

Ecologia populacional de *Goniosoma* sp.  
(Arachnida, Opiliones, Gonyleptidae)  
em uma caverna ferruginosa  
do município de Ouro Preto, MG

Rodrigo Lopes Ferreira<sup>1</sup>, Erica Mina Kawamura<sup>2</sup>, Gina Barcelos Pontes<sup>2</sup>, Sabrina S. Pinheiro Almeida<sup>2</sup>, Vinícius Albano Araújo<sup>2</sup> & Vinícius Rangel Cardoso Teixeira<sup>2</sup>

POPULATION ECOLOGY OF *GONIOSOMA* SP. (ARACHINIDA, OPILIONES, GONYLEPTIDAE) IN A FERRUGINEOUS CAVE IN OURO PRETO, MINAS GERAIS STATE

**ABSTRACT:** This study aimed to verify the population size and to show possible allometric variations between individuals. A total of 167 individuals were observed, from which 69 were males, 78 were females and 20 were immature. Parental care was observed during all the study. The females were always near their clutches that were laid on the walls of the cave. Six aggregations were observed. There was an average of 8,67 individuals per aggregation, and females were more common, representing 64,4% of the aggregated individuals. The operational sex ratio was 1:1,18. The species is trogloden, leaving the cave regularly to feed in the nearest trees and rocky walls, and returning in the morning. A Principal Components Analysis (PCA) evidenced a sexual dimorphism in the sizes of the second leg and its femur, the males with average leg length of 123,47 mm and femur length of 38,39 mm and the females with average leg length of 79,13 mm and femur length of 25,14 mm.

**Key Words:** Brazil, aggregation, maternal care, sexual dimorphism, sex ratio, trogloden.

## INTRODUÇÃO

As cavernas são elementos de um tipo especial de relevo rochoso, que pode ocorrer em rochas como quartzitos, dolomitos, arenitos e principalmente calcários (AULER *et al.*, 2001). A dissolução lenta e contínua destes minerais sob a ação

1 Setor de Zoologia, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, 37.200-000, Lavras, MG, Brasil. drops@ufla.br.

2 Graduandos. Laboratório de Ecologia, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, 35400-000, Ouro Preto, MG, Brasil.

da água forma galerias e condutos de várias formas e tamanhos, constituindo assim as cavernas (GILBERT *et al.*, 1994).

O ambiente cavernícola é caracterizado por uma tendência a estabilidade ambiental e pela ausência permanente de luz (POULSON & WHITE, 1969). As taxas de umidade do ar são sempre elevadas e as temperaturas geralmente constantes, aproximando-se das médias anuais do ambiente circundante (BARR & KUEHNE, 1971).

Os opiliões e os demais animais cavernícolas podem ser categorizados em três grupos, de acordo com sua relação ecológico/evolutiva com o ambiente subterrâneo (veja BARR & HOLSINGER, 1985; HOLSINGER & CULVER, 1988): (a) troglóbios, que são animais exclusivamente encontrados em cavernas; (b) troglófilos, que são habitantes facultativos do ambiente subterrâneo e que completam seu ciclo de vida no interior ou exterior das cavernas; (c) trogló Xenos, que precisam deixar regularmente as cavernas para completarem parte de suas atividades vitais (seja alimentação e/ou reprodução) no ambiente externo.

No Brasil, são conhecidas apenas quatro espécies de opiliões troglóbios: *Spaeleoleptes spaeleus* H. Soares, 1966 (Minuidae), *Pachylospeleus strinatii* Silhavy, 1974 (Gonyleptidae), *Iandumoema uai* Pinto-da-Rocha, 1996 (Gonyleptidae) e *Giupponia chagasi* Pérez & Kury, 2002 (Gonyleptidae). Espécies troglófilas (pertencentes às famílias Cosmetidae, Stygidae e Gonyleptidae) são mais comuns e há várias ocorrências para os estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Goiás e Pará (PINTO-DA-ROCHA, 1993; PINTO-DA-ROCHA, 1995). As espécies trogló Xenas brasileiras estudadas até o momento estão restritas aos gêneros *Paecilaema* (Cosmetidae) que ocorrem em cavernas calcárias de Goiás (RHEIMS & PELLEGGATTI-FRANCO, 2003) e *Goniosoma* (Gonyleptidae), com distribuição restrita à Mata Atlântica (MACHADO, 2002).

