



Universidade Federal de São Paulo  
Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e  
Farmacêuticas  
Campus Diadema



Norton Felipe dos Santos Silva

**Pistas usadas na navegação no opilião *Heteromitobates discolor* (Arachnida, Opiliones)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, Campus de Diadema, UNIFESP, para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Evolução.

DIADEMA – SP

2015



Universidade Federal de São Paulo  
Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e  
Farmacêuticas  
Campus Diadema



Norton Felipe dos Santos Silva

Rodrigo Hirata Willemart

**Pistas usadas na navegação no opilião *Heteromitobates discolor* (Arachnida, Opiliones)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, Campus de Diadema, UNIFESP, para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Evolução.

DIADEMA – SP

2015

## **Dedicatória**

Dedico o meu mestrado ao meu orientador e a minha mãe:

Ao meu orientador Rodrigo Hirata Willemart por todo o incentivo e apoio durante o desenvolvimento desse estudo. Ele foi uma das pessoas que mais ficou feliz pelos resultados aqui alcançados.

A minha mãe Hilda dos Santos Silva por todo o cuidado para fazer a minha vida melhor. Ela é a pessoa que mais fica feliz por saber que a cada dia que passa o seu filho aprende algo novo.

## **Epígrafe**

### **Música: Funk do opilião**

Ele sobe, ele desce

Ele anda engraçado

Um bicho interessante

Aracnídeo delicado

Tem quelícera, pedipalpo

E oito perninhas

Forrageia mais a noite

Mas alguns durante o dia

Prefere regiões

Com muita humidade

Tronco, folhiço ou rocha

Vive na tranquilidade

Forma agregado

Em algumas famílias

Come de tudo

Isso é onivoria

Sua defesa é um tanto

Um tanto interessante

Solta a sua perna

Ou cheiro repugnante

E na reprodução

Não tem conversa

O pênis vai a dentro

É transferência direta

Se você não o conhece

Eu vou te apresentar

É o opilião

O bicho é bom de estudar

Refrão

Opili 5x

Opilião

Machos e fêmea cuidam dos ovos

Isso é adaptação

Opili 5x

Opilião

Eu estudo o bichinho

Porque o bicho é bom

## **Agradecimentos**

Agradeço ao meu professor, orientador e amigo Rodrigo Hirata Willemart por ter me orientado durante o mestrado e também por ter despertado o meu interesse em comportamento animal durante a disciplina de Ecologia de LCN-USP. Agradeço pela “ENORME” paciência, criatividade e sabedoria ao me conduzir durante todo o trabalho. Agradeço por ser um exemplo de pessoa a ser seguida.

Agradeço a minha família por sempre terem me apoiado a continuar os estudos. Em especial minha mãe Hilda dos Santos Silva, meu pai José Lourenço da Silva. Agradeço a minha mãe por me ajudar de todas as formas possíveis para que as coisas caminhassem e para que nada atrapalhasse meus estudos. Sou eternamente grato a senhora, e te amo e respeito muito. Ao meu irmão Maikon Miller dos Santos Silva que sempre me apoiou nos estudos, me escutou falando dos meus pensamentos sobre ciência e comportamento. Por toda a paciência em aguentar um irmão mal-humorado por causa dos estudos e que furava em todos as saídas para festas, baladas ou caminhadas no parque.

Agradeço ao meu amigo e companheiro de campo e laboratório (LESCA) Guilherme Ferreira Pagoti. Por sua ajuda em todo o meu trabalho de campo, seu companheirismo, amizade. Sua ajuda foi essencial para a eficiência da coleta de dados deste trabalho. Pelas músicas que cantamos no caminho e no campo. Pelo dia que trabalhamos 13 horas sob a chuva e por sair correndo quando percebeu que a tromba d’água estava chegando!

Agradeço a Nathália da Silva Fernandes, minha amiga e companheira de campo e laboratório (LESCA). Por sua ajuda em grande parte do meu trabalho de campo, pelo companheirismo e amizade. Sua ajuda também foi essencial para a eficiência dos trabalhos de campo. Agradeço por sempre me incentivar a não desistir ou desanimar da vida acadêmica. Agradeço também por me apresentar algumas músicas do Chico Buarque!

Agradeço a Thaiany Miranda Costa, minha amiga e companheira de laboratório. Por ser amiga, conselheira e revisora particular dos meus trabalhos! rs Sou grato pela amizade e por sempre me incentivar e desejar o meu bem.

Agradeço a Gabriela Aramaqui, minha amiga e companheira de muitas risadas. Agradeço pela amizade, conselhos e paciência com um amigo enrolado como eu. Agradeço por ela ter me citado nos agradecimentos dela dizendo que sou o amigo mais enrolado que ela conhece, fica registrado!

Agradeço aos meus amigos do Laboratório de Ecologia Sensorial e Comportamento de Artrópodes (LESCA). Ao Gabriel Murayama pela revisão do trabalho e amizade. Ao Júlio Segovia pela puta revisão do trabalho e amizade. A Jéssica Moraes Dias pela amizade e revisão do trabalho. Ao Avatar pela revisão do trabalho e amizade.

Agradeço ao Dr Marcos Hara meu professor, amigo e companheiro de trabalho. Agradeço também por ele ter participado como membro da banca de qualificação e por ter dados sugestões para a melhoria do trabalho. E por fim, pela grande ajuda na construção do mapa usando um programa que eu não sabia usar.

Agradeço ao meu amigo Afrânio Maia pela revisão do trabalho e por me ajudar a numerar as páginas pois eu já não aguentava mais tentar acertar as regras de numeração. Agradeço também a amizade e pelas trocas de links e documentos sobre ciência.

Agradeço as irmãs Crises: Cristiana Felix Cavalcante e Cristiane Feliz Cavalcanti e a amiga delas e agora minha amiga Eliane Moreia Eleutério. Pela amizade, companheirismo, bolos da mamãe e pela grande ajuda no campo.

Agradeço aos amigos Jeferson Tiago (IF-USP) e Mariana Franco (FFLCH-USP) pela amizade e ajuda no campo. E mesmo sendo de área bem diferentes ficaram por horas discutindo comigo sobre as hipóteses do trabalho.

Agradeço ao Júlio Francisco pela amizade, pela janta servida com “taioba” e ajuda no campo. E por ter aguentado ir a campo ouvindo música ruim! rs

Um especial agradecimento aos meus amigos. Em especial Luciana Vieira que foi companheira de biblioteca durante todo o mestrado. José Rodrigues Neto pela amizade e paciência, Zaqueu, Amanda Hora e Reginaldo Benny pela amizade e companheirismo

Agradeço ao professor Fernando Carbaio pelas dicas sobre campo e sobre organização no mestrado.

Agradeço ao meu amigo Vitor Vital pela amizade e companheirismo.

Agradeço a Lye Otani por participar como membro da banda de qualificação do mestrado e pelas sugestões no trabalho.

Um agradecimento especial aos funcionários do Núcleo Picinguaba do Parque Estadual da Serra do Mar por toda ajuda na logística do trabalho. Principalmente Eliana, Caroline, José, Jesus, Roberto e Lucia.

Agradeço aos criadores do WhatsApp, Gmail, Facebook e Telegram pois esses programas ajudam a nos manter próximos de quem queremos ou necessitamos, devido à distância física que nos impede. Graças a eles trocamos versões da dissertação, fotos, tabelas etc.

Agradeço pelos conselhos e aulas dos professores da Unifesp. Em especial Cinthia Brasileiro, Décio Semensatto, José Carvalho, Marcelo Rossi, Cristiano Schwertner, Fábio Raposo, Marielle Schnneider e Samantha Koheler.

Agradeço a CAPES pela bolsa Demanda Social Concedida a mim.

Agradeço ao financiamento da FAPESP (2010/00915-0) concedida ao Dr Rodrigo Hirata Willemart.

## **Sumário**

Introdução geral	8
Referências bibliográficas	9
Resumo	11
Abstract	12
Introdução	13
Material e Métodos	15
Resultados	22
Discussão	25
Referências	28
Tabela 1	37
Tabela 2	38
Tabela apêndice	39
Apêndice 1	40



## Introdução Geral

Opiliões pertencem a classe dos aracnídeos e são conhecidas aproximadamente 6500 espécies (Kury et al. 2014). São geralmente noturnos, e durante o período diurno se abrigam em árvores, troncos caídos, serapilheira e abrigos rochosos. Ao anoitecer, muitas espécies saem para forragear, e durante essa atividade eles costumam afastar-se a vários metros de seus abrigos diurnos. Sua alimentação é baseada principalmente em pequenos invertebrados vivos ou mortos, matéria vegetal ou fungos (Acosta & Machado 2007). Opiliões podem apresentar cuidado parental dos ovos ou ninfas recém eclodidas. Em muitos casos as fêmeas permanecem cuidando da prole por períodos de até 64 dias sem abandonar os ovos (Machado 2002, Machado & Macías-Ordóñez 2007). Os locais escolhidos como sítio de oviposição em geral são muito úmidos e geralmente próximos a corpos d'água como rios ou cavernas (Willemart & Gnaspini 2004a; Santos 2007).

Alguns trabalhos em Opiliones demonstraram que os animais são capazes de retornar a um mesmo abrigo após terem forrageado durante todo o período noturno (Gnaspini 1996; Willemart & Gnaspini 2004b). O mesmo fenômeno foi observado em fêmeas que foram manualmente deslocadas durante o período de cuidado dos ovos ou ninfas recém-eclodidas (G Machado, NFS Silva, RH Willemart, obs. pessoal). O comportamento de retorno a um local conhecido de um animal é denominado *homing* (Papi 1992) e no caso dos opiliões os autores geralmente propõem que para realizar esse retorno os animais devem utilizar pistas químicas deixadas no substrato como forma de trilha (Bishop 1950, Mora 1990, Ramires & Giaretta 1994, Gnaspini 1996, Willemart & Gnaspini 2004a), memória espacial de uma área e/ou conhecimento da topografia local (Proud & Townsend 2008). No entanto, até o presente momento não foram realizados trabalhos testando experimentalmente quais pistas esses animais utilizam para navegar pelo ambiente.

