



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA

**Causas proximais da coexistência de duas espécies simpátricas de aranhas errantes  
do gênero *Ctenus* (Ctenidae): percepção de habitats, presas e predadores**

ERIKA PORTELA DE LIMA SILVA

Manaus, Amazonas

Agosto de 2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA

**Causas proximais da coexistência de duas espécies simpátricas de aranhas errantes  
do gênero *Ctenus* (Ctenidae): percepção de habitats, presas e predadores**

ERIKA PORTELA DE LIMA SILVA

Orientador: THIERRY RAY JEHLIN GASNIER

Co-orientador: RODRIGO HIRATA WILLEMART

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica, Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Diversidade Biológica, área de concentração Caracterização da Biota Amazônica

Manaus, Amazonas

Agosto de 2012

Ficha Catalográfica

(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Silva, Erika Portela de Lima

S586c Causas proximais da coexistência de duas espécies simpátricas de aranhas errantes do gênero *Ctenus* (Ctenidae): percepção de habitats, presas e predadores / Erika Portela de Lima Silva. - Manaus: UFAM, 2012.

55 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica) — Universidade Federal do Amazonas, 2012.

Orientador: Prof. Dr. Thierry Ray Jehlen Gasnier

Co-orientador: Prof. Dr. Rodrigo Hirata Willemart

1. Aranhas 2. Animais predadores 3. Aracnídeos — Comportamento I. Gasnier, Thierry Ray Jehlen (Orient.) II. Willemart, Rodrigo Hirata (Co-orient.) III. Universidade Federal do Amazonas IV. Título

CDU 595.44(043.3)

Esta dissertação segue às normas de formatação propostas pela Coordenação Geral do Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica da Universidade Federal do Amazonas, versão de julho de 2008, sendo seus capítulos apresentados na forma de manuscritos de artigos, que correspondem aos resultados gerados pelo projeto de dissertação.

## **AGRADECIMENTOS**

A Thierry Gasnier pela orientação e pelo apoio. Por toda paciência e persistência ao me ajudar a lidar com os obstáculos e contratempos que surgiram ao longo deste projeto. Por todos os ensinamentos e pela grande contribuição a minha formação.

A Rodrigo Willemart por todo o apoio e incentivo, pelas orientações e por me ajudar a reconhecer a necessidade de trilhar meus próprios caminhos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica da Universidade Federal do Amazonas, ao corpo administrativo, docente e discente, pelo apoio a mim dispensado e pelas diversas contribuições a este projeto e a minha formação.

A Cíntia Cornelius, Elizabeth Franklin, Hilton Japyassú, Pedro Gnaspini, Thaís Billalba pela avaliação deste projeto e suas contribuições.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia. Adriana Oliveira, Gisele Vilarinho, Jéssica Souza, João Araújo, Maria das Dores Noronha, Paola Campos e Thiago Carvalho que acompanharam este trabalho e tanto contribuíram. Aos professores Andrea Waichman e Sérgio Rodrigues da Silva por todo apoio dispensado.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia Sensorial e Comportamento de Artrópodes (EACH-USP): Bruna Gomes, Gabriel Murayama, Guilherme Florez, Guilherme Pagoti, Gilson Santos, Jessica Campanha, Luanda Carvalho, Nathalia Fernandes, Norton Silva e Thaiany Costa. Agradeço pelo carinho com que me receberam, pelos ensinamentos, pela maravilhosa convivência e pela constante demonstração do grande valor que há em trabalhar com pessoas com as quais se divide o mesmo fascínio.

A Bárbara Dias por aceitar ser meu “catalisador particular para assuntos afins”. É certo que muitas pessoas, ações e viravoltas me trouxeram até este momento, mas sem seu intermédio e apoio acredito que o caminho teria sido muito mais longo e penoso. Obrigada pela amizade, pelo incentivo, pelas conversas e por sempre me apoiar, independente do meu merecimento.

A Elene Souza pela amizade, pelo apoio, pelas calorosas recepções e por ser uma grande fonte de inspiração. Por sempre me lembrar que apesar de todas as dificuldades, sou privilegiada por ter tido a oportunidade de escolher. Mais privilegiada ainda por ter escolhido o que amo.

