações diferentes entre diâmetro e profundidade. A variação no diâmetro do funil pôde ser explicada pela variação na sua profundidade, mas independente do ambiente, o que reforça a ausência de interferência do ambiente na forma do funil.

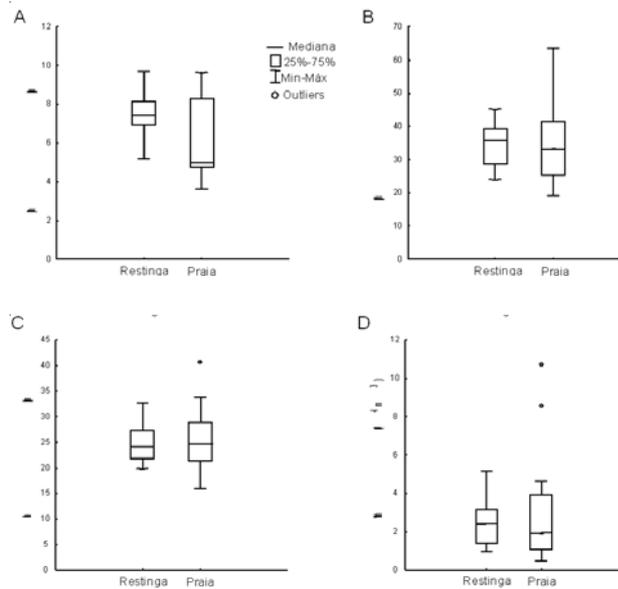


Figura 1: Distribuição dos valores de comprimento (mm) encontrados em cada uma das amostras (restinga e praia) para (A) larvas da formiga-leão *Myrmeleon* sp., (B) diâmetro, (C) profundidade e (D) volume do funil.

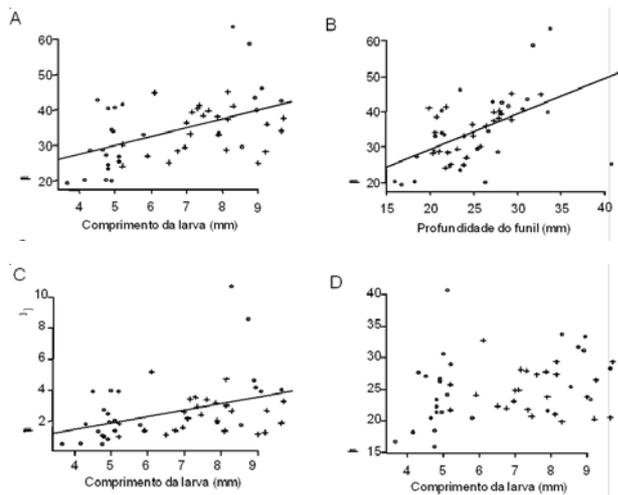


Figura 2: Relação entre os valores geométricos de funis e comprimento da larva de formiga leão *Myrmeleon* sp.. O diâmetro do funil varia em função de (A) o comprimento da larva ($F_{1,47}: 13,54; R^2=0,21; p= 0,0006$), (B) da profundidade ($F_{1,47}: 11,36; R^2= 0,18, p= 0,001$) e (C) do volume do funil ($F_{1,47}: 9,19; R^2= 0,14 p= 0,004$). Por outro lado, o comprimento da larva não está relacionado com (D) o comprimento de profundidade do funil ($F_{3, 45}: 1,35; R^2= 0,013 p= 0,27$). Apesar destas relações entre a forma do funil e a co-variável comprimento de larva,

nenhum desses valores diferiu na interação comprimento de larva e ambiente (para outros resultados veja texto; símbolos: círculo representa indivíduos da amostra proveniente de ambiente de praia e cruz os indivíduos provenientes da amostra de restinga)

Considereei a profundidade como uma medida indireta da inclinação da parede do funil. Contudo, não encontrei relação desta medida nem com a granulometria de cada ambiente, nem com o tamanho de larva de *Myrmeleon* sp. Talvez este atributo do funil não tenha importância para a obtenção de presas, como o diâmetro do funil e o substrato fino, que aumentam a probabilidade de uma presa cair na armadilha e dificulta sua saída, respectivamente. Por outro lado, a medida que tomei dos funis tem pouca acuidade, pois eles desmoronam facilmente e isto diminuiu bastante a precisão desses dados. Estudos que detalhem melhor a relação entre investimento em profundidade e eficiência de captura de presas podem esclarecer melhor a importância evolutiva de funis fundos ou rasos em formigas-leão.