Opiliões da espécie *Heteromitobates discolor* Soerensen 1884 (Gonyleptidae, Goniosomatinae) vivem em abrigos formados por rochas graníticas em rios e riachos das cidades de Ubatuba-SP (Machado 2002; DaSilva & Gnaspini 2009). São animais grandes, abundantes e de fácil localização. As fêmeas dessa espécie realizam cuidado maternal e não desertam voluntária da desova. Entretanto, ao serem deslocadas manualmente ou acidentalmente são capazes de retornar às suas respectivas desovas. No presente trabalho investigamos quais locais são usados como sítios de forrageamento e oviposição na espécie *H. discolor* (resumo do artigo publicado na revista *Biota Neotropica* em apêndice) e quais pistas são utilizadas para esses animais navegarem pelo ambiente.

## Referências bibliográficas

- Acosta LE, Machado G (2007) Diet and foraging. In: Pinto-da-Rocha R, Machado G, Giribet G (eds) *Harvestmen: The biology of Opiliones*, Harvard University Press, Cambridge, pp 309-338
- Bishop SC (1950) The life of a harvestman. *Nature* 43:264-267
- DaSilva MB, Gnaspini P (2009) A systematic revision of Goniosomatinae (Arachnida: Opiliones: Gonyleptidae), with a cladistic analysis and biogeographical notes. *Invertebrates Systematics* 23:530-624
- Gnaspini P (1996) Population ecology of *Goniosoma spelaeum*, a cavernicolous harvestman from south-eastern Brazil (Arachnida: Opiliones: Gonyleptidae). *The Zoological Society of London* 239:417-435
- Kury AB, Mendes AC, Souza DR (2014) World Checklist of Opiliones species (Arachnida). Part 1: Laniatores – Travunioidea and Triaenonychoidea, *Biodiversity Data Journal* 2 e4094:1-17
- Machado G (2002) Maternal care, defensive behavior, and sociality in Neotropical *Goniosoma* harvestmen (Arachnida, Opiliones). *Insectes Sociaux* 49:388-393
- Machado G, Macías-Ordóñez R (2007) Reproduction. In: Pinto-da-Rocha R, Machado G, Giribet G (eds) *Harvestmen: The biology of Opiliones*, Harvard University Press, Cambridge, pp 414-454
- Mora G (1990) Paternal care in a neotropical harvestman, *Zygopachylus albomarginis* (Arachnida, Opiliones: Gonyleptidae). *Animal Behavior* 39:582-583
- Papi F (1992) *Animal homing*. Chapman & Hall, London
- Proud DN, Townsend-Jr VR (2008) Homing ability of Harvestmen nymphs (Opiliones, Cranidae). *Living World. Journal of the Trinidad and Tobago Field Naturalists' Club* 79-80
- Ramires RN, Giaretta AA (1994) Maternal care in a neotropical harvestman, *Acutisoma proximum* (Opiliones, Gonyleptidae). *The Journal of Arachnology* 22:179-180

- Santos FH (2007) Ecology. In: Pinto-da-Rocha R, Machado G, Giribet G (eds) Harvestmen: the biology of Opiliones. Harvard University Press, Cambridge, pp 473-488
- Willemart RH, Gnaspini P (2004a) Spatial distribution, mobility, gregariousness, and defensive behavior in a Brazilian cave harvestman *Goniosoma albiscriptum* (Arachnida, Opiliones, Gonyleptidae). *Animal Biology* 54:221-235
- Willemart RH, Gnaspini P (2004b) Breeding Biology of the cavernicolous harvestman *Goniosoma albiscriptum* (Arachnida, Opiliones, Laniatores): sites of oviposition, egg batches characteristics and subsocial behavior. *Invertebrate Reproduction and Development* 45:15-28

## **Resumo**

Animais podem utilizar pistas internas ou externas para navegar de volta ao local de origem. Nós estudamos a habilidade de *homing* do opilião *Heteromitobates discolor* (Arachnida, Opiliones). Testamos a importância do (1) próprio movimento (pistas proprioceptivas), (2) da olfação (odor da própria desova e do próprio odor ao redor da desova) e (3) da visão. Nós utilizamos fêmeas cuidando de ovos motivadas a retornar às suas desovas após serem manualmente deslocadas para uma distância de 1 m de seus ovos. Nós prevemos que o *homing* seria negativamente afetado na ausência de uma ou mais dessas pistas, sendo o sucesso medido pelo retorno das fêmeas às desovas. Nós excluimos o uso de propriocepção não permitindo que as fêmeas pudessem caminhar, removemos a visão pintando seus olhos e removemos o odor retirando a desova e limpando ao redor dela. Nós conduzimos todos os experimentos em campo. Usando controles adequados, nós comparamos o sucesso de fêmeas nos distintos tratamentos. A propriocepção aumenta 3 vezes as chances de sucesso de retorno. Na ausência de propriocepção, a visão aumenta 7 vezes o sucesso de retorno. O odor da desova e ao redor dela não afeta o sucesso de retorno. Nós concluímos que pistas proprioceptivas e visuais são importantes para *homing* em *H. discolor*.

**Palavras-Chave:** *Homing*, Goniosomatinae, pista química, pista visual, pista proprioceptiva

## **Abstract**

Animals may use external or internal cues to navigate towards an original location. Here we studied the homing ability of the harvestman *Heteromitobates discolor* (Arachnida, Opiliones). We tested the importance of (1) their own movement (proprioceptive cues), (2) olfaction (own clutch and own odor surrounding the clutch) and (3) vision. We used egg-guarding females motivated to return to their clutches after being manually dislodged to a distance of 1m from the eggs. We predicted that homing would be negatively affected in the absence of one or more of these cues, the success being measured by the return of females to the clutches. We hampered proprioception by not allowing females to walk, removed vision by painting the eyes and removed the odors by removing the clutch and cleaning its surroundings. We conducted all the experiments in the field. Using adequate controls, we compared the return success of females under distinct treatments. Proprioception increases 3x the chances of a successful return. In the absence of proprioception, vision increases 7x the return success. The odor of the clutches and their surroundings did not affect the return success. We conclude that proprioceptive and visual cues are important for homing in the harvestman *H. discolor*.

**Key-Words:** Homing, Goniosomatinae, chemical cues, visual cues, proprioceptive cues

## Introdução

Os animais precisam se orientar para encontrar abrigos, buscar alimento, encontrar locais adequados para reprodução, parceiros sexuais ou a própria prole (Papi 1992). Orientação pode ser definida como movimento direcionado e ela pode ser baseada em informações internas (proprioceptivas), geradas pelos organismos, ou externas (ambientais) (Able 2000; Åkesson et al. 2014). A habilidade dos animais retornarem para seu local de origem de qualquer distância é conhecida como *homing* e muito frequentemente este retorno envolve navegar por locais não familiares (Reznikova 2007; Åkesson et al. 2014).

As modalidades sensoriais e os tipos de pistas utilizadas no *homing* variam e tanto vertebrados e invertebrados são conhecidos por se orientarem utilizando pistas visuais como o sol, luz polarizada, a luz da lua, *beacons*, *landmarks*, o padrão das estrelas ou o fluxo óptico (capacidade de medir a distância percorrida com informações visuais obtidas de campos laterais ou ventrais) (Baker 1987; Marshal 1999; Collet et al. 2001; Wehner & Müller 2006; Biro et al. 2007; Towne 2008; Muheim 2011; Wittlinger & Wolf 2013). Químicos também podem ser utilizados: alguns animais dependem de pistas olfativas para navegação, como gases atmosféricos, plumas de odor (Gagliardo et al. 2011; Gaudry et al. 2012; Svensson et al. 2014), ou trilhas químicas deixadas no substrato (Bonadonna et al. 2004; Sillam-Dussès 2010; Wyatt 2014). Dentre as informações internas, algumas espécies podem utilizar pistas proprioceptivas, que são obtidas por seus movimentos durante o deslocamento pelo ambiente (Müller & Wehner 1988; Papi 1992; Wehner 1992).

Durante a navegação, algumas espécies de animais são capazes de alternar sua estratégia de navegação na ausência de alguma pista importante (*landmark*, por exemplo) para sua orientação. Roedores e formigas podem utilizar múltiplas pistas (visuais, olfativas e proprioceptivas) e são capazes de alternar entre essas pistas (por exemplo, usar odor ou propriocepção quando privados de pistas visuais) (Maaswinkel & Whishaw 1999; Wittlinger & Wolf 2013). Em alguns casos a ausência de determinadas pistas pode diminuir as chances de um animal retornar ao seu abrigo. Aranhas que utilizam *beacons* como um pino colorido para memorizar seu abrigo ficam desorientadas se essa pista é removida ou trocada por um pino de outra cor (Hoefler & Jacob 2006; Noogard et al. 2007). Privar os animais de uma modalidade sensorial também pode afetar seu desempenho: aranhas privadas de visão e da

utilização de receptores de juntas (proprioceptores) (Seyfarth et al. 1982), amblipígio privados de quimiorreceptores (Hebets et al. 2014) e formigas privadas de integrar o trajeto através da contagem de passos durante um trajeto de forrageio (Wittlinger et al. 2006). Nesse contexto ter a capacidade usar diversas pistas para se orientar maximiza a chance de um animal retornar ao seu destino (Papi 1992).

Opiliones (Arachnida) geralmente possuem um par de olhos simples (ocelos medianos) (Shultz & Pinto-da-Rocha 2007), seus olhos parecem auxiliar na distinção de claro e escuro e muitas espécies apresentam fototaxia negativa (Pabst 1953; Shultz & Pinto-da-Rocha 2007; Willemart et al. 2009). Opiliões também podem possuir quimiorreceptores nos pedipalpos, nas pernas I e II e são capazes de detectar químicos através de olfação a curta distância ou quimiorrecepção de contato (Willemart & Chelini 2007; Willemart et al. 2009; Costa & Willemart 2013). Santos et al. (2013), demonstraram que o opilião *Discocyrtus invalidus* Piza 1932 é capaz de associar pistas químicas do ambiente com o seu abrigo, o que potencialmente pode contribuir para o *homing*. Ao caminhar, podem esfregar diversas partes do corpo (Donaldson & Grether 2007; Willemart et al. 2007; 2009; Teng et al 2012; Willemart & Hebets 2012) ou regiões específicas portadoras de glândulas (Fernandes & Willemart 2014; Murayama & Willemart 2015) no substrato. Este comportamento pode estar associado à marcação química para encontro de parceiros sexuais, marcação de território ou orientação.