Muitos trabalhos com opiliões brasileiros são taxonômicos, referindo-se basicamente à descrição de novas espécies (PINTO-DA-ROCHA, 1996a,b). No entanto, algumas publicações têm elevado o conhecimento acerca de aspectos referentes à biologia e comportamento de algumas espécies, em especial, no Brasil, às pertencentes ao gênero *Goniosoma* (GNASPINI, 1995; GNASPINI, 1996; GNASPINI & CAVALHEIRO, 1998; MACHA-

DO & VASCONCELOS, 1998; MACHADO & OLIVEIRA, 1998; MACHADO *et al.*, 2000; MACHADO & RAIMUNDO, 2001; MACHADO *et al.*, 2003; WILLEMART & GNASPINI, 2004a,b).

Os opiliões em sua maioria preferem habitats úmidos, ocorrendo em serrapilheira de florestas, troncos de árvores, troncos caídos, húmus e cavernas (EDGAR, 1971, 1990). Geralmente são organismos fotofóbicos, que se movem durante a noite para se alimentarem de pequenos artrópodes e de matéria orgânica em decomposição. A presa ou alimento é capturado com os pedipalpos e transportado para as quelíceras que o seguram e esmagam. Ao contrário de outros aracnídeos o alimento ingerido não se limita ao material líquido, mas inclui pequenas partículas. Possui espinhos no abdômen e um tubérculo ocular no escudo dorsal. Ao longo das margens laterais anteriores da carapaça encontram-se as aberturas para um par de glândulas repugnantes, que produzem secreções (quinonas e fenóis) que tem odor picante. Os opiliões lançam essa substância sobre os intrusos ou possíveis predadores, característica exclusiva da subordem Laniatores (DUFFIELD *et al.*, 1981; HOLMBERG, 1983; COKENDOLPHER, 1987). Eles usam para orientação o segundo par de pernas, que são mais alongadas e possuem função sensorial. Os opiliões são primariamente solitários, mais alguns podem formar agregações durante o dia (CODDINGTON *et al.*, 1990).

O presente trabalho teve como objetivos analisar o tamanho populacional e a razão sexual de *Goniosoma* sp. em uma caverna ferruginosa no Estado de Minas Gerais. Adicionalmente, buscou-se verificar como os indivíduos estão distribuídos dentro da caverna e quantificar sua frequência de migração entre os diferentes setores da caverna. Durante o estudo foram tomados dados sobre a história natural da espécie, em particular sobre cuidado parental, comportamento gregário e defensivo. Finalmente, investigou-se diferenças morfométricas entre machos e fêmeas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O Parque Estadual do Itacolomi situa-se a sudeste de Belo Horizonte nos municípios de Ouro Preto e Mariana, entre

Rodrigo  
Lopes  
Ferreira,  
Erica Mina  
Kawamura,  
Cina  
Barcelos  
Pontes,  
Sabrina S.  
Pinheiro  
Almeida,  
Vinícius  
Albano  
Araújo,  
Vinícius  
Rangel  
Cardoso  
Teixeira

Rev. bras.  
Zoociências  
Juiz de Fora  
V. 7 Nº 2  
Dez/2005  
p. 203-215

os paralelos 20°22'30'' e 20°30'00'' S e os meridianos de 43°32'30'' e 43°22'30'' de longitude, abrangendo toda a Serra do Itacolomi pertencente à Cadeia do Espinhaço. O parque tem uma área aproximada de 7.000 hectares apresentando como principais tipos vegetacionais florestas pluviais baixomontana e ripária, além de campos quartzíticos e ferruginosos. Desses campos ferruginosos foi originada a Caverna do Manso, de canga ferruginosa, situada a aproximadamente 3km da Fazenda do Manso. A caverna tem cerca de 64 metros de extensão e possui um conduto único (caracterizando esta cavidade como "vadosa"), que é atravessado em toda sua extensão pelo Córrego do Manso. A caverna possui também um salão principal, duas clarabóias, um sumidouro e uma ressurgência onde o córrego forma uma pequena cachoeira.

### Procedimentos

Foram realizadas três coletas diurnas nos dias 15/08, 28/08 e 06/09. A Caverna do Manso foi dividida em três setores à partir da entrada principal: (a) o setor 1, com 23,6 metros de extensão, foi delimitado da entrada principal até o final do salão principal; (b) o setor 2, com 21 metros de extensão, abarcou as duas clarabóias; (c) o setor 3, com 18,7 metros de extensão, foi até a saída da caverna, onde o córrego forma uma pequena cachoeira.

