

**Distribuição espacial das larvas *Myrmeleon brasiliensis* (Návas, 1914) (Neuroptera,  
Myrmeleontidae) – Fatores Influentes**

**Tatiane do Nascimento Lima**

Dissertação apresentada à Universidade  
Federal de Mato Grosso do Sul, como parte  
das exigências para o título de Mestre em  
Ecologia e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Santos Lopes

Campo Grande, MS

2006

## **Agradecimentos**

Ao Prof. Dr. Frederico Santos Lopes, pelo incentivo, orientação, confiança e paciência.

Ao Prof. Dr. Manoel Araújo Uchôa-Fernandes e a Profa. M.Sc. Giani Lopes Bergamo Missirian, por me apresentarem esse inseto espetacular, as formigas-leão.

A CAPES, pela concessão de bolsa de estudo, para a realização deste projeto.

Aos Profs. Drs. Gustavo Gracioli, Josué Raizer e Andréa Lucia Teixeira pelas valiosas críticas e sugestões.

Aos colegas de mestrado em “Ecologia e Conservação”, pelas conversas, paciência e estímulo.

Ao Cris, Sil, Camila e ao Rogério, pela ajuda no campo.

Ao meu companheiro, Rogério Rodrigues Faria, pelo apoio, incentivo e pelas longas conversas.

Aos meus pais, Maria das Dores Nascimento Lima e Reginei Barros Lima, pelo apoio e confiança.

# **Distribuição espacial das larvas *Myrmeleon brasiliensis* (Návas, 1914) (Neuroptera, Myrmeleontidae) – Fatores Influentes**

Tatiane do Nascimento Lima<sup>1</sup> & Frederico Santos Lopes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação/CCBS, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Cidade Universitária s/nº, CP 549, CEP 79070-900, Campo Grande, MS.

<sup>2</sup>Departamento de Biologia/CCBS, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

**Resumo.** O padrão de distribuição dos organismos ocorre de maneira a evitar riscos e garantir o maior sucesso durante o seu forrageamento. Este trabalho objetivou avaliar como os fatores: (1) densidade demográfica, (2) perturbação ambiental e (3) quantidade de alimento afetam a distribuição espacial das larvas de formiga-leão *Myrmeleon brasiliensis*. Para tal, as larvas foram submetidas a tratamentos com alta e baixa densidade, com e sem perturbação e com alimento diário, intermediário e sem alimento. Nos tratamentos com alimento diário as larvas *M. brasiliensis* não se afastaram umas das outras permanecendo agrupadas, mesmo quando perturbadas. Nos tratamentos com alimento intermediário e sem alimento as larvas se dispersaram. A alta densidade e a presença da perturbação também fizeram com que as larvas se dispersassem, afastando-se uma das outras. Em uma situação na qual o recurso alimento é escasso, os fatores densidade e perturbação governariam a distribuição espacial das larvas. Porém, se a oferta de presas for alta, o fator alimento passa a ter um peso maior no processo de distribuição espacial das larvas *M. brasiliensis*.

**Palavras-chave:** densidade demográfica, formiga-leão, oferta de recurso, perturbação

**Space distribution of the larvae *Myrmeleon brasiliensis* (Návas, 1914) (Neuroptera,  
Myrmeleontidae) - Influential Factors**

**Abstract.** The space distribution of the organisms occurs in order to prevent risks and to guarantee the biggest success during its foraging. This study objectified to evaluate the effect of the factors: (1) populational density, (2) ambient disturbance and (3) food collecting in the space distribution of the larvae of ant-lion *Myrmeleon brasiliensis*. In order to do so, the larvae were submitted to treatments with high and low populational density, with and without ambient disturbance and with daily food, intermediate food and without food. In the treatments with daily feeding *M. brasiliensis* larvae did not move away from one another keeping grouped exactly when disturbed. In the treatments with intermediate and no feeding the larvae were dispersed. The high populational density and the presence of the disturbance also caused the larvae to disperse moving away from one another. In a situation in which the resource food is scarce, the populational density and disturbance factors will govern the space distribution of the larvae. However, if the prey offers is high the factor food starts having higher importance in the process of space distribution of larvae *M. brasiliensis*.