Opiliões apresentam órgãos chamados *slit sensilla* que parecem estar relacionados à orientação proprioceptiva em outros aracnídeos, e talvez também tenha a mesma finalidade nos opiliões (Edgar 1963; Seyfarth et al. 1982; Shultz & Pinto-da-Rocha 2007; Willemart et al. 2009). O comportamento de *homing* já foi observado em algumas espécies de opiliões (Mora 1990; Ramires & Giaretta 1994; Gnaspini 1996; Machado et al. 2000; Willemart & Gnaspini 2004a; Grether & Donaldson 2007; Proud & Townsend-Jr 2008; Requena et al. 2009; Chelini & Machado 2012), mas não se sabe da importância de pistas internas ou externas ou qualquer outra estratégia de navegação nesse grupo.

Fêmeas do opilião *Heteromitobates discolor* Soerensen 1884 (Goniosomatinae) cuidam dos ovos e ninfas recém-eclodidas por longos períodos (20-60 dias em espécies da mesma subfamília – Machado 2002). Os sítios de oviposição normalmente estão associados a rochas ao longo de rios e riachos (Machado 2002; Willemart & Gnaspini 2004b; DaSilva & Gnaspini 2009; Silva & Willemart 2015). Experimentos realizados com representantes da

subfamília Goniosomatinae demonstram que a retirada das mães acarreta em menor sobrevivência dos ovos, devido ao aumento na taxa de predação dos mesmos (Machado & Oliveira 2002; Buzatto & Machado 2009; Requena et al. 2009; Nazareth & Machado 2010). Embora as fêmeas de *H. discolor* não desertem voluntariamente das desovas, chuvas muito fortes podem fazer com que fêmeas se afastem de sua prole (NFS Silva, GF Pagoti, obs. pessoal). O ataque de predadores de grande porte como marsupiais ou percevejos reduvídeos potencialmente também poderiam fazer as fêmeas se afastarem (ver Gnaspini 1996). Quando perturbadas, as fêmeas podem afastar-se de seus ovos caminhando ou mesmo lançar-se da rocha ao chão (Gnaspini & Cavalheiro 1998; Machado et al. 2000; Machado 2002; Willemart & Gnaspini 2004a). Em alguns casos as fêmeas podem ser possivelmente arrastadas pela correnteza, visto que sítios de oviposição muitas vezes estão sobre os rios (Silva & Willemart 2015). Contudo, as fêmeas de *H. discolor* e outras espécies de Goniosomatinae são capazes de retornar às suas desovas após algum tempo que varia entre minutos e horas (Ramires & Giaretta 1994; RH Willemart, G Machado, NFS Silva, GF Pagoti, obs. pessoal). Este retorno caracteriza um comportamento de *homing*. Sendo assim, fêmeas de *H. discolor* com desovas são excelentes modelos para o estudo de orientação espacial.

Considerando fêmeas retornando às suas desovas, testamos (1) a importância do uso do próprio movimento como pista (pistas proprioceptivas), (2) a importância do olfato (a própria desova da fêmea e o possível odor em volta dela, potencialmente deixado pela fêmea e (3) da visão. Levantamos as hipóteses de que pistas (1) proprioceptivas, (2) visuais e (3) olfativas são utilizadas pelo opilião *H. discolor* para navegação. Previmos que na ausência de uma ou mais pistas, a navegação seria negativamente afetada, sendo o sucesso medido pelo retorno das fêmeas às desovas.

## **Material e Métodos**

### **Espécie de estudo**

Fêmeas de *H. discolor* utilizam cavidades naturais graníticas, presentes em rios e riachos como sítios de oviposição. Os animais foram estudados em área de Mata Atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, município de Ubatuba, Estado de São Paulo. Coletamos os dados experimentais em quatro rios ao longo da Rodovia Oswaldo Cruz (SP-125): Rio Corisco (Casa da Farinha), Rio Cachoeira da Bacia, Rio Marimbondo (Cachoeira da Renata) e Rio Camburí (ver Silva & Willemart 2015).

### **Coleta de dados e procedimento experimental**



Realizamos 11 saídas de campo (5 dias em cada viagem aproximadamente) para coleta de dados de fevereiro a junho de 2013 e de janeiro a abril de 2014, e nossos registros e observações foram realizados entre as 8 horas às 20 horas. Encontramos as fêmeas geralmente em posição de repouso sobre as desovas (pernas flexionadas, junto ao corpo e ao substrato). Marcamos as fêmeas usadas nos experimentos com um único padrão de cor de tinta de aeromodelismo na região do fêmur das pernas III e IV, regiões não utilizadas sensorialmente de maneira ativa por opiliões. Esse é um procedimento comum em opiliões e não há evidência de que afete seu comportamento (ver Gnaspini 1996). Nós privamos as fêmeas de uma ou mais pistas sensoriais (pista visual, proprioceptiva, olfativa da desova, olfativa ao redor da desova). Coletamos os dados dos experimentos 1 e 2 em Abril, Maio e Julho de 2013. Medimos a temperatura e umidade uma vez ao dia ao meio-dia e a temperatura foi  $21,8 \pm 2,1$  (média  $\pm$  desvio padrão; máx 25,26; mín 18; n=15), e a umidade relativa foi  $92,3 \pm 3,6$  (média  $\pm$  desvio padrão). Coletamos os dados dos experimentos 3 e 4 em Fevereiro e Abril de 2014 e a temperatura foi  $28 \pm 3,2$  (média  $\pm$  desvio padrão), e a umidade relativa foi  $86,6 \pm 8,6$  (média  $\pm$  desvio padrão; máx 28,72; mín 24,1; n=5). Todos os experimentos foram realizados nos 4 rios. Dado que fêmeas retornam a qualquer horário do dia, realizamos os experimentos durante o período diurno por razões logísticas. Como espécies da subfamília Goniosomatinae retornam ao abrigo ao amanhecer (Gnaspini 1996; Machado 2002; Willemart & Gnaspini 2004a,b), a presença de luz não era uma situação muito diferente da realidade do retorno do forrageio.

### **Experimento 1. Pistas proprioceptivas**

Neste experimento testamos a hipótese de que as pistas proprioceptivas são importantes para as fêmeas de *H. discolor* retornarem às suas desovas. Nós previmos que a taxa de retorno de fêmeas privadas de pistas proprioceptivas seria afetada negativamente. Para um animal realizar integração de trajeto utilizando pistas proprioceptivas, ele necessita caminhar em um substrato qualquer para poder estimar a distância e direção para poder retornar ao local de origem (Whishaw et al. 2001; Wehner 2009). Comparamos a taxa de retorno à desova entre fêmeas que puderam caminhar ao se afastar com fêmeas que não puderam caminhar ao se afastar (ver abaixo). Para privar as fêmeas de pistas visuais como pista, cobrimos os olhos das fêmeas com uma grossa camada de esmalte preto (Ella fashion), um procedimento já realizado em aranhas (ex: Seyfarth & Barth 1972). Esse procedimento foi realizado em todos os 4 experimentos.

Testamos 60 fêmeas em três grupos: grupo experimental sem visão (N = 20) em que as fêmeas foram privadas de percepção visual com tinta esmalte preta nos olhos; grupo controle da tinta (N= 19), em que pintamos o dorso das fêmeas com tinta para controlar os efeitos da tinta; e um grupo controle interno (N= 21), em que esfregamos um pincel limpo nos olhos e no dorso das fêmeas para controlar um possível estresse induzido por esse procedimento. Nenhuma das fêmeas acima foi usada outra vez.

Após as manipulações as fêmeas foram devolvidas às suas respectivas desovas e aclimatizadas por 3 minutos dentro de um pote cilíndrico. Em seguida afastamos as fêmeas a 1 metro de distância das desovas para dentro ou fora do abrigo tocando em suas pernas com um palito de madeira (0,35 cm x 25 cm de comprimento), e as aclimatizamos novamente dentro do pote por mais três minutos. Dessa forma as fêmeas poderiam utilizar pistas proprioceptivas uma vez que tiveram contato com o substrato em que foram deslocadas. Para controlar o uso de possíveis pistas químicas presentes no substrato ou deixadas pelas fêmeas durante o trajeto em que foram afastadas, limpamos todo o substrato em que a fêmea percorreu durante o afastamento experimental com álcool 92%. Para despejar o álcool utilizamos um borrifador e esfregamos o substrato com uma esponja de lavar louça. Após esse procedimento secamos o substrato com um ventilador portátil para evitar que o cheiro do álcool pudesse alterar o comportamento das fêmeas.

Após 24 horas verificamos se houve retorno às desovas. Consideramos como retorno os casos em que as fêmeas estavam com o corpo sobre os ovos. Comparamos as fêmeas utilizadas nesse experimento (que utilizaram pistas proprioceptivas) também com outras 21 fêmeas do experimento 2 (grupo controle externo), em que as fêmeas foram privadas de pistas visuais e proprioceptivas ao serem deslocadas. Nesse grupo afastamos as fêmeas manualmente segurando-as pelo fêmur da perna II, privando-as de contato com o substrato até a distância e direção desejada. Neste procedimento buscamos impossibilitar o uso de informações proprioceptivas. Coletamos dados de 3 fêmeas de cada grupo experimental alternadamente, alternando ainda entre os experimentos 1 e 2.

## **Experimento 2. Pistas visuais**

No segundo experimento testamos a hipótese de que as pistas visuais são importantes para as fêmeas de *H. discolor* retornarem as suas desovas. Nós previmos que a taxa de retorno de fêmeas privadas de tais pistas seria afetada negativamente comparada aos devidos controles. Em todos os casos, as fêmeas não puderam utilizar pistas proprioceptivas.

Testamos 61 fêmeas em três grupos: grupo experimental sem visão (N = 21) em que as fêmeas foram privadas de percepção visual com tinta esmalte preta nos olhos; grupo controle da tinta (N= 19), em que pintamos o dorso das fêmeas com tinta para controlar os efeitos da tinta; e um grupo controle interno (N= 21), em que esfregamos um pincel limpo nos olhos e no dorso das fêmeas para controlar um possível estresse induzido por esse procedimento. Nenhuma das fêmeas acima foram usadas outra vez.