A Larissa Lança pelo auxílio em campo, pelas risadas e por todas as vezes que me ajudou a tocar para frente este projeto. Ainda agradeço por ter compartilhado comigo seu maravilhoso dom de treinar de opiliões, o que tornou mais fácil e divertida a procura pelas *Ctenus*.

A Liliane Melo pelo auxílio em campo, pela amizade e paciência e por me permitir aprender um pouco mais sobre caminhos paralelos ao meu. Agradeço também por sempre me ajudar a colher tantas das pitangas que derrubei.

Aos demais amigos que me auxiliaram nas coletas de campo. Jéssica Souza, João Araújo, Maria das Dores Nogueira, Mário Nunes e Thiago Carvalho. Agradeço pela contribuição e por terem tornado as coletas ainda mais proveitosas.

A Lidianne Salvatierra pela amizade, pelas conversas, pelos conselhos e pelo auxílio no depósito do material testemunho.

A Rafaella Santo, Kelve Cesar, Walmice Ramos e Thaís Melo. Obrigada pelo carinho, pela amizade, pelo apoio e pelo interesse que sempre demonstraram pelo meu “projeto fora da Coleção”. Pude aprender muito em minha convivência com vocês, serei sempre grata e aproveito a oportunidade para expressar o quão foram importantes para mim todos os nossos “cafezinhos”.

A Guilherme Freitas e, em especial, a Vera e Eli Dias, que me acolheram em minha estadia em São Paulo. Ao Cajú por amar mais a mim do que à Bah.

A Alexandre Campos e Andreza Tibana que contribuíram com a revisão deste manuscrito.

A Fabricio Baccarro pela identificação das formigas de correição.

A Capes pela bolsa. Ao CNPq pela pelo auxílio financeiro (Processo 558318/2009-6).

Aos demais amigos que contribuíram com minha formação e com este projeto, mas que minha falha memória não me permitiu citar.

A minha mãe, Alda Portela, pelo apoio e compreensão incondicionais. Obrigada por me dar a oportunidade de escolher o caminho que amo e por estar ao meu lado em todas as ocasiões. Aos meus familiares pelo apoio. A Arthur Fujii pelo carinho, incentivo, pela força e compreensão em todos os momentos em que nem eu mesma fui capaz de compreender minhas motivações.

## RESUMO

O estudo da interação entre pares de espécies é uma das bases para a compreensão da coexistência em comunidades biológicas. A capacidade de selecionar habitats pode ser importante tanto na coexistência de espécies que competem entre si como nas interações entre predadores e presas. Esta seleção está muitas vezes associada à capacidade de percepção de pistas químicas de presas e de componentes estruturais do habitat. A percepção e resposta a pistas químicas já foram demonstradas para aranhas errantes, mas somente para a família Lycosidae em regiões temperadas. O solo está entre os fatores estruturais que influem na seleção de habitat em aranhas, mas isto apenas foi demonstrado para aranhas construtoras de toca. Em florestas tropicais, a alta diversidade biológica e a rápida degradação podem dificultar o reconhecimento de pistas das múltiplas espécies de predadores e de presas. A seleção de habitat com base nos diferentes tipos de solo pode ser importante neste ecossistema em que são comuns alternâncias drásticas de solos entre locais próximos, especialmente se o tipo de solo estiver relacionado com algum recurso importante. Avaliamos a resposta de duas espécies de aranhas errantes de uma floresta na Amazônia central, *Ctenus amphora* Melo-Leitão 1930 e *Ctenus crulsi* Melo-Leitão 1930 (Araneae, Ctenidae) (1) às pistas químicas de potenciais presas, grilos *Gryllus assimilis* (Fabricius, 1775) (Orthoptera, Gryllidae) e cupins *Syntermes* Holmgren, 1910 (Isoptera, Termitidae); (2) às pistas químicas de predadores, aranhas *Phoneutria* Perty, 1833 (Araneae, Ctenidae) e formigas de correição *Labidus praedator* (Fr. Smith, 1858) (Formicidae, Ecitonini); (3) e dois tipos de solo, solo arenoso e argiloso, sobre os quais a distribuição e abundância destas espécies diverge. Para as duas primeiras avaliações, comparamos a proporção de tempo sobre recortes de papel filtro com e sem as pistas químicas, para a terceira avaliação comparamos a proporção de tempo sobre os dois tipos de solo. Estas observações foram realizadas ao longo de 09 horas com 54 observações por aranha realizadas em intervalos de 10 minutos. Foram observadas 65 aranhas no experimento com as presas (pistas de cupins, grilos e controle), 36 aranhas no experimento com *Phoneutria* (pistas de *Phoneutria* e controle), 15 no experimento com formigas de correição (pistas de