Os opiliões foram capturados manualmente, marcados em seu escudo dorsal com corretivo ortográfico branco e numerados com caneta preta (cf. SANTOS & GNASPINI, 2002). Não foram observados, durante o período de estudo, perda de marcação em quaisquer indivíduos. Os indivíduos imaturos não foram utilizados para o cálculo do tamanho populacional, uma vez que a marcação poderia ser perdida durante uma muda. Para investigar o dimorfismo sexual e as diferenças morfológicas entre os indivíduos da população, foram realizadas cinco medições diferentes para cada espécime adulto coletado: comprimento do escudo dorsal, largura do escudo dorsal, comprimento do segundo par de pernas e comprimento do fêmur do segundo par de pernas.

Uma Análise dos Componentes Principais (PCA) foi feita utilizando-se a matriz de covariância dos dados morfométricos, um procedimento usual em análise de morfologia em po-

pulações e comunidades (MANLY, 1986). Para verificar se houve dimorfismo sexual foram utilizadas quatro medidas morfológicas: comprimento do escudo dorsal, largura do escudo dorsal sem espinho, comprimento total da segunda perna e comprimento do fêmur. Nesta análise, foram considerados apenas indivíduos adultos, com comprimento de escudo dorsal maior do que 6,5 mm.

O método de Jolly foi usado para estimar o tamanho da população (FERNADEZ, 1995). Tal método considera a seguinte fórmula:  $N = n1.n2/m2$ , onde N é o tamanho da população, n1 é o número de indivíduos capturados e marcados na primeira coleta, n2 é o número total de indivíduos na segunda coleta e m2 o número de indivíduos marcados encontrados na segunda coleta. Este método considera as taxas de sobrevivência e o recrutamento entre duas visitas. Com a técnica de marcação e recaptura pôde-se analisar a migração dos opiliões nos três setores. Durante as coletas foram observados também alguns aspectos da história natural de *Goniosoma* sp., tais como o cuidado maternal, o comportamento gregário e defensivo. Sempre que a uma fêmea foi encontrada cuidando da prole, quantificou-se o número de ovos na desova. No caso de agregações, contou-se o número de indivíduos e o sexo dos mesmos em cada grupo.

## RESULTADOS

Foram coletados ao todo 167 indivíduos de *Goniosoma* sp., sendo 78 fêmeas, 69 machos e 20 indivíduos jovens. A razão sexual operacional, portanto, não diferiu de 1:1 ( $\chi^2 = 0,551$ ; g.l.= 1;  $p = 0,458$ ). O tamanho da população foi estimado em 162 indivíduos. O tamanho populacional encontrado aproxima-se bastante do valor total encontrado nas três coletas, 167 indivíduos.

No setor 1, foram coletados 103 indivíduos (62%). Destes, 16 indivíduos permaneceram no setor 1 e somente um migrou para o setor 2. No setor 2, coletou-se 50 indivíduos (30%), sendo que 29 foram recapturados: 19 migraram para o setor 1, 9 permaneceram no setor 2 e somente 1 migrou para o setor 3. No setor 3, foram coletados 14 indivíduos (8%), todos foram recapturados e migraram para os setores 1 e 2.

Rodrigo  
Lopes  
Ferreira,  
Erica Mina  
Kawamura,  
Cina  
Barcelos  
Pontes,  
Sabrina S.  
Pinheiro  
Almeida,  
Vinicius  
Albano  
Araújo,  
Vinicius  
Rangel  
Cardoso  
Teixeira

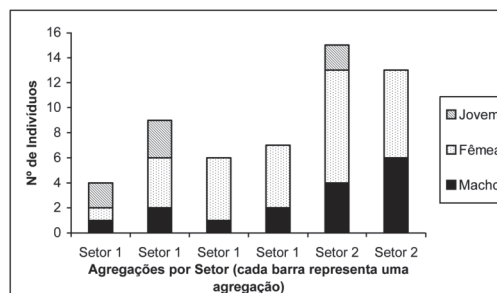
Rev. bras.  
Zoociências  
Juiz de Fora  
V. 7 Nº 2  
Dez/2005  
p. 203-215

Observou-se cuidado parental por parte das fêmeas, visto que durante as três coletas as fêmeas estiveram junto de seus ovos ou ninfas. Na primeira coleta foram encontradas cinco fêmeas cuidando de ovos. Na segunda coleta foi encontrada uma fêmea cuidando de ovos (recapturada) e na terceira foi encontrada uma fêmea junto às suas 61 ninfas recém eclodidas (Tab. 1).