Após as manipulações as fêmeas foram devolvidas às suas respectivas desovas e aclimatizadas por 3 minutos dentro de um pote cilíndrico. Em seguida afastamos as fêmeas a 1 metro de distância das desovas para dentro ou fora do abrigo e as aclimatizamos novamente dentro do pote por mais três minutos. Afastamos as fêmeas manualmente segurando-as pelo fêmur da perna II, privando-as de contato com o substrato até a distância e direção desejada. Neste procedimento buscamos impossibilitar o uso de informações proprioceptivas.

Após 24 horas verificamos se houve retorno às desovas. Consideramos como retorno os casos em que as fêmeas estavam com o corpo sobre os ovos. Comparamos os animais utilizados nesse experimento (que não utilizaram pistas proprioceptivas) com outras 20 fêmeas do experimento 1 (grupo controle externo), em que as fêmeas podiam utilizar pistas proprioceptivas ao serem deslocadas, porém estavam sem visão.

### **Experimento 3. Pistas químicas das desovas**

No terceiro experimento testamos a hipótese de que pistas químicas da desova são importantes para as fêmeas de *H. discolor* retornarem as suas desovas. Nós previmos que a taxa de retorno de fêmeas privadas de tais pistas seria afetada negativamente comparada aos devidos controles. Em todos os casos, as fêmeas não puderam utilizar pistas proprioceptivas. Testamos pistas químicas das desovas realizando a remoção delas para testar nossa hipótese.

Testamos 59 fêmeas em três grupos: grupo experimental sem visão (N = 19) em que as fêmeas foram privadas de percepção visual com tinta esmalte preta nos olhos; grupo controle da tinta (N= 20), em que pintamos o dorso das fêmeas com tinta para controlar os efeitos da tinta; e um grupo controle interno (N= 20), em que esfregamos um pincel limpo nos olhos e no dorso das fêmeas para controlar um possível estresse induzido por esse procedimento. Nenhuma das fêmeas acima foi usada outra vez.

Após as manipulações as fêmeas foram devolvidas as suas respectivas desovas e aclimatizadas por 3 minutos dentro de um pote cilíndrico. Em seguida afastamos as fêmeas a

1 metro de distância das desovas para dentro ou fora do abrigo e as aclimatizamos novamente dentro do pote por mais três minutos. Afastamos as fêmeas manualmente segurando-as pelo fêmur da perna II, privando-as de contato com o substrato até a distância e direção desejada. Neste procedimento buscamos impossibilitar o uso de informações proprioceptivas. Em seguida, retiramos manualmente os ovos de seu local original e guardamos num frasco provisório. Limpamos o local de origem dos ovos com álcool 92% para evitar que quaisquer pistas químicas provenientes da desova pudessem servir como forma de orientação para as fêmeas. Para despejar o álcool utilizamos um borrifador de água e esfregamos o substrato com uma esponja de lavar louça. Secamos o substrato com um ventilador portátil, para evitar que o cheiro do álcool pudesse alterar o comportamento das fêmeas.

Após as 20 horas verificamos se houve retorno às desovas. Consideramos como retorno os casos em que as fêmeas estavam com o corpo sobre o local dos ovos. Comparamos os animais utilizados nesse experimento (que não utilizaram pistas proprioceptivas) com outras 21 fêmeas do experimento 2 (grupo controle externo), em que as fêmeas não podiam obter pistas visuais e proprioceptivas ao serem deslocadas, mas tinham suas respectivas desovas intactas. Coletamos dados de 3 fêmeas de cada grupo experimental alternadamente, alternando ainda entre os experimentos 3 e 4.

#### **Experimento 4. Pistas químicas ao redor das desovas**

No quarto experimento testamos a hipótese de que pistas químicas ao redor das desovas são importantes para as fêmeas de *H. discolor* retornarem as suas desovas. Nós previmos que a taxa de retorno de fêmeas privadas de tais pistas seria afetada negativamente comparada aos devidos controles. Em todos os casos, as fêmeas não puderam utilizar pistas proprioceptivas.

Testamos pistas olfativas provenientes do substrato ao redor das desovas, aqui considerado num raio de 20 cm ao redor delas. Esse perímetro foi escolhido como critério para a existência de possíveis pistas químicas deixadas ao redor das desovas pelas fêmeas de *H. discolor*.

Testamos 59 fêmeas em três grupos: grupo experimental sem visão (N = 20) em que as fêmeas foram privadas de percepção visual com tinta esmalte preta nos olhos; grupo controle da tinta (N= 19), em que pintamos o dorso das fêmeas com tinta para controlar os efeitos da tinta; e um grupo controle interno (N= 20), em que esfregamos um pincel limpo nos olhos e

no dorso das fêmeas para controlar um possível estresse induzido por esse procedimento. Nenhuma das fêmeas acima foi usada outra vez.

Após as manipulações as fêmeas foram devolvidas as suas respectivas desovas e aclimatizadas por 3 minutos dentro de um pote cilíndrico. Em seguida afastamos as fêmeas a 1 metro de distância das desovas para dentro ou fora do abrigo e as aclimatizamos novamente dentro do pote por mais três minutos. Afastamos as fêmeas manualmente segurando-as pelo fêmur da perna II, privando-as de contato com o substrato até a distância e direção desejada. Neste procedimento buscamos impossibilitar o uso de informações proprioceptivas. Em seguida, retiramos manualmente os ovos de seu local original e guardamos num frasco provisório. Limpamos o local de origem dos ovos e um perímetro de 20 cm de raio ao redor do local de origem dos ovos com álcool 92%, para evitar que quaisquer pistas químicas provenientes da desova ou ao redor delas pudessem servir como forma de orientação para as fêmeas. Para despejar o álcool utilizamos um borrifador de água e esfregamos o substrato com uma esponja de lavar louça. Secamos o substrato com um ventilador portátil, para evitar que o cheiro do álcool pudesse alterar o comportamento das fêmeas.

Após as 20 horas verificamos se houve retorno às desovas. Consideramos como retorno os casos em que as fêmeas estavam com o corpo sobre o local dos ovos. Comparamos os animais utilizados nesse experimento (que não utilizaram pistas proprioceptivas) com outras 20 fêmeas do experimento 3 (grupo controle externo), em que as fêmeas não podiam obter pistas visuais e proprioceptivas ao serem deslocadas, e também não tinham as desovas.

### **Análise dos dados**

Para avaliar o retorno das fêmeas ao local de desova seguindo pistas proprioceptivas, visuais e olfativas construímos modelos lineares mistos generalizados (glmm). Usamos os glmm's para modelar a variável resposta, proporção de fêmeas que retornaram ao local da desova. Assumimos uma resposta linear da proporção de retorno das fêmeas com uma distribuição de erro binomial e uma função de ligação logito. A proporção de retorno esperada foi modelada como uma função das variáveis manipuladas em cada um dos experimentos: propriocepção, visão, tinta no dorso, desova e cheiro ao redor. Assumimos valores de 0 e 1 para cada uma das variáveis representando sua ausência ou presença em cada um dos tratamentos. Para cada bloco de experimentos incluímos o conjunto das variáveis neles manipuladas nos modelos. Para todos os modelos a variável tempo foi incluída como variável

de efeito randômico, dado que observamos uma variação na resposta das fêmeas com o tempo, mas não estamos interessados nas diferenças do retorno ao longo do tempo.

Para avaliar a importância de cada efeito fixo em cada um dos experimentos selecionamos a estrutura de efeitos fixos e randômicos ótima, seguindo o protocolo de Zuur et al. (2009). Adotamos o procedimento de seleção da estrutura randômica, pois, embora nosso interesse seja nos efeitos fixos, o uso de uma estrutura randômica não apropriada pode afetar os valores e a qualidade das estimativas dos efeitos fixos (Zuur et al. 2009). Para todos os experimentos a melhor estrutura randômica foi encontrada quando o tempo de observação afeta apenas a inclinação da variável resposta. Uma vez selecionada a estrutura randômica, partimos para a seleção dos efeitos fixos. Comparamos o modelo completo, aquele que incluía todas as variáveis manipuladas em cada experimento, com modelos sem cada um dos efeitos fixos. Adotamos o procedimento hierárquico, começando com o modelo completo e fazendo comparações com os modelos mais simples nos quais retiramos cada um dos efeitos fixos um a um, até encontrar a melhor estrutura dos modelos. Para todos os experimentos comparamos os modelos usando o Critério de Informação de Akaike corrigido para pequenas amostras (AICc). Modelos com o menor valor de AICc foram considerados os modelos mais plausíveis e modelos com diferenças de AICc ( $\Delta AICc$ ) menores do que dois foram considerados igualmente plausíveis. Após a seleção de modelos calculamos a “Odds Ratio” para cada coeficiente do melhor modelo, a partir da exponencial de cada coeficiente estimado pelo modelo. A “Odds Ratio” representa o efeito de um estado da variável sobre o outro. Valores maiores do que um representam efeitos positivos e valores menores do que um representam efeitos negativos. Fizemos todas as análises no ambiente R (R Core Team 2014) usando o pacote *bbmle* (Bolker & R Development Core Team 2014).

### **Variáveis de efeito fixo incluídas em cada um dos experimentos**

Para cada experimento realizamos um protocolo de seleção de modelos conforme descrito acima. Como em cada experimento testamos uma determinada hipótese, incluímos um conjunto diferente de experimentos e de variáveis a serem testadas em cada um deles (Tabela 1). Para o teste da hipótese da pista propioceptiva no experimento 1 construímos modelos com propiocepção, visão e tinta no dorso como variáveis de efeito fixo. Incluímos na análise do experimento 1 o grupo experimental sem visão, grupo controle da tinta, grupo controle interno e grupo controle externo (grupo experimental sem visão do experimento 2) ao longo de todos os intervalos de tempo. Para o teste da hipótese da pista visual no experimento

2 incluímos nas análises as variáveis de efeito fixo: propriocepção, visão e tinta no dorso. Incluímos na análise do experimento 2 o grupo experimental sem visão, grupo controle da tinta, grupo controle interno e grupo controle externo (grupo experimental sem visão do experimento 1) ao longo de todos os intervalos de tempo. Para o teste da hipótese das pistas olfativas utilizando a desova no experimento 3, incluímos como efeitos fixos as variáveis: visão, tinta no dorso e desova. Incluímos na análise do experimento 3 o grupo experimental sem visão, grupo controle da tinta, grupo controle interno e grupo controle externo (grupo experimental sem visão do experimento 2) ao longo de todos os intervalos de tempo. Por fim, para testar a hipótese das pistas olfativas utilizando o cheiro ao redor da desova no experimento 4, incluímos como efeitos fixos as variáveis: visão, tinta no dorso e desova. Incluímos na análise do experimento 4 o grupo experimental sem visão, grupo controle da tinta, grupo controle interno e grupo controle externo (grupo experimental sem visão do experimento 3) ao longo de todos os intervalos de tempo.