**Key-words:** demographic density, ant-lion, resource offer, disturbance

## 1. Introdução

A distribuição espacial dos organismos é um dos aspectos principais da ecologia (Krebs 1974). Sendo que, ela ocorre de tal maneira que evite riscos, como a predação e a escassez de alimento, e garanta o maior sucesso durante o seu forrageamento (Nilsson 2006). Vários fatores estão envolvidos na compensação entre evitar estes riscos durante o forrageamento e garantir o sucesso reprodutivo. Distribuições agregadas, por exemplo, podem gerar benefícios em termos de defesa contra predadores e eficiência energética na procura de parceiros para acasalamento (Elliott 2002, Krebs & Davis 1987, Hawkins *et al.* 2005), por outro lado, os agrupamentos podem gerar custos na divisão de recursos (competição por exploração) (Elliott 2002).

Mudanças na densidade dos organismos também podem afetar a distribuição espacial de uma população. Com o aumento da densidade, as interações se tornam mais freqüentes e intensas (e. g. Taylor 1984; Griffiths 1992, 1993), e os indivíduos agrupados podem se tornar mais dispersos, reduzindo a competição por interferência. Variações temporais e a distribuição espacial dos recursos também afetam a distribuição dos organismos, se os recursos apresentarem distribuição agregada, os organismos que os utilizam tenderão a apresentar o mesmo tipo de distribuição (Matsura *et al.* 2005).

Larvas de formiga-leão (Neuroptera, Myrmeleontidae) presente na maioria das regiões zoogeográficas, sendo mais abundante nos trópicos, são predadores senta e espera que constroem armadilhas em forma de funil no solo arenoso para capturar as suas presas (Farji-Brener 2003). Artrópodes que se movem na superfície do solo ao caírem nestas armadilhas têm dificuldade de escapar devido à granulação da areia e à inclinação das paredes do funil, sendo facilmente subjugados pelas larvas (Crowley & Linton 1999; Napolitano 1998). O efeito da densidade na distribuição espacial das larvas de formiga-leão tem sido estudado e Wilson (1974) propôs que as larvas se distribuem de tal maneira que maximizam a eficiência de captura de presas reduzindo a competição intra-específica por alimento. MacClure (1976), através de experimentos de incremento artificial da densidade, observou que o padrão de distribuição tendia claramente ao uniforme, o que

também minimizaria os efeitos da competição. Por outro lado, Simberloff *et al.* (1978) consideraram, como fatores preponderantes desta distribuição espacial o lançamento de sedimentos pelas larvas nos funis vizinhos, o que levaria ao deslocamento destas.

Outros fatores como a disponibilidade de locais com solo seco e arenoso para a construção dos funis, textura do solo, temperatura do solo, abundância de presas e a competição por espaço entre as larvas podem afetar a distribuição espacial das larvas no ambiente (Faria *et al.* 1994; Prado *et al.* 1993; Heinrich & Heinrich 1984; MacClure 1976).

As formigas-leão habitam regiões quentes, e são espacialmente restritas a áreas abertas com o substrato arenoso e razoavelmente protegido da chuva (Fargi-Brener 2003). Apesar de serem bastante comuns no Brasil, são escassos os estudos sobre os mirmeleontídeos. O único estudo sobre *Myrmeleon brasiliensis* (Navás, 1914), a qual foi estudada no presente trabalho, foi realizado por Missirlian (2002), verificando o efeito de diferentes dietas sobre o desenvolvimento das larvas.

Este trabalho teve como objetivo observar o efeito de três fatores sobre o padrão de distribuição espacial das larvas *M. brasiliensis*: (1) a densidade demográfica; (2) a disponibilidade de recurso e (3) a perturbação. Observando ainda as possíveis interações entre esses fatores.

## 2. Material e Método

As larvas de *Myrmeleon brasiliensis* foram coletadas em Aquidauana, Mato Grosso do Sul, em uma Área de Proteção Permanente (20°26'25"S, 55°39'21"W) pertencente à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia Geral do Departamento de Biologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, *campus* de Campo Grande.

### 2.1 Manipulação dos tratamentos:

Para avaliar o efeito da densidade, da perturbação e da oferta de alimento sobre a distribuição espacial das larvas de formiga-leão, estas foram submetidas a dois experimentos, os

quais duraram oito dias. A manipulação dos fatores densidade, perturbação e alimento ocorreram da seguinte maneira:

**Alimento:** nos tratamentos com alimento diário, as larvas de formiga-leão foram alimentadas com uma larva de *Drosophila melanogaster* por dia. Nos tratamentos com alimento intermediário as larvas foram alimentadas com uma larva de *D. melanogaster* no primeiro dia e outra no quarto dia (reduzido em 75%). Tratamentos sem alimento nenhuma larvas de formiga-leão foi alimentada.

**Perturbação:** a simulação da perturbação foi realizada através da destruição diária dos funis, e os tratamentos sem perturbação não tiveram os funis desmanchados.