formiga e controle), e 67 aranhas no experimento de solos. As duas espécies permaneceram significativamente mais tempo sobre as pistas de presas, indicando que a percepção de pistas pode ser importante para o forrageio das duas espécies. Apesar de *C. crulsi* consumir muito mais cupins *Syntermes* em condições naturais, as duas espécies não diferiram na proporção do tempo sobre as pistas de cupins em comparação ao tempo sobre pistas de grilos, indicando que não diferem na capacidade de detectar quimicamente estas presas. Não foi detectada resposta antipredatória pelas duas espécies de *Ctenus*. Portanto, não encontramos evidências que a coexistência destas duas espécies seja facilitada por diferenças na percepção de pistas químicas. Apenas para *C. crulsi* foi encontrada resposta de preferência a um dos tipos de solo, o argiloso, que coincide com o tipo de solo onde ela é encontrada em maior abundância na natureza. A resposta de *C. crulsi* pode influir na distribuição de *C. amphora*, em função das interações destas duas espécies. Portanto, a percepção do tipo de solo provavelmente é um fator proximal importante a determinar os padrões de distribuição e a dinâmica da coexistência destas espécies.

**Palavras-chave:** Amazônia, Araneae, comportamento antipredatório, comunicação química, interações entre espécies, *Labidus praedator*; percepção de presa, preferência por tipo de solo, *Phoneutria*, seleção de habitat, *Syntermes*

## ABSTRACT

The study of the interaction between pairs of species is the basis for understanding the coexistence in biological communities. The ability to select habitats may be important in the coexistence of competing species and in the interactions between predators and prey. This selection is often associated with the capacity of perception of chemical cues of prey and structural components of the habitat. The perception and response to chemical cues have been demonstrated for wandering spiders, but only for the family Lycosidae in temperate regions. The soil is among the structural factors that affect habitat selections in spiders, but this has been demonstrated only for burrowing spiders. In tropical forests, high biological diversity and the rapid degradation may hinder the recognition of cues from multiple species of predators and prey. Habitat selection based on different soil types may be important in this ecosystem where drastic soil alternations are common between nearby sites, especially if the soil type is related to some important resource. We assessed the response of two species of wandering spiders in a forest in central Amazonia, *Ctenus amphora* Melo-Leitão 1930 and *Ctenus crulsi* Melo-Leitão 1930 (Araneae, Ctenidae) (1) to chemical cues from potential prey, crickets *Gryllus assimilis* (Fabricius, 1775) (Orthoptera, Gryllidae) and termites *Syntermes Holmgren*, 1910 (Isoptera, Termitidae), (2) to chemical cues from predators, spiders *Phoneutria* Perty, 1833 (Araneae, Ctenidae) and army ants *Labidus praedator* (Fr. Smith, 1858) (Formicidae, Ecitonini), (3) and two soil types, sandy and clay soils on which the distribution and abundance of these species diverge. For the first two evaluations we compared the proportion of time on filter paper with and without the chemical cues, to the third evaluation we compared the proportion of time on the two types of soil. These observations were performed over 09 hours with 54 observations per spider at intervals of 10 minutes. A total of 65 spiders were observed in the experiment with prey (termites cues, crickets cues and control), 36 in the experiment with predators *Phoneutria* (*Phoneutria* cues and control), 15 in the experiment with army ants (army ants cues and control) and 67 spiders in the soil experiment. The two species spent significantly longer time on the filter paper with chemical cues from the