Alves (2007) realizou um ensaio em laboratório com formigas-leão *Myrmeleon* sp., provenientes dos mesmos locais de meu estudo e encontrou que a granulometria do substrato poderia afetar o diâmetro do funil. Larvas pequenas construíram funis de maior diâmetro em substrato de granulometria fina do que os funis construídos em substrato de granulometria grossa para o mesmo tamanho de larva. De acordo com o que encontrei no presente estudo, a amostra da praia parece também oferecer condições para uma maior amplitude de diâmetro de funil, não só para tamanhos pequenos (Figura 2A). Alves (2007), por outro lado, não encontrou relação entre diâmetro e tamanho de larva para o substrato de granulometria fina. Segundo a autora, isto poderia ser decorrente da variação entre diâmetros para larvas pequenas, supracitada. Estes resultados diferem do que encontrei para a amostra de substrato fino (praia), que foi uma relação positiva entre tamanho de larva e diâmetro do funil, e que está de acordo também com o estudo de Dias *et al.* (2006) para larvas de formiga-leão do mesmo gênero. Em meu estudo, contudo, o ajuste linear entre diâmetro do funil e tamanho de larva é bastante fraco e a profundidade do funil não está relacionada com o tamanho da larva que habita o funil. Logo, outros fatores que não foram controlados por mim, como temperatura e disponibilidade de alimento (Arnett e Gotelli 2001), podem estar relacionados a esta variação de forma de funis que não se relaciona com o tamanho de larva. Pesquisas futuras poderiam verificar a

relação de idade e forma de funil em *Myrmeleon* sp. e incluir temperatura e alimento como variáveis que podem interagir com idade para predizer a forma do funil. Estes dados poderiam explicar a variação na forma de funil que eu e Alves (2007) encontramos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Glauco Machado pela sugestão deste plano 'B' e pela grande ajuda durante as amostragens e medições de funis e larvas de *Myrmeleon* sp.. Agradeço também ao Daniel, que me ajudou no plano 'A', que falhou, mas permitiu que eu percebesse a tempo que não adiantaria mais insistir nele. Obrigado ao professor Paulo Inácio que me deu uma grande mão no uso das ferramentas estatísticas e do programa R. Obrigado a todo o pessoal do curso de campo Mata Atlântica 2008, que fez desta experiência muito agradável e às instituições organizadoras/ financiadoras, USP e UNICAMP, deste evento de valor inestimável.

REFERÊNCIAS

- Alves D.A. 2007. A granulometria do substrato interfere no diâmetro das armadilhas e no sucesso de captura de presas por larvas de formiga-leão *Myrmeleon* sp. (Neuroptera: Myrmeleontidae)? *Prática de Pesquisa em Ecologia da Mata Atlântica*. In: Livro do Curso de Campo da Mata Atlântica 2007 (G. Machado, P.I.K. Prado & A.A. Oliveira Eds.). Editora da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/curso>.
- Arnett A. & Gotelli N. 2001. Pit-building decisions of larval ant lions: effects of larval age, temperature, food and population source. *Journal of Insect Behaviour* 14: 89–97.
- Brener A.F. 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(6): 783-796.
- Devetak D., Spornjak A. & Janzekovic F. 2005. Substrate particle size affects pit building decision and pit size in the antlion larvae *Euroleon nostras* (Neuroptera: Myrmeleontidae). *Physiological Entomology* 30: 158–163.
- Dias S.C., Santos B.A., Werneck F.P., Lira P.K., Carrasco-Carbadillo V. & Fernandes G.W. 2006. Efficiency of prey subjugation by one species of *Myrmeleon* larvae (Neuroptera: Myrmeleontidae) in the Central Amazonia. *Brazilian Journal of Biology* 66: 441-442.
- Gotelli N.J. 1993. Ant lion zones: causes of high-density predator aggregations. *Ecology* 74: 226-237b.
- Griffiths D. 1991. Intraspecific competition in larvae of the antlion *Morter* sp. & interspecific interaction with *Macroleon quinque maculatus*. *Ecological Entomology* 16 193–201.
- Griffiths, D. 1986. Pit construction by ant-lion larvae: a cost benefit analysis. *Journal of Animal Ecology* 55: 39–57.
- Heinrich B & Heinrich M. 1982. The pit-foraging strategy of the ant lion, *Myrmeleon immaculatus* de Geer (Neuroptera: Myrmeleontidae). *Behavioural Ecology and Sociobiology* 14: 151–160.
- Kitching, R.L. 1984. Some biological and physical determinants of pit size in larvae of *Myrmeleon pictifrons* Gerstaecker (Neuroptera: Myrmeleontidae). *Journal of Australian Entomological Society* 23: 179–184.
- Krebs J.R. & Davies N.B. 1993. *Introdução á ecologia comportamental*. 3ª edição. Atheneu, São Paulo.
- Lucas J. 1982. The biophysics of pit construction by antlion larvae (*Myrmeleon*, Neuroptera). *Animal Behaviour* 30: 651–664.
- Ricklefs R.E. 1993. *A Economia da Natureza*. Editora Guanabara Koogan S.A, Rio de Janeiro.