**Tabela 1.** Relação de fêmeas guardando ovos encontradas nos diferentes setores.

Fêmea	Ovos	Setor
1	76	1
2	74	2
3	49	2
4	67	1
5	73	1

Observou-se seis agregações de *Goniosoma* sp. durante o trabalho de campo. Na primeira coleta foram encontradas três agregações no setor 1, com quatro, seis e nove indivíduos. Na segunda coleta foi observada somente uma agregação no setor 2, formada por treze indivíduos. Na terceira coleta foi encontrada uma agregação no setor 1, com cinco indivíduos, e no setor 2, outra com 15 indivíduos. Em todas as agregações encontradas, observou-se o predomínio de fêmeas, representando 64,4% dos indivíduos agregados (Fig.1). Metade das agregações observadas não apresentavam indivíduos imaturos.

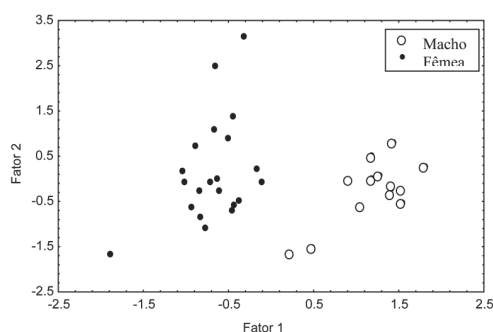


**Figura 1.** Relação total de indivíduos agregados

Duas estratégias distintas de defesa foram observadas em *Goniosoma* sp.: (a) o comportamento mais comum foi a fuga, na qual os indivíduos, quando perturbados, abandonavam correndo o local onde estavam ou se jogavam das paredes da caverna; (b) a segunda estratégia defensiva consistiu na liberação de substâncias repugnantes, o que ocorreu prin-

principalmente durante a manipulação dos indivíduos. O líquido era liberado diretamente sobre o “agressor” sob a forma de um *spray*, podendo também ser eliminado na forma de pequenas gotas que permaneciam na superfície do corpo dos opiliões. Em geral, a primeira descarga consistiu de um líquido transparente mas, se a perturbação persistisse, um segundo líquido amarelado era adicionado, dando à mistura um odor forte. Em contato com a pele humana, as substâncias defensivas de *Goniosoma* sp. promovem o aparecimento de manchas avermelhadas.

O procedimento de análise de componentes principais (PCA) reduziu as quatro medidas morfológicas em dois eixos (Fig. 2). O primeiro eixo está correlacionado positivamente com as variáveis comprimento da segunda perna e de seu fêmur e explica 58% das variações ocorridas entre os indivíduos. O segundo eixo está correlacionado com a largura e comprimento do escudo dorsal e explica 27% das variações. Foi constatado um dimorfismo sexual evidente com relação aos comprimentos da segunda perna e de seu fêmur (Fig. 2). Os machos possuem a segunda perna em torno de 12,6 cm de comprimento, com fêmur de aproximadamente 3,8 cm. As fêmeas possuem uma perna bem menor, com cerca de 7,9 cm e fêmur de 2,5 cm. Já as médias da largura e comprimento do escudo dorsal foram muito próximas para os dois sexos.



Medidas Morfométricas	Fator 1	Fator 2
Comp.Escudo dorsal	0.488494	-0.767871
Comp.2ª. Perna	0.886892	0.397908
Comp.Fêmur	0.884884	0.391859
Expl.Var	2.323921	1.105765
Prp.Totl	0.580980	0.276441

**Figura 2.** Análise do Componente Principal (PCA) das medidas morfológicas para análise do dimorfismo sexual.

Os opiliões saem regularmente ao anoitecer para se alimentar e retornam ao amanhecer, o que os caracteriza como troglóxenos. Ao saírem, eles sobem pelas paredes rochosas, árvores e cipós próximos à entrada.

## DISCUSSÃO

Embora a sub-família Gonyleptinae represente uma das maiores sub-famílias de Gonyleptidae (PINTO-DA-ROCHA, 1999), existem relativamente poucos estudos acerca da ecologia e comportamento de seus representantes (PEREIRA *et al.*, 2004).

O tamanho populacional encontrado para *Goniosoma* sp. é relativamente similar aos encontrados para outras espécies de opiliões cavernícolas: o troglóbio *P. strinatii*, com população estimada entre 164 e 236 indivíduos na gruta Areias de Cima, São Paulo (PINTO-DA-ROCHA, 1993); o troglófilo *Daguerreia inermis* Soares & Soares 1947, com população estimada entre 158 a 610 indivíduos na gruta Lancinha, Paraná (PINTO-DA-ROCHA, 1996a), o troglóxeno *Goniosoma* sp. com populações estimadas entre 27 e 509 indivíduos em quatro cavernas no município de Pains, Minas Gerais (MACHADO *et al.*, 2003) e o troglóxeno *Goniosoma spelaeum* com populações estimadas entre 6 e 246 indivíduos em seis cavernas em São Paulo (GNASPINI, 1996).