prey, which indicates that the perception of cues can be important for the foraging of the two species. Although *C. crulsi* consumes far more *Syntermes* termites in natural conditions, the two species did not differ in the proportion of time on the cues from termites in comparison to the time on cues from crickets, suggesting that they do not differ in the ability to detect the chemical from these prey. No antipredator response was detected for the two species of *Ctenus*. Therefore, there is no evidence that the coexistence of these species is facilitated by differences in the perception of chemical cues. Only *C. crulsi* presented preference to a type of soil, the clay soil, which coincides with the type of soil where it is found in abundance in nature. This response of *C. crulsi* can influence the distribution of *C. amphora*, due to interactions of these species. Therefore, the perception of soil type is probably an important proximal factor in determining the distribution patterns and dynamics of coexistence of these species.

**Keywords:** Amazon, Araneae, antipredator behavior, chemical communication, interactions between species, *Labidus praedator*, prey perception, preference for a type of soil, *Phoneutria*, habitat selection, *Syntermes*

## INTRODUÇÃO GERAL

O estudo de fatores que contribuem ou limitam a coexistência de espécies fornece bases para compreensão da biodiversidade em ecossistemas naturais (Bastolla *et al.* 2005) e o estudo da interação entre pares de espécies é uma das bases para a compreensão da coexistência em nível de comunidades (*e.g.* Solé *et al.* 1992). Os modelos criados na tentativa de elucidar os mecanismos de coexistência são comumente baseados em observações em campo, mas é importante que suas previsões sejam testadas experimentalmente (Hairston 1989) e nem sempre é possível realizar os experimentos necessários em campo.

A capacidade de selecionar habitats pode ser importante tanto na coexistência de espécies que competem entre si como nas interações entre predadores e presas (Morris 2003). Trabalhos recentes têm demonstrado que vários taxa são capazes de agregar informações acerca de seu ambiente e adaptar suas respostas comportamentais a estas condições (*e.g.* disponibilidade de presas - Szymkowiak *et al.* 2005, menor risco de predação - Blamires *et al.* 2007, disponibilidade de refugio - Rypstra *et al.* 1999, presença de coespecíficos - Stamps 1987, Prokopy *et al.* 2000, sucesso de coespecíficos - Valone & Templeton 2002, Danchin *et al.* 1998 e componentes estruturais associadas às presas - Lubin *et al.* 1993, Romero & Vasconcellos-Neto 2004).

A coexistência de espécies pode ser facilitada pela diferenciação no uso de recursos (Begon *et al.* 1988) ou pela forma como evitam predadores (Elgar 1989, Ge *et al.* 2011), que são influenciados pela capacidade de detectar a presença de presas e predadores. Predadores freqüentemente são capazes de avaliar a presença de presas em um local com base em pistas químicas deixadas por elas (*e.g.* Persons & Uetz 1996a, b; Holler & Persons 2009). Algumas presas, por sua vez, são capazes de aprender a reconhecer seus predadores através da associação de pistas químicas deixadas no ambiente após um evento de predação e de usar esta informação para selecionar o habitat (*e.g.* Persons & Rypstra 2000, Persons *et al.* 2002, Kelley & Magurran 2003, Dalesman *et al.* 2006, Turner *et al.* 2006, Eiben & Persons 2007).

Em florestas tropicais da América central, da América do sul e da África, vários trabalhos ecológicos têm sido realizados com a família de aranhas Ctenidae Keyserling,

1877 (e.g. Höfer *et al.* 1994, Schuster *et al.* 1994, Gasnier & Höfer 2001, Pellegatti-Franco 2004, Jocqué *et al.* 2005, Torres-Sanches & Gasnier 2010). Dentre seus gêneros, o mais estudado é *Ctenus* Walkenaer, 1805 que são aranhas errantes de médio porte que caçam, em sua maioria, na serrapilheira e são importantes predadores de diversos artrópodes em ecossistemas florestais úmidos (Gasnier & Höfer 2001). Das espécies deste gênero estudadas até o momento, duas que co-ocorrem na região amazônica são adequadas ao estudo da coexistência: *Ctenus amphora* Melo-Leitão, 1930 e *Ctenus crulsi* Melo-Leitão, 1930, pois têm tamanhos similares ao longo de seu desenvolvimento (Rypstra & Samu 2005), ocorrem em simpatria em várias localidades e são filogeneticamente próximas (Höfer *et al.* 1994, Simó & Brescovit 2001).