**Densidade:** para determinar os valores de alta e baixa densidade foi montado um experimento piloto. Para isto foram montadas oito bandejas (17,5 cm x 11 cm x 7,0 cm) contendo areia. Larvas de segundo instar foram sorteadas e adicionadas nessas bandejas, a cada dia duas larvas eram sorteadas para cada bandeja, sendo anotado o diâmetro do funil de cada larva. Esse procedimento de adição de larvas nas bandejas foi repetido até o momento em que as larvas adicionadas passaram a não construir mais funis e passou a ser observado canibalismo entre as larvas. Foi preferido trabalhar com o espaço ocupado pelas larvas para a construção do seu funil, dado o fato que, quanto maior a larva maior o tamanho do funil. Para se trabalhar com a densidade baseada no número de larvas seria necessário uniformizar o tamanho das larvas, fato que se tornaria inviável.

As larvas *M. brasiliensis* sorteadas nas bandejas, passaram a não construir funis quando a soma dos diâmetros variou em torno de  $314,12 \pm 30$  mm, o que representou 5,19 ind/100 cm<sup>2</sup> (10 larvas por bandeja). Depois dessa observação, foi preferido considerar alta densidade a soma dos diâmetros dos funis não ultrapassando 250 mm. Nesta situação todas as larvas ainda constroem os seus funis e a taxa de canibalismo é baixa. Foi estabelecido que 10% desse valor, ou seja, 25 mm seria a densidade utilizada para avaliar a situação de baixa densidade. Dessa maneira, nos tratamentos com alta densidade as larvas foram alojadas na bandeja até que a soma do diâmetro dos seus funis alcançou a 250 mm e nas bandejas de baixa densidade até 25 mm.

## 2.2 Montagem dos experimentos:

Para a montagem dos experimentos foram utilizadas bandejas de 35,0 cm x 22,0 cm x 7,0 cm, essas foram preenchidas com areia esterilizada trazida do local da coleta. A areia foi esterilizada em estufa a uma temperatura de 180 ° C.

As larvas foram sorteadas e alojadas em uma das metades da bandeja (parte A), deixando a outra metade vazia (parte B), uma barreira física foi colocada entre estas duas porções, depois de 24 horas a barreira foi retirada. Assim as larvas tiveram a possibilidade de migrar para a 2ª porção (parte B) da bandeja se tornando mais dispersas (Figura 1). Todos os eventuais deslocamentos foram anotados e medidos visando estimar o efeito do tratamento na distribuição espacial das larvas. As bandejas foram mapeadas através de coordenadas e, a posição dos funis em cada bandeja foi marcada durante oito dias consecutivos. A distância entre larvas, em centímetros, foi a variável medida em cada bandeja. A média das distâncias entre as larvas de *M. brasiliensis* nos 12 tratamentos foram analisadas através de ANOVA para três fatores.

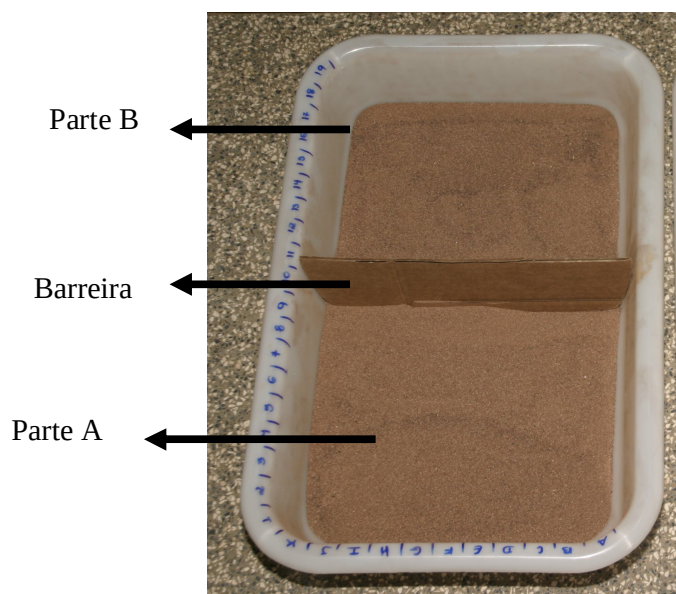


Figura 1. Foto de uma bandeja com a barreira, mostrando o detalhe da parte A e da parte B da e a marcação na lateral da bandeja da coordenada do funil da larva *M. brasiliensis*.