## **Resultados**

### **Experimento 1: Contribuição de pistas proprioceptivas**

A seleção de modelos indica que propriocepção e tinta no dorso afetam o retorno da fêmea ao local da desova (Tabela 2; Tabela apêndice). Na presença da pista proprioceptiva, visão não tem importância para o retorno da fêmea. A propriocepção favorece o retorno da fêmea 3 vezes mais do que no tratamento em que retiramos a propriocepção (“Odds ratio” da propriocepção= 3,83; Figura 1). A presença da tinta no dorso tem um efeito negativo no retorno das fêmeas.

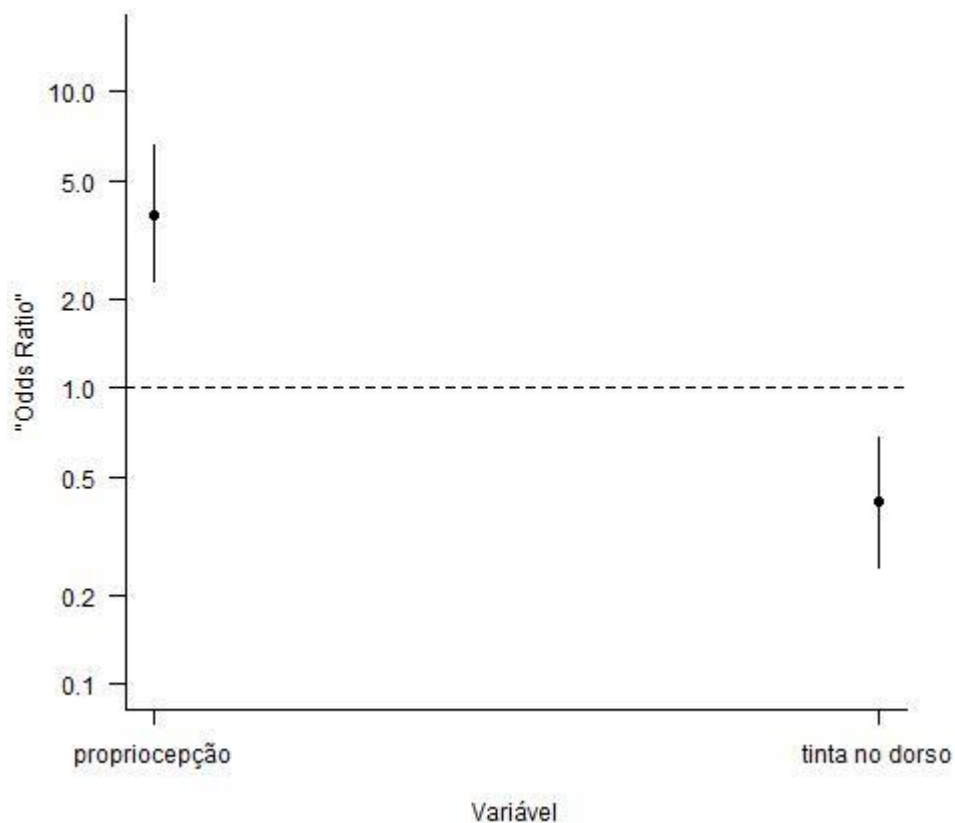


Fig 1 “Odds Ratio” ( $\pm$  Intervalo de Confiança a 95%) do retorno das fêmeas do opilião *Heteromitobates discolor* ao local da desova no experimento 1, em que testamos o uso de pistas propioceptivas. Pontos demonstram o efeito da propriocepção e da tinta no dorso segundo a seleção de modelos. A propriocepção favorece o retorno das fêmeas 3 vezes mais do que sem propriocepção e a tinta no dorso tem efeito negativo no retorno.

### Experimento 2: Contribuição de pistas visuais

A seleção de modelos indica que, na ausência de propriocepção, visão e tinta no dorso afetam o retorno da fêmea ao local da desova (Tabela 2; Tabela apêndice). Fêmeas com visão retornam 7 vezes mais do que fêmeas com tinta no olho (“Odds ratio” da visão = 7,76; Figura 2). A ausência da propriocepção e tinta no dorso têm um efeito negativo sobre o retorno das fêmeas ao local da desova.



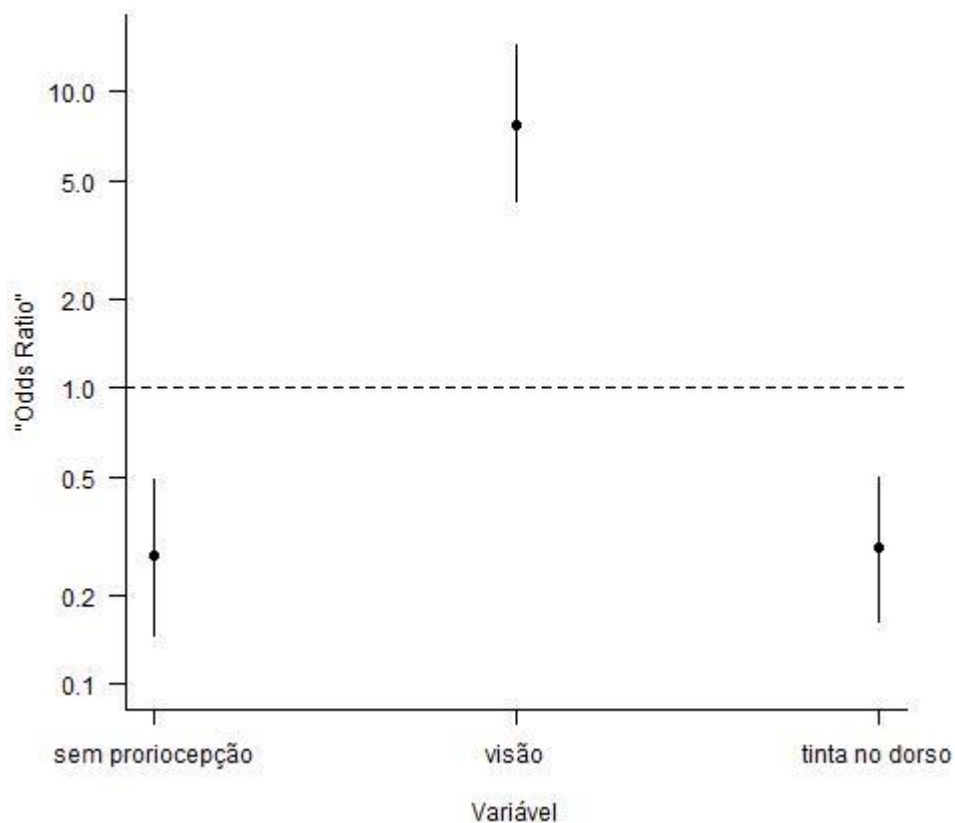


Fig 2 “Odds Ratio” ( $\pm$  Intervalo de Confiança a 95%) do retorno das fêmeas do opilião *Heteromitobates discolor* ao local da desova no experimento 2, em que testamos o uso de pistas visuais. Pontos demonstram o efeito da visão, ausência de propriocepção e tinta no dorso segundo a seleção de modelos. A visão favorece o retorno das fêmeas 7 vezes mais do que na ausência dela. A tinta no dorso e a ausência de propriocepção tem efeito negativo no retorno.

### Experimento 3: Contribuição de pistas químicas dos ovos

A seleção de modelos indica que a desova não afeta o retorno da fêmea. Não foi possível diferenciar os efeitos de visão e tinta no dorso no retorno da fêmea ao local da desova, dado que os modelos que incluem apenas visão e tinta no dorso, apenas visão e o modelo nulo tiveram diferenças de AICc menores do que 2 (Tabela 2; Tabela apêndice). Neste caso, o experimento não foi capaz de detectar o efeito das variáveis na taxa de retorno da fêmea.

#### **Experimento 4: Contribuição de pistas químicas do substrato ao redor da desova**

A seleção de modelos indica que o cheiro ao redor da desova não afeta o retorno da fêmea (Tabela 2; Tabela apêndice). O modelo selecionado é o modelo no qual todas as variáveis estão ausentes.

#### **Discussão**

Por meio de manipulações experimentais no campo, demonstramos que *H. discolor* utiliza mais de uma informação para navegar. A propriocepção é fundamental na orientação e na ausência desta, a visão também importa para esses animais retornarem as suas desovas. Esta é a primeira demonstração do uso destas modalidades para navegação nesta ordem com mais de 6500 espécies (Kury et al. 2014) que, acreditava-se que utilizavam predominantemente químicos para se orientar no ambiente (Ramires & Giaretta 1994; Gnaspini 1996; Machado et al. 2000; Willemart & Gnaspini 2004a, Grether & Donaldson 2007; Proud & Townsend-Jr 2008).