Foi observado que *Ctenus amphora* é mais abundante em campinaranas (solo arenoso) e *C. crulsi* em áreas de floresta sobre latossolo (solo argiloso) Gasnier e Höfer (2001) Porém, sugeriram que essas diferenças de abundâncias podem estar ocorrendo principalmente como resposta à disponibilidade de um único tipo de presa, os cupins do gênero *Syntermes* Holmgren, 1910 (Isoptera, Termitidae) (Gasnier *et al.* 2009). Estes cupins são encontrados em maior número nas áreas de floresta sobre latossolo e são o principal item da dieta de *C. crulsi*, mas pouco consumidos por *C. amphora*, mesmo nas áreas onde os cupins *Syntermes* são abundantes. Estes trabalhos oferecem informações acerca da ecologia e história natural das duas espécies de aranhas, mas carecem de detalhamento de aspectos comportamentais que podem contribuir para melhor compreensão de suas relações ecológicas.

Portela e Gasnier (dados não publicados) verificaram em experimentos em cativeiro que jovens e fêmeas de *C. crulsi* têm maior habilidade para capturar estes cupins que jovens e fêmeas de *C. amphora*. A avaliação da capacidade destas aranhas de reconhecer e investir mais tempo no tipo de solo onde cada uma predomina, e a avaliação da capacidade destas de selecionar estes habitats com base na presença de pistas químicas deixadas por uma presa preferida irá nos permitir melhor compreensão de sua coexistência.

Adicionalmente, a pressão de predação também pode ser um dos fatores que influencia o padrão de distribuição descrito para as duas espécies de *Ctenus*. Torres-Sanchez e Gasnier (2010) estudaram duas espécies do gênero *Phoneutria* Perty, 1833

(Ctenidae) na Amazônia Central e propuseram que diferenças comportamentais estão contribuindo para a coexistência das espécies. Para estes autores, a predominância no uso da vegetação por jovens de ambas as espécies (*P. reidyi* e *P. fera*) seria uma adaptação para evitar predadores comuns encontrados no solo (incluindo *Ctenus*). Entretanto, indivíduos de *Phoneutria* posteriormente passam a atuar como predadores de *Ctenus*, por serem maiores quando adultos e subadultos. Vieira e Höfer 1998 também descreveram as aranhas *Ctenus* como algumas das presas mais frequentes das formigas de correição. Gasnier *et al.* 2009 sugeriram que a presença destes predadores pode atuar sobre a densidade de *C. amphora* e *C. crulsi* como um dos fatores que viabiliza a coexistência. A abundância destes dois grupos de predadores, aranhas *Phoneutria* e formigas de correição, também variam entre habitats, de forma que poderiam influir sobre padrões de abundância de *Ctenus*. Desta forma a capacidade de perceber pistas químicas destes predadores pode ser vantajosa ao diminuir as chances de eventos de predação.

A densidade e o comportamento de competidores são fatores proximais para a seleção de habitats quando há uma sobreposição no uso de recursos ou fatores que influem na mortalidade (Forsman *et al.* 2008) e as tomadas de decisões referentes à seleção de presa, de parceiros e de habitats dos animais são resultado de avaliações de custo e benefício de comportamentos alternativos (Blumstein & Bouskila 1996). Esta avaliação e a resposta a estas informações interferem nos mecanismos de forrageamento e afetam o comportamento dos indivíduos (Lima & Dill 1990). Neste estudo, investigaremos se diferenças nas respostas de duas espécies de aranhas ao tipo de solo e a pistas químicas de presas e predadores podem explicar padrões de abundância encontrados em estudos anteriores (Gasnier & Höfer 2001, Gasnier *et al.* 2009).