## 2.3 Experimentos

O primeiro experimento foi constituído dos seguintes tratamentos: I) baixa densidade/sem alimento/ausência de perturbação; II) baixa densidade/sem alimento/perturbação; III) baixa densidade/alimento diário/ ausência de perturbação; IV) baixa densidade/alimento diário/perturbação; V) alta densidade/sem alimento/sem perturbação; VI) alta densidade/sem alimento/com perturbação; VII) alta densidade/alimento diário/sem perturbação; VIII) alta densidade/alimento diário/perturbação.

No segundo experimento as larvas foram submetidas a quatro tratamentos, a saber: IX) baixa densidade/alimento intermediário/ausência de perturbação; X) baixa densidade/alimento intermediário/ perturbação; XI) alta densidade/alimento intermediário/ausência de perturbação; XII) alta densidade/alimento intermediário/perturbação. Foram montadas 10 réplicas de cada tratamento, totalizando 120 bandejas. Para cada bandeja, as larvas trazidas do local de coleta, foram sorteadas.

## 3. Resultados

### 3.1 Experimento 1

No primeiro experimento, a distribuição das larvas *M. brasiliensis* foi significativamente afetada pelos fatores densidade, perturbação e pela interação entre os fatores perturbação e alimento. Nos tratamentos com alta densidade as larvas que estavam agrupadas na parte A da bandeja se dispersaram ocupando todo o espaço. Aumentando a distância média entre os funis (ANOVA, GL= 1; F= 4,157;  $p < 0,05$ ) (Figura 2).

Nos tratamentos com perturbação a distância entre os funis também foi significativamente maior (ANOVA, GL = 1; F = 8,924;  $p < 0,05$ ) do que aqueles que não sofreram perturbação. Funis não perturbados permaneceram na parte A da bandeja, aqueles que sofreram perturbação passaram a ocupar toda a bandeja (Figura 3).

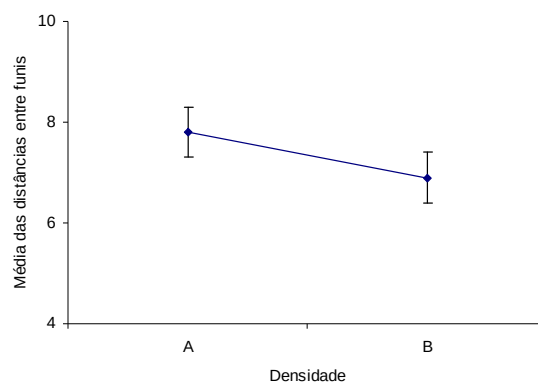


Figura 2. Média das distâncias dos funis das larvas *M. brasiliensis* no experimento 1, tratamento de baixa e alta densidade.

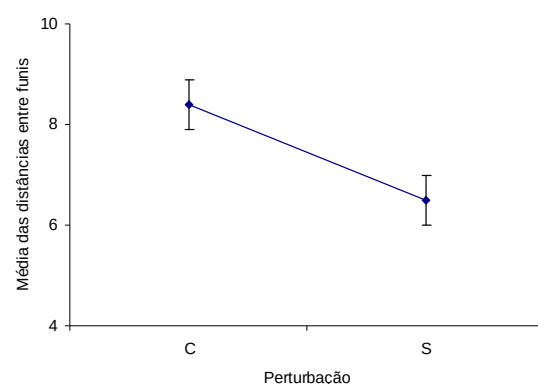


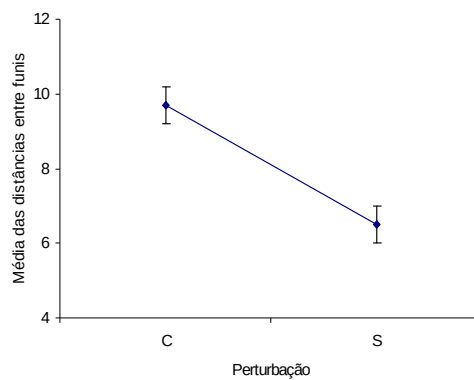
Figura 3. Média das distâncias dos funis das larvas *M. brasiliensis* no experimento 1, tratamento com e sem perturbação.

Dada a interação significativa entre os fatores alimento e perturbação, os tratamentos com e sem alimento e com e sem perturbação foram analisados separadamente.