Migração provavelmente é um evento raro nas populações de *Goniosoma* sp. (GNASPINI, 1996). Foi observado somente a migração entre os setores da própria caverna, sendo constatado maior concentração de indivíduos próximo à entrada da caverna (setor 1), e próximo às duas clarabóias localizadas no setor 2. A última entrada da caverna (presente no setor 3) corresponde à ressurgência do riacho hipógeo, que abre-se em um paredão abrupto onde o próprio riacho conforma uma alta cachoeira. A vegetação neste ponto é escassa, donde supõe-se que as presas para *Goniosoma* sp. sejam pouco abundantes. Desta forma, embora exista esta entrada, poucos indivíduos foram encontrados associados ao setor 3. A distribuição próxima à entradas é uma característica de opiliões troglóxenos, como já relatado para *G. spelaeum*, *G. badium*, *G. longipes* e *Goniosoma* sp. (PINTO-DA-ROCHA, 1993; GNASPINI, 1996; MACHADO *et al.*, 2003). Tal proximidade re-



duz a distância a ser percorrida no interior das cavernas pelo opiliões durante o forrageamento, que ocorre no meio externo.

A agregação é um comportamento comum de muitos opiliões (COCKRERILL, 1988; CODDINGTON *et al.*, 1990; MACHADO *et al.* 2002; WILLEMART & GNASPINI, 2004b). Várias espécies de *Goniosoma* podem formar agregações, como é o caso da espécie estudada. De acordo com HOLMBERG *et al.* (1984), este comportamento pode ser interpretado por diferentes hipóteses. A primeira hipótese é a de seleção do habitat, cada indivíduo escolhe um lugar com baixa luminosidade, reduzindo o risco de desidratação. Além disso o mesmo autor coloca que a formação de agregações está relacionada com a defesa contra predadores, por ação do líquido repugnante, secretado concomitantemente por todos os indivíduos da agregação (HOLMBERG *et al.*, 1983). Finalmente, as agregações poderão diminuir a predação individual por efeito de diluição (MACHADO & VASCONCELOS, 1998). Para *Goniosoma* sp. as agregações parecem ser mais relatadas para seleção do microhabitat, uma vez que sempre foram observadas próximas à entrada, já que as condições climáticas são mais variáveis (especialmente umidade). Dentro das cavernas onde a umidade é alta e não existe luz, os indivíduos não precisam da agregação, pois o ambiente é mais estável. Então, a predação aparentemente não tem uma forte influencia no comportamento de agregação na espécie, como observado por Machado e colaboradores (2003) com uma espécie deste gênero residente em cavernas do município de Pains (MG). WILLEMART & GNASPINI (2004b) observaram uma correlação negativa entre a atividade reprodutiva e a formação de agregações para a espécie *G. albiscriptum*. Tais autores sugeriram que tal relação pode advir de uma certa intolerância para com co-específicos durante os períodos reprodutivos. Na espécie de *Goniosoma* tratada neste estudo tal relação parece não ser intensa, uma vez que foram observadas agregações durante o período reprodutivo (determinado pela presença de fêmeas cuidando dos ovos).

O cuidado parental tem sido exibido por várias espécies de opiliões (MORA, 1990; GNASPINI, 1995; MACHADO *et al.*, 1998; MACHADO & OLIVEIRA, 1998; MACHADO, 2002; MACHADO & RAIMUNDO, 2001; MACHADO & OLIVEIRA,

Rodrigo  
Lopes  
Ferreira,  
Erica Mina  
Kawamura,  
Cina  
Barcelos  
Pontes,  
Sabrina S.  
Pinheiro  
Almeida,  
Vinícius  
Albano  
Araújo,  
Vinícius  
Rangel  
Cardoso  
Teixeira

Rev. bras.  
Zoociências  
Juiz de Fora  
V. 7 Nº 2  
Dez/2005  
p. 203-215

2002; MACHADO *et.al.*, 2003; HARA *et al.*, 2003). Este comportamento parece estar relacionado à proteção dos ovos contra predação ou ataque dos fungos (MORA 1990). Machado & oliveira (2002) demonstraram experimentalmente que para a espécie *Bourguyia albiornata* a remoção das fêmeas (e consequente exposição dos ovos) leva a uma sobrevivência de apenas 7% dos ovos após duas semanas, na ausência de cuidados parentais. A proteção dos ovos, observada por fêmeas da espécie estudada, pode estar relacionada à manutenção da integridade destes, evitando principalmente a predação.