Encontramos que a propriocepção é importante para que as fêmeas desta espécie realizem *homing*. Assim, as fêmeas que puderam caminhar ao serem afastadas de suas desovas foram mais bem-sucedidas ao realizar *homing* do que as fêmeas que não tiveram acesso às pistas proprioceptivas. Esses resultados, adicionados ao fato de que nesses testes as fêmeas não contavam com pistas visuais e que as pistas olfativas não foram essenciais na navegação, sugerem que a propriocepção possui um papel fundamental na navegação. De maneira similar, nas aranhas *Cupiennius salei* (Araneae) o sucesso no *homing* é dependente da memorização idiotética de informações obtidas de proprioceptores, que uma vez destruídos resultam em baixas taxas de sucesso de retorno (Seyfarth et al. 1982). Vale destacar que observamos que o trajeto de retorno das fêmeas de *H. discolor* não foi o mesmo realizado no trajeto de saída (1 m) e muitas fêmeas foram observadas retornando aproximadamente em linha reta para a desova (NFS Silva, GF Pagoti, obs. Pessoal). O retorno em linha reta também foi verificado para algumas espécies de formigas, aranhas e escorpiões (Henschel 2002; Müller & Wehner 2010; Cheng et al. 2012; Vinnedge & Gaffin 2015). Nesses casos os animais chegam a percorrer menos da metade do caminho que percorreram durante a saída do abrigo, sugerindo que conheciam a localização de seu ninho ou abrigo (Henschel 2002; Nørgaard 2005). O uso de pistas proprioceptivas parece adequado no ambiente que as fêmeas usam como sítios para oviposição (fendas de rochas graníticas, cercadas por árvores), uma vez que esses animais forrageiam após o pôr do sol e geralmente com baixa ou nenhuma

iluminação (Silva & Willemart 2015). Isso estaria de acordo com os diversos trabalhos que demonstram a importância de pistas proprioceptivas ao menos quando animais são privados de informações externas (ex, olfativa, visual, auditiva) para se orientar (Collett & Collet 2000; Wehner & Srinivasan 2003; Cheng et al. 2012).

As pistas proprioceptivas estão sujeitas ao acúmulo de erros conforme aumenta a distância que um animal percorre, e é comum que animais recorram a outras estratégias de navegação para corrigir estes erros (Müller & Wehner 2010). Uma das estratégias mais utilizadas para ajustar o trajeto em paralelo com o uso da propriocepção é a utilização de pistas visuais como brilho das estrelas, luz polarizada, *beacons* e *landmarks* (Knaden & Wehner 2006; Graham et al. 2010; Müller & Wehner 2010). Fêmeas e juvenis de *Leucorchestris arenicola* Lawrence 1962 (Araneae) impedidas de enxergar realizaram *homing* de distâncias de até 0,5 m do abrigo usando possivelmente a propriocepção, o que não é possível para machos da mesma espécie que se deslocam para até 100 m do abrigo (Nørgaard et al. 2008). Artrópodes conhecidos por utilizar pistas proprioceptivas e visuais apresentam altas taxas de sucesso de *homing*, incluindo menor tempo de retorno aos seus destinos (Steck et al. 2009; Wolf 2011). Fêmeas impossibilitadas de usar pistas proprioceptivas, mas com visão, foram 7 vezes mais eficientes em retornar à desova do que o outro grupo sem pistas proprioceptivas e visuais (Fig. 2). Esses resultados destacam que a visão nesta espécie também pode ser considerada fundamental para o *homing*. As fêmeas do experimento 2 de pistas visuais, também demonstraram o mesmo comportamento de retorno aproximadamente em “linha reta” para a desova (NFS Silva, GF Pagoti, obs. pessoal). Não sabemos se, por meio da visão, os opiliões estão utilizando *beacons*, *landmarks* ou pistas vindas do céu como luz polarizada. *Landmarks* potencialmente detectáveis visualmente em nossos experimentos poderiam ser eventuais manchas de vegetação nas rochas, irregularidades nas rochas, o brilho da luz que reflete no rio que corre próximo ao sítio de oviposição ou o contraste entre as árvores e o céu (Warrant & Dacke 2010; Rodrigues & Oliveira 2014). *Beacons* geralmente indicam para um animal que ele está muito próximo ao seu abrigo (Hogarth et al. 2000, Hoefler & Jakob 2006). Visualmente, a desova em si em sua fase inicial de desenvolvimento (quando ainda é branca – Gnaspini 2007) poderia ser um *beacon* caso pudesse ser detectada por contraste com a rocha escura. Mas a escassez de trabalhos sobre as capacidades visuais de opiliões não nos permitem uma discussão aprofundada. Podemos descartar a possibilidade do uso de fluxo óptico, pois em animais não voadores (formigas e aranhas, por exemplo) há a necessidade de caminhar para obter tais informações visuais (Esch & Burns 1996; Wittlinger

& Wolf 2013), e nos experimentos em que testamos visão as fêmeas não puderam caminhar, ou seja, obter tais informações visuais do trajeto para guiá-las no retorno. Outros artrópodes que utilizam pistas visuais necessitam fazer reconhecimento de objetos no entorno do abrigo antes de iniciar o forrageio (Müller & Wehner 2010). Embora as fêmeas de *H. discolor* não realizem deserção, isso teoricamente não as impediria de conhecer e memorizar certas características do entorno de sua desova, uma vez que passam muito tempo paradas no sítio de oviposição.

As pistas olfativas provenientes das desovas ou o cheiro ao redor delas não tiveram efeitos positivos nas taxas de retorno das fêmeas de *H. discolor* (Fig. 3 e 4). Sabe-se que opiliões detectam químicos a poucos centímetros de distância ou por contato (Costa & Willemart 2013, por exemplo) mas ainda não sabemos se há olfação à longa distância na ordem. Em nosso trabalho, os ovos provavelmente não emitem odor detectável para serem usados como guia para o *homing*. As fêmeas ou não deixam químicos ao redor da desova raspando seu corpo no substrato ou se deixam, tais químicos também não são utilizados para o retorno das fêmeas.

A tinta no dorso afetou negativamente o *homing* das fêmeas (Experimentos 1, 2 e 4). Dados de trabalhos prévios sugerem que a tinta não debilita o animal (Gnaspini 1996; Willemart & Gnaspini 2004ab; Buzzato et al. 2007; Chelini & Machado 2012). Adicionalmente, as fêmeas de nossos experimentos com tinta nos olhos foram recapturadas cuidando de ovos após um ano depois de terem sido pintadas. Portanto, talvez a tinta tenha afetado algum receptor desconhecido presente no dorso do animal (como em escorpiões por exemplo, Zwicky 1970; Geethabali & Rao 1973; Wolken 1995), mas isso precisaria ser testado.

Este trabalho é a primeira demonstração do uso de propriocepção para navegação em aracnídeos excetuando aranhas. É também um dos raros trabalhos, ao lado dos estudos de Meyer-Rochow & Liddle (1988, 2001), que demonstraram que opiliões podem utilizar visão para algo além de detecção de claro/escuro. A espécie aqui estudada possui corpo grande (~10-15 cm de uma ponta da perna a outra), fácil localização e captura e grande abundância. Como fêmeas com desovas são altamente motivadas para retornarem a elas, esse sistema facilita a realização de estudos de *homing*. Tais características fazem de *H. discolor* um excelente modelo para estudos sobre navegação espacial.

## **Agradecimentos**

Nós agradecemos aos funcionários do Núcleo Picinguaba (Parque Estadual da Serra do Mar), especialmente à Lúcia, Cristo, Carol, José. Agradecemos também aos amigos que ajudaram no campo, particularmente Cristiana F. Cavalcanti, Cristiane F. Cavalcanti, Guilherme F. Pagoti, Jeferson Tiago, Júlio Francisco, Eliane M. Eleutério, Mariana Franco, Nathália S. Fernandes. Agradeço também a todos do Laboratório de Ecologia Sensorial e Comportamento de Artrópodes pela revisão do manuscrito. Este projeto foi suportado pela concessão de FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) 2010/00915-0 para RHW e pela bolsa CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) para NFSS.

## Referências

- Able KP (2000) The concepts and terminology of bird navigation. *Journal of Avian Biology* 32:174–83
- Åkesson S, Boström J, Liedvogel M, Muheim R (2014) Animal navigation. In: Hansson, L-A, Åkesson (eds) *Animal movements across scales*. Oxford University Press, Oxford, pp 151-178
- Benhamou S, Sauve P, Vovet P (1990) Spatial memory in large scale movements: efficiency and limitation of the egocentric coding process. *Journal of Theoretical Biology* 145:1-12
- Biro D, Freeman R, Meade J, Roberts S, Guilford TC (2007) Pigeons combine compass and landmark guidance in familiar route navigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A* 104:7471-7476
- Bonadonna F, Villafane M, Bajzak C, Jouvetin P (2004) Recognition of burrow's olfactory signature in blue petrels, *Halobaenacaerulea*: an efficient discrimination mechanism in the dark. *Animal Behaviour* 67:893-898
- Buzatto BA, Requena GS, Martins EG, Machado G (2007) Effects of maternal care on the lifetime reproductive success off females in a neotropical harvestman. *Journal of Animal Ecology* 76:937-945
- Buzatto BA, Machado G (2009) Amphisexual care in *Acutisoma proximum* (Arachnida, Opiliones), a neotropical harvestman with exclusive maternal care. *Insectes Sociaux* 56:106-108

- Chelini MC, Machado G (2012) Costs and benefits of temporary brood desertion in a Neotropical harvestman (Arachnida: Opiliones). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 66:1619–1627
- Cheng K, Middleton EJT, Wehner R (2012) Vector-based and landmark-guided navigation in desert ants of the same species inhabiting landmark-free and landmark-rich environments. *Journal of Experimental Biology* 215:3169-3174
- Collet M, Collet TS (2000) How do insects use path integration for their navigation? *Biological Cybernetics* 83:245-259
- Collet TS, Collet M, Wehner R (2001) The guidance of desert ants by extended landmarks. *Journal of Experimental Biology* 204:1635-1639
- Costa TM, Willemart RH (2013) First experimental evidence that a harvestman (Arachnida: Opiliones) detects odors of non-rotten dead prey by olfaction. *Zoologia* 30:359-361
- DaSilva MB, Gnaspini P (2009) A systematic revision of Goniosomatinae (Arachnida: Opiliones: 245 Gonyleptidae), with a cladistic analysis and biogeographical notes. *Invertebrate Systematics* 23:530-624
- Donaldson ZR, GF Grether (2007) Tradition without social learning: scent-mark-based communal roost formation in a Neotropical harvestman (*Prionostemma* sp.). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 61:801–809
- Edgar AL (1963) Proprioception in the legs of phalangids. *Biological Bulletin* 124:262-267
- Esch HE, Burns JE (1996) Distance estimation by foraging honeybees. *Journal of Experimental Biology* 199:155-162
- Fernandes NDS, Willemart RH (2014) Neotropical harvestmen (Arachnida, Opiliones) use sexually dimorphic glands to spread chemicals in the environment. *Comptes Rendus Biologies* 337:269-275