Observando apenas os tratamentos sem alimento a perturbação tem uma importância significativa para a distribuição das larvas (ANOVA, GL = 1;  $F = 13,569$ ;  $p < 0,005$ ). Mostrando que larvas perturbadas tendem a se mover, porém isto ocorre somente com os tratamentos sem alimento. Nos tratamentos com alimento o fator perturbação não afeta a distribuição das larvas de

formiga-leão (ANOVA, GL= 1; F = 0,229; p > 0,05), pois as larvas alimentas não se movem, permanecem agrupadas na metade A das bandejas onde foram colocadas, mesmo quando perturbadas (Figura 4).

a) sem alimento



b) alimento diário

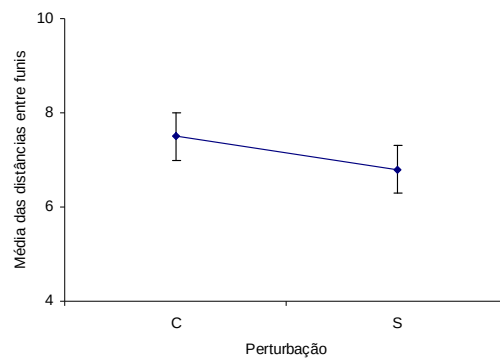
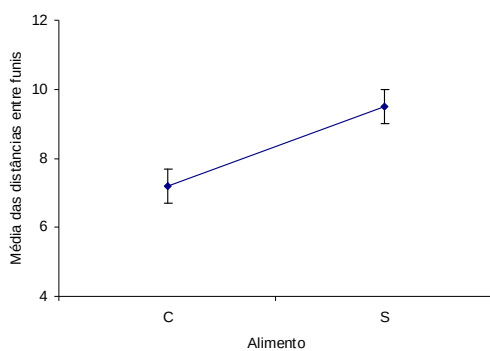


Figura 4. Média das distâncias dos funis das larvas *M. brasiliensis* no primeiro experimento, os tratamentos sem alimento e com alimento diário analisados separadamente.

Observando apenas os tratamentos com perturbação o alimento afeta significativamente a distribuição das larvas (ANOVA, GL = 1; F = 7,102;  $p < 0,05$ ), estas permanecem agrupadas quando são alimentadas mesmo sendo perturbadas. E finalmente, nos tratamentos sem perturbação o alimento não afeta a distribuição das larvas (ANOVA, GL = 1; F = 0,195;  $p > 0,05$ ), elas permanecem no mesmo lugar, pois além de não serem perturbadas com a destruição dos seus funis ainda recebem alimento (Figura 5).

a) com perturbação



b) sem perturbação

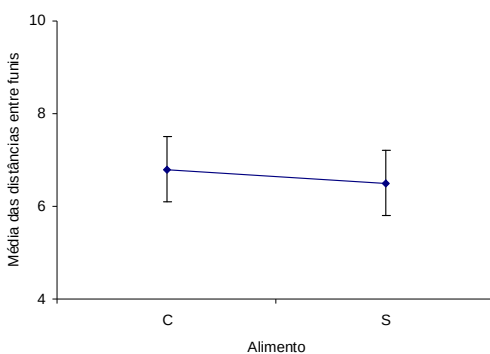


Figura 5. Média das distâncias dos funis das larvas *M. brasiliensis* no primeiro experimento, os tratamentos com e sem alimento analisados separadamente.

### 3.2 Experimento 2

No segundo experimento, quando as larvas tiveram a sua alimentação reduzida em 75 % (receberam alimento apenas no primeiro e no quarto dia, e não mais diariamente). Os fatores densidade e perturbação afetaram a distribuição das larvas.

Como nos experimentos sem alimento e com alimento diário, a destruição diária dos funis (ANOVA, GL = 1; F = 13.383,  $p < 0,001$ ) e a alta densidade (ANOVA, GL = 1; F = 10.318;  $p < 0,005$ ) afetaram a distribuição das larvas *M. brasiliensis*, as larvas passaram a ocupar toda a bandeja (Figura 6). Com as larvas sendo alimentadas apenas duas vezes, o fator perturbação não mais interagiu com o fator alimento. Larvas perturbadas se dispersaram por toda a bandeja, alimentadas no primeiro e no quarto dia, ou não alimentadas.

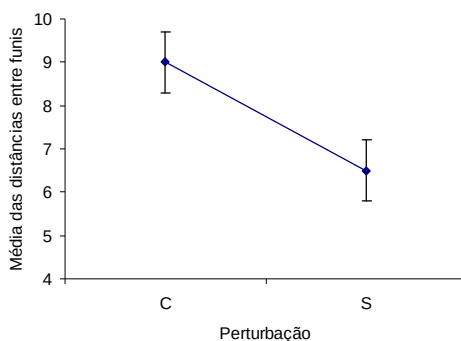


Figura 6. Média e respectivos intervalo de confiança das distâncias dos funis das larvas *M. brasiliensis* no experimento 2, tratamento com e sem perturbação.