A razão sexual aproxima-se daquela encontrada para outras espécies, como *Goniosoma* sp. presente em cavernas do município de Pains (razão sexual 1:1 – MACHADO *et al.*, 2003).

Os opiliões podem exibir várias estratégias de defesa quando perturbados (DUFFIELD *et al.*, 1981; HOLMBERG, 1983; ACOSTA *et al.*, 1993; GNASPINI & CAVALHEIRO, 1998). O líquido repugnante pode ser usado por muitos opiliões tanto para repelir predadores (DUFFIELD *et al.*, 1981) ou evitar o estabelecimento de microorganismos que podem ser parasitas, como as bactérias ou fungos (COKENDOLPHER, 1987). Além disso, Machado e colaboradores (2002), demonstraram que a secreção das glândulas repugnantes tem efeito de “alarme” para a espécie *Goniosoma aff. proximum*. Tais autores mencionam que a resposta de alarme químico em opiliões gregários provavelmente evoluiu como um produto da reação primária de defesa destes organismos na tentativa de evitar predadores. O uso real da secreção repugnante por *Goniosoma* sp. é, entretanto, ainda desconhecido, necessitando de futuros estudos.

A análise de PCA permitiu a constatação da existência de dimorfismo sexual entre os indivíduos estudados. Embora espécies do gênero *Goniosoma* apresentem dimorfismo sexual (presença do espinho coxal desenvolvido nos machos), este caráter é dificilmente visto à distância. A descoberta de um segundo caráter de dimorfismo (alongamento do segundo par de pernas nos machos) é útil, pois permite a diferenciação de machos e fêmeas desta espécie à distância, contribuindo para o conhecimento da espécie e novos estudos.

Um fato que merece destaque é a aparente independência da litologia (rocha encaixante onde insere-se a caverna) sobre a ecologia da espécie. Muitos aspectos da biologia

populacional e mesmo comportamento da espécie aqui estudada é semelhante ao de outras espécies presentes em cavernas calcárias e graníticas, como já citado anteriormente. Desta forma, aparentemente, o comportamento das espécies de opiliões do gênero *Goniosoma* independe do tipo de rocha que conforma a cavidade.

A espécie *Goniosoma* sp. é extremamente importante para o sistema em questão, uma vez que atua junto às comunidades cavernícolas e as presentes no ambiente externo. Da mesma forma que as demais espécies troglóxenas, ela representa provavelmente uma ligação entre estes dois ecossistemas. Ela age como predador no ambiente epígeo e contribui com matéria e energia para o interior da caverna ao servirem de presas para outros organismos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Flávio Cerqueira Gomes, que pelos estudos preliminares feitos na caverna pôde nos auxiliar na elaboração inicial do trabalho. Ao Ronan Caldeira Costa e à Gretynelle Rodrigues Bahia que auxiliaram nos trabalhos de campo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA L.E.; T.I. PORETTI & P.E. MASCARELLI. 1993. The defensive secretions of *Pachyloidellus goliath* (Opiliones, Laniatores, Gonyleptidae). **Bonnens Zoologische Beiträge**, **44**: 19-31.
- AULER A., E. RUBBIOLI & R. BRANDI. 2001. **As grandes cavernas do Brasil**. Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 227p.
- BARR, T. C. & R. A. KUEHNE. 1971. Ecological studies in the Mammoth Cave ecosystems of Kentucky. II. The ecosystem. **Ann. Spéléol.** 26: 47-96
- BARR T.C. & J.R. HOLSINGER. 1985. Speciation in caves faunas. **Annual Review of Ecology and Systematics**. **16**: 313-337.
- COCKERILL J.J. 1988. Notes on aggregations of *Leiobunum* (Opiliones) in the southern U.S.A. **Journal of Arachnology**, **16**: 123-126.
- CODDINGTON J.; M. HORNER & E.A. SODERSTRON. 1990. Mass aggregations in tropical harvestman (Opiliones, Gagrellidae: *Prionostema* sp.). **Revue Arachnologique**, **8**: 213-219.
- COKENDOLPHER J.C. 1987. Observations on the defensive behaviors of a Neotropical Gonyleptidae (Arachnida: Opiliones). **Revue Arachnologique**, **7**: 59-63
- DUFFIELD R.M.; OLUBAJO O.; WHEELER J.W. & W.A. SHEAR. 1981. Alkylphenols in the defensive secretion of the Nearctic opilionid, *Stygnomma spinifera* (Arachnida: Opiliones). **Journal of Chemical Ecology**, **7**: 59-63
- EDGAR A.L. 1971. Studies on the biology and ecology of Michigan Phalangida