- Gagliardo A, Filannino C, Loalé P, Pecchia T, Wikelski M, Vallortigara G (2011) Olfactory lateralization in homing pigeons: a GPS study on birds released with unilateral olfactory inputs. *Journal of Experimental Biology* 214:593-598
- Gaudry Q, Nagel KI, Wilson RI (2012) Smelling on the fly: sensory cues and strategies for olfactory navigation in *Drosophila*. *Current Opinion in Neurobiology* 22:216-222
- Geethabali S, Pampapathi-Rao K (1973) A metasomatic neural photoreceptor in the scorpion *Journal of Experimental Biology* 58:189-196
- Gnaspini P (2007) Development. In: Pinto-da-Rocha R, Machado G, Giribet G (eds) *Harvestmen: the biology of Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge, pp 455-472
- Gnaspini P, Cavalheiro JA (1998) Chemical and behavioral defenses of a neotropical cavernicolous harvestman: *Goniosoma spelaeum* (Opiliones: Laniatores: Gonyleptidae). *Journal of Arachnology* 26:81-90
- Gnaspini P (1996) Population ecology of *Goniosoma spelaeum*, a cavernicolous harvestman from south-eastern Brazil (Arachnida: Opiliones: Gonyleptidae). *Journal of Zoology* 239:417-435
- Graham P, Philippides A, Baddeley B (2010). Animal cognition: multi-modal interactions in ant learning. *Current Biology* 20:639-640
- Grether GF, Donaldson ZR (2007) Communal roost site selection in a Neotropical harvestman: habitat limitation vs. tradition. *Ethology* 113:290-300
- Hebets EA, Aceves-Aparicio A, Aguilar-Argüello S, Bingman VP, Escalante I, Gering EJ, Nelsen DR, Rivera J, Sánchez-Ruiz JA, Segura-Hernández L, Settepani V, Wiegmann DD, Stafstrom JA (2015) Multimodal sensory reliance in the nocturnal homing of the amblypygid *Phrynus pseudoparvulus* (Class Arachnida, Order Amblypygi)? *Behavioural Processes* 108:123-130
- Henschel JR (2002) Long-distance wandering and mating by the dancing white lady spider (*Leucorchestris arenicola*) (Araneae, Sparassidae) across namib dunes. *Journal of Arachnology* 30:321-330

- Hoefler CD, Jakob EM (2006) Jumping spiders in space: movement patterns, nest site fidelity and the use of beacons. *Animal Behaviour* 71:109-116
- Hogarth LA, Roberts WA, Roberts S, Abrams B (2000) Spatial localization of a goal: beacon homing and landmark piloting by rats on a radial maze. *Animal Learning & Behavior* 28:43-58
- Knaden M, Wehner R (2006) Ant navigation: resetting the path integrator. *Journal of Experimental Biology* 209:26-31
- Kury AB, Mendes AC, Souza DR (2014) World Checklist of Opiliones species (Arachnida). Part 1: Laniatores – Travunioidea and Triaenonychoidea, *Biodiversity Data Journal* 2 e4094:1-17
- Maaswinkel H, Whishaw, IQ (1999) Homing with locale, taxon, and dead reckoning strategies by foraging rats: sensory hierarchy in spatial navigation. *Behavioural Brain Research* 99:143-152
- Machado G, Oliveira OS (2002) Maternal care in the neotropical harvestman *Bourguyia albiornata* (Arachnida: Opiliones) oviposition site selection and egg protection. *Behaviour* 139:1509-1524
- Machado G (2002) Maternal care, defensive behavior, and sociality in Neotropical *Goniosoma* harvestmen (Arachnida, Opiliones). *Insectes Sociaux* 49:388-393
- Machado G, Raimundo RLG & Oliveira PS (2000) Daily activity schedule, gregariousness, and defensive behavior in the Neotropical harvestman *Goniosoma longipes* (Opiliones: Gonyleptidae). *Journal of Natural History* 34:587-596
- Marshall J (1999) Visual function: How spiders find the right rock to crawl under. *Current Biology* 9:918-921
- Meyer-Rochow VB, Liddle AL 1988. Structure and function of the eyes of two species of opilionid from New Zealand glow-worm caves (*Megalopsalis tumida*: Palpatores, and *Hendea myersi cavernicola*: Laniatores). *Proceedings of the Royal Society of London B* 233:293-319



- Meyer-Rochow VB, Liddle AL (2001) Some ecological and ethological observations on *Hendea myersi cavernicola* (Chelicerata: Arachnida: Opiliones), a seeing troglobite. *Natura Croatica* 10:133-140
- Mora G (1990) Paternal care in a neotropical harvestman, *Zygopachylus albomarginis* (Arachnida, Opiliones: Gonyleptidae). *Animal Behavior* 39:582-583
- Muheim R (2011) Behavioural and physiological mechanisms of polarized light sensitivity in birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 366:763-771
- Müller M, Wehner R (1988) Path integration in desert ants, *Cataglyphis fortis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 85:5287-5290
- Müller M, Wehner R (2010) Path integration provides a scaffold for landmark learning in desert ants. *Current Biology* 20:1368-1371
- Murayama GP, Willemart RH (2015) Mode of use of sexually dimorphic glands in a Neotropical harvestman (Arachnida: Opiliones) with paternal care. *Journal of Natural History* 49: 1937-1947
- Nazareth TM, Machado G (2010) Mating system and exclusive postzygotic paternal care in a Neotropical harvestman (Arachnida: Opiliones). *Animal Behaviour* 79:547-554
- Nørgaard T (2005) Nocturnal navigation in *Leucorchestris arenicola* (Araneae, Sparassidae). *Journal of Arachnology* 33:533-540
- Nørgaard T, Henschel JR, Wehner (2007) Use of local cues in the night-time navigation of the wandering desert spider *Leucorchestris arenicola* (Araneae, Sparassidae). *Journal of Comparative Physiology A* 193:217-222
- Nørgaard T, Nilsson D-E, Henschel JR, Garm A, Wehner R (2008) Vision in the nocturnal wandering spider *Leucorchestris arenicola* (Araneae: Sparassidae). *Journal of Experimental Biology* 211:816-823
- Pabst W (1953) Zur Biologie der mitteleuropäischen Troguliden. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere* 82:1-156
- Papi F (1992) *Animal homing*. Chapman & Hall, London

- Proud DN, Townsend-Jr VR (2008) Homing ability of harvestmen nymphs (Opiliones, Cranidae). Living World. Journal of the Trinidad and Tobago Field Naturalists' Club 2008:79-80
- R Development Core Team (2009) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>
- Ramires RN, Giaretta AA (1994) Maternal care in a neotropical harvestman, *Acutisoma proximum* (Opiliones, Gonyleptidae). Journal of Arachnology 22:179-180.
- Requena GS, Buzatto BA, Munguia-Steyer R, Machado G (2009) Efficiency of uniparental male and female care against egg predators in two closely related syntopic harvestmen. Animal Behaviour 78:1169-1176
- Requena GS, Buzatto BA, Martins EG, Machado G (2012) Paternal care decreases foraging activity and body condition, but does not impose survival costs to caring males in a neotropical arachnid. Plos One 7:1-11
- Reznikova Z (2007) Animal intelligence: From individual to social cognition. Cambridge University Press, Cambridge
- Rodrigues PAP, Oliveira PS (2014) Visual navigation in the Neotropical ant *Odontomachus hastatus* (Formicidae, Ponerinae), a predominantly nocturnal, canopy-dwelling predator of the Atlantic rainforest. Behavioural Processes 109:48-57
- Roefler CD, Jakob EM (2006) Jumping spiders in space: movement patterns, nest site fidelity and the use of beacons. Animal Behavior 71:109-116
- Santos GC, Hogan J, Willemart RH (2013) Associative learning in a harvestman (Arachnida, Opiliones). Behavioural Processes 100:64-66
- Seyfarth E-A, Horgenröder R, Ebbes H, Barth FG (1982) Idiothetic orientation of a wandering spider: compensation of detours and estimates of goal distance. Behavioral Ecology and Sociobiology 11:139-148

- Seyfarth EA, Barth FG (1972) Compound slit sense organs on the spider leg: mechanoreceptors involved in kinesthetic orientation. *Journal of Comparative Physiology* 78:176-191
- Shettleworth SJ (2010) *Cognition, Evolution and Behavior*. Oxford University Press, Oxford
- Sillam-Dussès D (2010) *Trail pheromones and sex pheromones in termites*. Nova Science Publishers, New York
- Steck K, Wittlinger M, Wolf H (2009) Estimation of homing distance in desert ants, *Cataglyphis fortis*, remains unaffected by disturbance of walking behavior. *Journal of Experimental Biology* 212:2893-2901
- Shultz JW, Pinto-Da-Rocha R (2007) Morphology and function anatomy. In: Pinto-Da-Rocha, R., Machado, G. & Giribet, G (eds) *Harvestmen: The biology of Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge, pp 16-61
- Svensson GP, Strandh M, Löfstedt C (2014) Movements in the olfactory landscape. In: Hansson, L-A, Åkesson (eds) *Animal movements across scales*, Oxford University Press, Oxford, pp 195-218
- Teng B, Dao S, Donaldson ZR, Grether GF (2012) New communal roosting tradition established through experimental translocation in a Neotropical harvestman. *Animal Behaviour* 84:1183-1190
- Towne WF (2008) Honeybees can learn the relationship between the solar ephemeris and a newlyexperienced landscape. *Journal of Experimental Biology* 211:3737-3743
- Vinnedge J, Gaffin DD (2015) Determination of in-lab site fidelity and movement patterns of *Paruroctonus utahensis*. *Journal of Arachnology* 43:54-58
- Warrant E, Dacke M (2010) Visual orientation and navigation in nocturnal arthropods. *Brain Behavior and Evolution* 75:156-173
- Wehner R (2009) The architecture of the ant's navigational toolkit (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 12:85-96