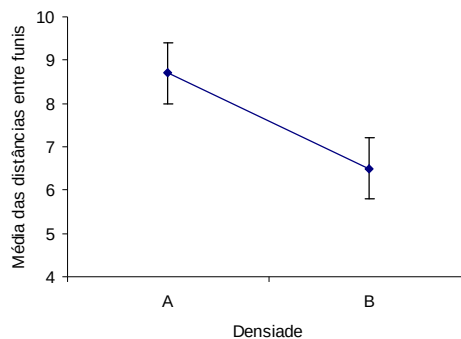


Figura 7. Média e respectivos intervalo de confiança das distâncias dos funis das larvas *M. brasiliensis* no experimento 2, tratamento com alta e baixa densidade.

#### 4. Discussão

Nos dois experimentos, as larvas em alta densidade migraram (*sensu* Dingle 1996), passando a ocupar toda a bandeja, possivelmente na tentativa de minimizar os efeitos das interações intraespecíficas. Os efeitos destas interações podem ocorrer devido ao constante arremesso de areia pelas larvas (Matsura & Takano 1989; Griffiths 1991), pois durante a construção e manutenção do funil as larvas de formiga-leão arremessam constantemente areia, o que pode causar a destruição do funil vizinho. Day & Zalucki (2000) observaram que a distância mínima entre as larvas *Myrmelcon acer*, quando estas estavam sob alta densidade, era similar à distância que os grãos de areia atingiam durante a construção do funil (30 mm).

No campo outros fatores, tais como a disponibilidade de recursos, podem vir a afetar a distribuição das larvas. Porém muitos trabalhos (e. g. Matsura 1987; Matsura & Takano 1989; Griffiths 1992, 1980b; MaClure 1976; Simberloff *et al.* 1978; Heinrich & Heinrich 1984), mostraram que o movimento das larvas ocorre devido a uma resposta denso dependente causada pela competição direta e não pela falta absoluta de alimento. Nossos dados também evidenciam esta interpretação, uma vez que nos dois experimentos sob alta densidade, as larvas *M. brasiliensis* se dispersaram aumentando a distância entre si, independente da dieta (alimento diário, alimento reduzido em 75% e sem alimento). Essa competição direta pode se dar por meio da perturbação

causada pelos detritos lançados de um funil para outro ou se manifestar através do canibalismo. Nos tratamentos com alta densidade foram encontradas 64 larvas atacadas e mortas, enquanto que nos tratamentos com baixa densidade, apenas sete larvas foram atacadas e mortas por larvas vizinhas. Não foram obtidos dados sobre o lançamento de detritos sobre outros funis. Assim, manter uma distância mínima com os funis vizinhos pode reduzir a chance de ser morta pela vizinha (Simberloff *et al.* 1978; Griffiths 1991, 1993; Youtted & Moran 1969).

A destruição diária dos funis também afetou a distribuição das larvas nos dois experimentos. As formigas-leão perturbadas migraram para a outra parte da bandeja possivelmente para tentar fugir do distúrbio diário. A construção e a manutenção do funil requer um gasto energético (Griffiths 1985), larvas que têm o seu funil perturbado apresentam uma taxa de crescimento reduzido em 50% quando comparada com outras larvas cujo funil não sofreu distúrbio (Griffiths 1980a).

Fatores como o vento, a serapilheira, a chuva e o trânsito de outros animais podem destruir os funis das larvas de formiga-leão (Gotelli 1993). Para fugir desses distúrbios, as larvas constroem seus funis em locais protegidos que garantam a integridade dos mesmos (Griffiths 1993; Gotelli 1993). De acordo com Gotelli (1993), a seleção de habitat por *Myrmeleon crudellis* e *Myrmeleon immaculatus* ocorre principalmente em função da proteção contra chuva, pois além da chuva destruir os funis, o encharcamento do solo impossibilita que o funil possa ser reconstruído.

O fator perturbação só não influenciou a distribuição de *M. brasiliensis* quando elas foram alimentadas diariamente, no primeiro experimento. Nossos dados mostram que larvas alimentadas diariamente mantêm os seus funis agrupados na parte A da bandeja mesmo quando perturbadas. Porém quando o alimento foi reduzido em 75 % (experimento 2) as larvas já não mais mantiveram o seu funil e, quando perturbadas, se espalharam, ocupando toda a bandeja. Possivelmente uma grande oferta de alimento torna o sítio favorável para *M. brasiliensis* mesmo que o funil seja destruído freqüentemente. A duração do tempo larval das formigas-leão pode variar de três meses a dois anos, dependendo da oferta de alimento (Furumichi & Masaki 1981, 1982), assim permanecer

em uma área onde a oferta de alimento é alta, pode acelerar a maturação das larvas *M. brasiliensis*. Conseqüentemente, essas larvas ficariam menos tempo expostas a um período de risco antes da reprodução.