Rodrigo  
Lopes  
Ferreira,  
Erica Mina  
Kawamura,  
Cina  
Barcelos  
Pontes,  
Sabrina S.  
Pinheiro  
Almeida,  
Vinícius  
Albano  
Araújo,  
Vinícius  
Rangel  
Cardoso  
Teixeira

Rev. bras.  
Zoociências  
Juiz de Fora  
V. 7 Nº 2  
Dez/2005  
p. 203-215

- (Opiliones). **Miscellaneous Publications Museum of Zoology University of Michigan**, 144: 1-64
- EDGAR A.L. 1990. Opiliones (Phalangida) pp.529-581. In: Dindal D.L., Edit. **Soil Biology guide**. New York: John Wiley & Sons 635p.
- FERNANDEZ, F.A.S. 1995. Métodos para estimativas de parâmetros populacionais por captura, marcação e recaptura. **Oecologia Brasiliensis**, 1(2): 1-26
- GILBERT, J.; D.L. DANIELPOL & J. A. STANFORD. 1994. **Groundwater ecology**. San Diego, CA.
- GNASPINI P. 1995. Reproduction and postembryonic development of *Goniosoma spelaeum*, a cavernicolous harvestman from southeastern Brazil (Arachnida: Opiliones: Gonyleptidae). **Invertebrate Reproduction and Development**, 28: 137-151.
- GNASPINI P. 1996. Population ecology of *Goniosoma spelaeum*, a cavernicolous harvestman from south-eastern Brazil (Arachnida: Opiliones: Gonyleptidae). **Journal of Zoology**, 239: 417-435.
- GNASPINI P. & A.J. CAVALHEIRO. 1998. Chemical and behavioral defenses of a Neotropical cavernicolous harvestman: *Goniosoma spelaeum* (Opiliones, Laniatores, Gonyleptidae).
- HARA M.R.; P. GANSPINI & G. MACHADO. 2003. Male egg guarding behavior in the Neotropical harvestman *Ampheres leucopheus* (Mello-Leitão 1922)(Opiliones, Gonyleptidae). **Journal of Arachnology**, 31: 441-444.
- HOLMBERG R.G. 1983. The sent glands of Opiliones: a review of their function. **Proceedings of the V Congress International of Arachnology** 1983, pp. 131-133.
- HOLMBERG R.G. N.P.D. ANGERILLI & J.L. LACASSE. 1984. Overwintering aggregation of *Leiobunum paessleri* in caves and mines (Arachnida, Opiliones). **Journal of Arachnology**, 12: 195-204.
- HOLSINGER, R. & D. C. CULVER. 1988. The invertebrate cave fauna of Virginia and a part of eastern Tennessee: zoogeography and ecology. **Brimleyana** 14: 1-162
- MACHADO G. 2002. Maternal care, defensive behavior, and sociality in Neotropical *Goniosoma* harvestman (Arachnida: Opiliones). **Ins. Soc.** 49: 388-393.
- MACHADO G. & P.S. OLIVEIRA. 1998. Reproductive biology of the Neotropical harvestman *Goniosoma longipes* (Arachnida: Opiliones: Gonyleptidae): mating and oviposition behavior, brood mortality, and parental care. **J. Zool.** 246: 359-367.
- MACHADO G. & C.H.F. VASCONCELOS. 1998. Multi-species aggregations in Neotropical harvestman (Opiliones: Gonyleptidae). **Journal of Arachnology**, 26: 389-391.
- MACHADO G.; R.L.G. RAIMUNDO & P.S. OLIVEIRA. 2000. Daily activity schedule, gregariousness and defensive behavior in the Neotropical harvestman *Goniosoma longipes* (Opiliones: Gonyleptidae). **Journal of Natural History**, 34: 587-596.
- MACHADO G. & R.L.G. RAIMUNDO. 2001. Parental investment and the evolution of subsocial behavior in harvestman (Arachnida: Opiliones). **Ethol. Ecol. Evol.** 13: 133-150.
- MACHADO, G. 2002. Maternal care, defensive behavior, and sociality in neotropical *Goniosoma* harvestman (Arachnida: Opiliones). **Ins. Soc.** 49:388-393.
- MACHADO G.; V. BONATO & P.S. OLIVEIRA. 2002. Alarm communication: a