- Wehner R, Srinivasan MV (2003) Path integration in insects. In: Jeffery KJ (ed) *The Neurobiology of Spatial Behaviour*, Oxford University Press, Oxford, pp 9-30
- Wehner R (1992) Arthropods. In: Papi F (ed) *Animal homing*, Chapman & Hall, London, pp 45-144
- Wehner R, Müller M (2006) The significance of direct sunlight and polarized skylight in the ant's celestial system of navigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103:12575-12579
- Whishaw IQ, Hines DJ, Wallace DG (2001) Dead reckoning (path integration) requires the hippocampal formation: evidence from spontaneous exploration and spatial learning tasks in light (allothetic) and dark (idiothetic) tests. *Behavioural Brain Research* 127:49-69
- Willemart RH, Gnaspini P (2004a) Spatial distribution, mobility, gregariousness, and defensive behavior in a Brazilian cave harvestman *Goniosoma albiscriptum* (Arachnida, Opiliones, Gonyleptidae). *Animal Biology* 54:221-235
- Willemart RH, Gnaspini P (2004b) Breeding biology of the cavernicolous harvestman *Goniosoma albiscriptum* (Arachnida, Opiliones, Laniatores): sites of opposition, egg batches characteristics and subsocial behaviour. *Invertebrate Reproduction & Development* 45:15-28
- Willemart RH, Hebets EA (2012) Sexual differences in the behavior of the harvestman *Leiobunum vittatum* (Opiliones, Sclerosomatidae) towards conspecific cues. *Journal of Insect Behavior* 1:12-23
- Willemart RH, Farine JP, Gnaspini P (2009) Sensory biology of Phalangida harvestmen (Arachnida, Opiliones): a review, with new morphological data on 18 species. *Acta Zoologica (Stockholm)* 90:209-227
- Willemart RH, Chelini MC (2007) Experimental demonstration of close-range olfaction and contact chemoreception in the Brazilian harvestman *Iporangaia pustulosa*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 123:73-79

- Willemart RH, Chelini MC, Renata A, Gnaspini P (2007) An ethological approach to a SEM survey on sensory structures and tegumental gland openings of two Neotropical harvestmen (Arachnida, Opiliones, Gonyleptidae). *Italian Journal of Zoology* 74:39-54
- Wittlinger M, Wolf H (2013) Homing distance in desert ants, *Cataglyphis fortis*, remains unaffected by disturbance of walking behaviour and visual input. *Journal of Physiology* 107:130-136
- Wittlinger M, Wolf H (2013) Homing distance in desert ants, *Cataglyphis fortis*, remains unaffected by disturbance of walking behaviour and visual input. *Journal of Physiology* 107:130-136
- Wittlinger M, Wehner R, Wolf H (2006) The ant odometer: stepping on stilts and stumps. *Science* 312:1965-1967
- Wolf H (2011) Odometry and insect navigation. *Journal of Experimental Biology* 214:1629-1641
- Wolken JJ (1995) Light detectors, photoreceptors, and imaging systems in nature. Oxford, Oxford University Press
- Wyatt TD (2014) Pheromones and Animal Behaviour: Chemical Signals and Signature Mixes, 2nd edn. Cambridge University Press, Cambridge
- Zuur AF, Ieno EN, Walker NJ, Saveliev AA, Smith GM (2009) Mixed effects models and extensions in ecology with R. Springer
- Zwicky KT (1970a) The spectral sensitivity of the tail of *Urodacus*, a scorpion. *Experientia* 26:317

Tabela 1. Variáveis incluídas em cada um dos experimentos e tratamentos. Letras significam estado da variável: P = presença; A = ausência; . = não incluída na análise do experimento.

	Grupo	Propriocepção	Visão	Tinta no dorso	Desova	Cheiro ao redor
Experimento 1						
Pista proprioceptiva	experimental s/ visão	P	A	A	.	.
	controle da tinta	P	P	P	.	.
	controle interno	P	P	A	.	.
	controle externo	A	A	A	.	.
Experimento 2						
Pista visual	experimental s/ visão	A	A	A	.	.
	controle da tinta	A	P	P	.	.
	controle interno	A	P	A	.	.
	controle externo	P	A	A	.	.
Experimento 3						
Pista química da desova	experimental s/ visão	.	A	A	A	.
	controle da tinta	.	P	P	A	.
	controle interno	.	P	A	A	.
	controle externo	.	A	A	P	.
Experimento 4						
Pista química ao redor da desova	experimental s/ visão	.	A	A	.	A
	controle da tinta	.	P	P	.	A
	controle interno	.	P	A	.	A
	controle externo	.	A	A	.	P

Tabela 2. Resultado da seleção de modelos para retorno da fêmea ao local da desova nos experimentos 1 a 4. Todos os modelos incluem o termo tempo como efeito randômico. Os modelos de menor AICc estão em negrito.

Efeitos fixos	AICc	$\Delta$ AICc	Graus de liberdade
Experimento 1 Pista propioceptiva			
propriocepção + visão + tinta no dorso	129,7	2,6	5
<b>propriocepção + tinta no dorso</b>	<b>127,2</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
Propriocepção	137	9,8	3
-	154,3	27,1	2
Experimento 2 Pista visual			
<b>sem propriocepção + visão + tinta no dorso</b>	<b>138,3</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
sem propriocepção + tinta no dorso	186,1	47,8	4
sem propriocepção	184,9	46,7	3
-	183,9	45,6	2
Experimento 3 Pista química desova			
<b>visão + tinta no dorso + desova</b>	<b>129</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>visão + desova</b>	<b>126,3</b>	<b>0,3</b>	<b>4</b>
<b>Visão</b>	<b>126</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
-	<b>126</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
Experimento 4 Pista química ao redor			
visão + tinta no dorso + cheiro ao redor	125	7,5	5
visão + tinta no dorso	122	4,5	4
visão	119,7	2,2	3
-	<b>117,5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

Tabela Apêndice. "Odds ratio" (IC 2,5% e 97,5%) dos modelos selecionados em cada um dos experimentos.

Experimento	Modelo selecionado	Efeitos fixos	"Odds ratio"	IC 2,5%	"Odds ratio"	IC 97,5%	"Odds ratio"
1 Pista proprioceptiva		Propriocepção	3,83		2,29		6,6
	Proporção de retorno da fêmea - propriocepção + tinta no dorso	Tinta no dorso	0,41		0,25		0,68
2 Pista visual	Proporção de retorno da fêmea - propriocepção + visão + tinta no dorso	Ausência de propriocepção	0,27		0,14		0,49
		Visão	7,76		4,3		14,47
		Tinta no dorso	0,29		0,16		0,49
3 Pista química da desova	Proporção de retorno da fêmea - visão	Visão	1,98		1,22		3,26
	Proporção de retorno da fêmea - constante						
4 Pista química ao redor	Proporção de retorno da fêmea - constante						



## Apêndice 1

Resumo do manuscrito realizado durante o mestrado e publicado na revista  
Biota Neotropica

Foraging, oviposition sites and notes on the natural history of the harvestman  
*Heteromitobates discolor* (Opiliones, Gonyleptidae)

Norton Felipe dos Santos Silva<sup>1,2</sup> & Rodrigo Hirata Willemart<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, São Paulo, SP, Brazil.

<sup>2</sup>Universidade Federal de São Paulo, Programa de Pós Graduação em Ecologia e Evolução, São Paulo, SP, Brazil.

<sup>3</sup>Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Programa de Pós Graduação em Zoologia,  
São Paulo, SP, Brazil.

<sup>4</sup>Corresponding author: Rodrigo Hirata Willemart, e-mail: willemart@usp.br

SILVA, N.F.S., WILLEMART, R.H. 2015. **Foraging, oviposition sites and notes on the natural history of the harvestman *Heteromitobates discolor* (Opiliones, Gonyleptidae).** Biota Neotropica. 15(3): 1–5. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-06032015018614>

**Abstract:** The lack of data on the natural history often hampers phylogenetic studies on the evolution of behavior. Herein we provide quantitative field data on foraging and oviposition sites of a Neotropical harvestman belonging to a subfamily with a published phylogeny, Goniosomatinae. *Heteromitobates discolor* rests during the day on granitic boulders on rivers, laying eggs in sheltered and darker areas. The female guard the eggs and aggressively respond to approaching conspecific females. In the absence of the female, ants, conspecifics and reduviids may predate the eggs. Egg-guarding females are known not to leave the clutch, but males and non-guarding females may leave the granitic boulders and forage on the vegetation at night, close to the river margins and with no difference in the sites explored between males and females. The general features described in *H. discolor* are similar to what has been reported for other species in this subfamily, suggesting an evolutionary conservatism within the group.

**Keywords:** Parental care, maternal care, microhabitat choice, substrate choice, Laniatores, Goniosomatinae.

SILVA, N.F.S., WILLEMART, R.H. 2015. **Forrageamento, sítios de oviposição e notas sobre a história natural do opilião *Heteromitobates discolor* (Opiliones, Gonyleptidae).** Biota Neotropica. 15(3): 1-5. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-06032015018614>

**Resumo:** A falta de dados de história natural por vezes dificulta estudos filogenéticos sobre a comportamento. Nesse estudo nós fornecemos dados quantitativos de campo sobre forrageamento e sítios de oviposição de um opilião Neotropical pertencente a uma subfamília com uma filogenia publicada, Goniosomatinae. *Heteromitobates discolor* passa o dia em rochedos graníticos em rios, onde deposita os ovos em áreas abrigadas e escuras. A fêmea

cuida dos ovos e responde agressivamente a fêmeas co-específicas que se aproximam. Na ausência de fêmeas, formigas, co-específicos e percevejos reduvídeos podem preda os ovos. Fêmeas que guardam ovos não deixam as desovas, mas machos e fêmeas sem ovos deixam os rochedos graníticos e forrageiam sobre a vegetação à noite, próximos à margem do rio e sem diferença nos sítios explorados entre os machos e as fêmeas. As características gerais descritas em *H. discolor* são similares ao que tem sido reportado para outras espécies nesta subfamília, sugerindo um conservadorismo evolutivo dentro do grupo.

Palavras-chave: Cuidado parental, cuidado maternal, escolha de micro-habitat, escolha de substrato, Laniatores, Goniosomatinae.