Entre os riscos enfrentados pelas larvas estão o canibalismo e o ataque por parasitóides. O risco de canibalismo entre larvas sob alta densidade foi discutido mais acima. Quanto ao ataque por parasitóides, entre as larvas de formiga-leão coletadas, depois que essas empuparam, observamos a emergência de cinco indivíduos da espécie *Paravilla* sp (Díptera, Bombyllidae). Leech & MacDonald-Leech (1989) e Missirian (2002) estimaram a pressão dos parasitóides sobre as larvas de formiga-leão. Leech & MacDonald-Leech (1989) observaram o bombilídeo *Dipalta serpentina* parasitando larvas e pupas de *Myrmeleon immaculatus*. Missirian (2002) observou no seu trabalho que as larvas *Myrmeleon brasiliensis* foram parasitadas por *Hockeria* sp. (Hymenoptera, Chalcididae) e *Paravilla* sp (Díptera, Bombyllidae).

Outra conseqüência da dieta das larvas *M. brasiliensis*, é o tamanho do adulto (Missirian 2002). Missirian (2002) observou no seu trabalho que adultos cujas larvas foram alimentadas com formigas cortadeiras (*Atta* spp) apresentaram tamanho menor que aqueles cujas larvas foram alimentadas com larvas de moscas-das-frutas (*Anastrepha* spp e *Ceratitis capitata*), possivelmente devido ao alto valor energético das larvas de moscas-das-frutas quando comparadas com as formigas cortadeiras. Como na maioria dos grupos de insetos, o tamanho se relaciona com a fecundidade (Honek 1993; DeClercq & Degheele 1997), seria vantajoso para larvas permanecer em áreas com abundância de alimento, uma vez que larvas melhor alimentadas podem originar adultos maiores e possivelmente mais fecundos.

O segundo experimento, no qual as larvas são alimentadas apenas duas vezes, possivelmente represente melhor a situação das larvas de formiga-leão no campo, uma vez que a taxa de captura de presas no ambiente natural é baixa (Heinrich & Heinrich 1984). Nessas condições o fator perturbação e a densidade governariam a distribuição espacial das larvas. Porém, de acordo com os dados do primeiro experimento, se a oferta de presas for alta, o fator alimento passa a ter um peso



maior no processo de distribuição espacial das larvas *M. brasiliensis*, que passariam a permanecer agrupadas em área com alta oferta de presas mesmo tendo os seus funis perturbados diariamente.

## 5. Literatura Citada

Crowley, P. H. & Linton, M. C. 1999. Antlion foraging: tracking prey across space and time. **Ecology** 80: 2271-2282.

Dingle, H. 1996. **Migration-The biology of life on move**. Oxford University Press, Nova York, 974 p.

DeClercq, P. & Degheele, D. 1997. Effects of mating status on body weight oviposition, egg load and predation in the predatory stinkbug *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Annual of the society of America** 90: 121-127.

Day, M. D. & Zalucki, M. P. 2000. Effect of density on spatial distribution, pit formation and pit diameter of *Myrmeleon acer* Walker, (Neuroptera: Myrmeleontidae): patterns and processes. **Austral Ecology** 25: 58-64.

Elliott, J. M. 2002. Shadow competition in wild juvenile sea-trout. **Journal of Fish Biology** 61: 1268-1281.

Furunishi, S. & Masaki, S. 1981. Photoperiodic response of the univoltine ant-lion *Myrmeleon formicarius* (Neuroptera, Myrmeleontidae). **Kontyu** 49: 653-667.

Furunishi, S. & Masaki, S. 1982. Seasonal life cycle in two species of ant-lion (Neuroptera: Myrmeleontidae). **Japan Journal Ecology** 32: 7-13.

Faria, M. L.; Prado, P. I. ; Bedê, L. C. & Fernandes, G. W. 1994. Structure and dynamics of a larval population of *Myrmeleon uniformis* (Neuroptera: Myrmeleontidae). **Revista Brasileira de Biologia** 54: 335-344.