- new function for the scent-gland secretion in harvestman (Arachnida: Opiliones). **Naturwissenschaften**, 89(8): 357-360.
- MACHADO G.; A.A. GIARETTA & R. PINTO-DA-ROCHA. 2002. Notes on the taxonomy and biology of the neotropical harvestman *Goniosoma catarina* sp.n. (Opiliones: Gonyleptidae). **Rev. Ibérica Arachnol.** 4:17-22.
- MACHADO G. & P.S. OLIVEIRA. 2002. Maternal care in the neotropical harvestman *Bourguyia albiornata* (Arachnida: Opiliones): oviposition site selection and egg protection. **J. Zool.** 246: 359-367.
- MACHADO, S.F.; R.L. FERREIRA & R.P. MARTINS. 2003. Aspects of the population ecology of *Goniosoma* sp. (Arachnida Opiliones Gonyleptidae) in limestone caves in southeastern Brazil. **Trop. Zool.**, 16: 13-31
- MANLY B.F.J. 1986. **Multivariate statistical methods: a primer**. Britain.
- MORA G. 1990. Parental care in a Neotropical harvestman, *Zygopachylus albomarginis* (Arachnida: Gonyleptidae). **Animal Behaviour**, 39: 582-593.
- PEREIRA, W.; A. ELPINO-CAMPOS; K. DEL-CLARO & G. MACHADO. 2004. Behavioral repertory of the Neotropical harvestman *Ilhaia cuspidata* (Opiliones, Gonyleptidae). **Journal of Arachnology**, 31:22-30.
- PINTO-DA-ROCHA R. 1993. Invertebrados cavernícolas da porção meridional da Província Espeleológica do Vale do Ribeira, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 10: 229-255
- PINTO-DA-ROCHA R. 1995. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907-1994). **Papéis Avulsos da Zoologia. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo**, 39 (6): 61-173.
- PINTO-DA-ROCHA R. 1996(a). Description of the male of *Daguerreia inermis* Soares & Soares, with biological notes on population size in the gruta da Lancinha, Paraná, Brazil (Arachnida: Opiliones: Gonyleptidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 3 (4): 833-842.
- PINTO-DA-ROCHA R. 1996(b). *Iandumoema uai*, a new genus and species of troglotic harvestman from Brazil (Arachnida: Opiliones: Gonyleptidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 13 (4): 843-848.
- PINTO-DA-ROCHA R. 1999. Opiliones. Pp.35-44. **In Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Invertebrados Terrestres**. Vol. 5.(C.F.R. Brandão & E.M. Cancellato Eds.). FAPESP, São Paulo.
- POULSON, T. L. & W. B. WHITE. 1969. The cave environment. **Science** 165: 971
- RHEIMS, C. A. & PELLEGATTI-FRANCO, F. 2003. Invertebrados terrestres de cavernas da área cárstica de São Domingos, nordeste de Goiás. **O Carste**, 15(4):132-137.
- SANTOS, F.H. & P. GNASPINI. 2002. Notes on the foraging behavior of the Brazilian cave harvestman *Goniosoma spelaum* (Opiliones: Gonyleptidae). **J. Arachnol.** 30:177-180.
- WILLEMART, R.H. & P. GNASPINI. 2004(a). Breeding biology of the cavernicolous harvestman *Goniosoma albiscriptum* (Arachnida, Opiliones, Laniatores): sites of oviposition, egg-batches characteristics and subsocial behavior. **Invert. Reprod. Dev.** 45:15-28.
- WILLEMART, R.H. & P. GNASPINI. 2004(b). Spatial distribution, mobility, gregariousness, and defensive behaviour in a Brazilian cave harvestman *Goniosoma albiscriptum* (Arachnida, Opiliones, Gonyleptidae). **Animal Biology** 54(3):221-235.

Rodrigo  
Lopes  
Ferreira,  
Erica Mina  
Kawamura,  
Gina  
Barcelos  
Pontes,  
Sabrina S.  
Pinheiro  
Almeida,  
Vinícius  
Albano  
Araújo,  
Vinícius  
Rangel  
Cardoso  
Teixeira

Recebido: 25/11/04  
Aceito: 31/05/05

Rev. bras.  
Zoociências  
Juiz de Fora  
V. 7 Nº 2  
Dez/2005  
p. 203-215