Farji-Brener, A. G. 2003. Microhabitat selection by antlion larvae, *Myrmeleon crudenlis*: effect of soil particle size on pit-trap design and capture. **Journal of Insect Behavior** 16: 783-796.

Griffiths, D. 1980a. The feeding biology of ant-lion larvae: prey capture, handling and utilization. **Journal of Animal Ecology** 49: 99-125.

Griffiths, D. 1980b. The feeding biology of ant-lion larvae: growth and survival in *Morter obscurus*. **Oikos** 34: 364-370.

Griffiths, D. 1985. Phenology and larval-adult size relations in the antlions *Macroleon quinquemaculatus*. **Journal Animal Ecology** 54: 573-581.

Griffiths, D. 1991. Intraspecific competition in larvae of the antlion *Morter* sp. & interspecific interaction with *Macroleon quinquemaculatus*. **Ecological Entomology** 16: 193-201.

Griffiths, D. 1992. Interference competition in antlion *Macroleon quinquemaculatus* larvae. **Ecological Entomology** 17: 219-226.

Griffiths D. 1993. Intraspecific competition in antlion (*Macroleon quinquemaculatus*) larvae in the field. **Oecologia** 93: 531-7.

Goteli, N. 1993. Ant lion zones: causes of high-density predator aggregations. **Ecology** 74: 226-237.

Hawkins, L. A., Armstrong, J. D. & Magurran, A. E. 2005. Aggregation in juvenile pike (*Esox lucius*): interactions between habitat and density in early winter. **Functional Ecology** 19: 794-799.

Heinrich, B. & Heinrich, M. J. E. 1984. The pit-trapping foraging strategy of the Antlion *Myrmeleon immaculatus* DeGeer (Neuroptera: Myrmeleontidae). **Behavior Ecology Sociobiology** 14: 151-160.

Honek, A. 1993. Intraespecific variation in body size and fecundity in insects: a general relationship. **Oikos** 66: 483-492.

Krebs, J. R. 1974. **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance**. 4<sup>o</sup> ed. Harper Collins College Publishers, 801 p.

Krebs, J. R. & Davies, N. B. 1987. **An Introduction to Behavioural Ecology**. 2<sup>a</sup> ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 389 p.

Leech, R. & MacDonald-Leech, B. J. 1989. *Dipalta serpentina* Osten Sacken (Diptera: Bombyliidae) as predator on pupae of the antlion *Myrmeleon immaculatus* DeGeer (Neuroptera: Myrmeleontidae) in California. **The Canadian Entomologist** 121: 727-728.

MacClure, M. S. 1976. Spatial Distribution of pit-marking ant-lion (Neuroptera: Myrmeleontidae): density effects. **Biotropica** 8: 179-183.

Matsura, T. 1987. An experimental study on the foraging behavior of a pit-building antlion larva, *Myrmeleon bore*. **Resolution Population Ecology** 29: 17-26

Matsura, T. & Takano, H. 1989. Pit-relocation of antlion larvae in relation to their density. **Resolution Population Ecology** 31: 225-234.

Missirian, G. L. B. 2002. Bioecologia de *Myrmeleon brasiliensis* (Navás, 1914) (Neuroptera, Myrmeleontidae): predador de formigas-cortadeiras (*Atta* spp.) e de moscas-das-frutas (Tephritidae). 38f. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

Matsura, T., Yamaga, Y. & Itoh, M. 2005. Substrate selection for pit making and oviposition in an antlion, *Myrmeleon bore* Tjeder, in terms of sand particle size. **Entomological Science** 8: 347-353.

Napolitano, J. F. 1998. Predatory behavior of a pit-marking antlion, *Myrmelon mobilis* (Neuroptera: Myrmeleontidae). **Florida Entomologist** 81: 562-566.

Nilsson, P. A. 2006. Avoid your neighbours: size-determined spatial distribution patterns among northern pike individuals. **Oikos** 00: pike 435-440.

Prado, I. F. L.; Bedê, L. C. & Faria, M. L. 1993. Asymmetric competition of antlion larvae. **Oikos** 68: 525-530.

Simberloff, D., King, L., Dillon, P., Lowrie, S., Lorence, D. & Schilling, E. 1978. Holes in the doughnut theory: the dispersions of ant-lions. **Brenesia** 14-15: 13-46.

Taylor, L. R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annual Review Entomology** 29: 321-57.

Youthed, G. J. & Moran, V. C. 1969. Pit construction by Myrmeleontid larvae. **Insect Physiology** 15: 867-875.

Wilson, D. S. 1974. Prey capture and competition in the antlion. **Biotropica** 3: 187-193.