## Referências

BASTOLLA, U., LÄSSIG, M., MANRUBIA, S. C. E VALLERIANI, A. 2005. Biodiversity in model ecosystems, I: coexistence conditions for competing species. *Journal of Theoretical Biology* 235: 521–530

- BEGON, M., HARPER, J. L. E TOWNSEND, C. R. 1988. Ecologia. Individuos, poblaciones y comunidades. Ediciones Omega, Barcelona.
- BLAMIRE, S. J., THOMPSON, M. B. E HOCHULI, D. F. 2007. Habitat selection and web plasticity by the orb spider *Argiope keyserlingi* (Argiopidae): Do they compromise foraging success for predator avoidance? *Austral Ecology* 32: 551–563. doi: 10.1111/j.1442–9993.2007.01727.x
- BLUMSTEIN, T. D. E BOUSKILA, A. 1996. Assessment and decision making in animals: a mechanistic model underlying behavioral flexibility can prevent ambiguity. *Oikos* 77: 569–576.
- DALESMAN, S., RUNDLE, S. D., COLEMAN, R. A. E COTTON, P. A. 2006. Cue association and antipredator behaviour in a pulmonate snail, *Lymnaea stagnalis*. *Animal Behaviour*, 71: 789–797. doi: 10.1016/j.anbehav.2005.05.028.
- DALL, S. R. X., GIRALDEAU, L. A., OLSSON, O., MCNAMARA, J. M. E STEPHENS, D. W. 2005. Information and its use by animals in evolutionary ecology. *Trends in Ecology and Evolution* 20: 187–193.
- DANCHIN, E., BOULINIER, T. E MASSOT, M. 1998. Conspecific reproductive success and breeding habitat selection: implications for the study of coloniality. *Ecology* 79: 2415–2428.
- EIBEN, B. E PERSONS, M. 2007. The effect of prior exposure to predator cues on chemically-mediated defensive behavior and survival in the wolf spider *Rabidosa rabida* (Araneae: Lycosidae). *Behaviour* 144: 889–906.
- ELGAR, M. A. 1989. Predator vigilance and group size in mammals and birds. *Biological Reviews* 64: 13–33.
- FORSMAN, J. T., HJERNQUIST, M. B., TAIPALE, J. E GUSTAFSSON, L. 2008. Competitor density cues for habitat quality facilitating habitat selection and investment decisions. *Behavioral Ecology* 19: 539–545.
- GASNIER, T. E HÖFER, H. 2001. Patterns of abundance of four species of wandering spiders (Ctenidae, *Ctenus*) in a forest in Central Amazonia. *The Journal of Arachnology* 29: 95–103.
- GASNIER, T. R., HÖFER, H., TORRES-SANCHEZ, M. P. E AZEVEDO, C. S. 2009. História natural de algumas espécies de aranhas das famílias Ctenidae e Lycosidae na Reserva

- Ducke: Bases para um modelo integrado de coexistência *In*. Fonseca, C. R. V., Magalhães, C., Rafael, J. A. e Franklin, E. A Fauna de Artrópodes da Reserva Florestal Ducke. Estado atual do conhecimento taxonômico e biológico, pp. 223–229. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, BR.
- GE, C., BEAUCHAMP, G. E LI, Z. 2011. Coordination and synchronisation of anti-predation vigilance in two crane species. PLoS–ONE 6: 1–6.
- HAIRSTON, N. G. SR. 1989. Ecological Experiments: Purpose, Design, and Execution. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- HÖFER, H., BRESCOVIT, A. D. E GASNIER, T. 1994. The wandering spiders of the genus *Ctenus* (Ctenidae, Araneae) of Reserva Ducke, a rainforest reserve in Central Amazonia. Andrias 13: 81–98.
- HOLLER, R. L. E PERSONS, M. H. 2009. Dragline deposition patterns among male and female *Hogna helluo* (Araneae, Lycosidae) in the presence of chemical cues from prey. The Journal of Arachnology 37: 97–100.
- JOCQUÉ, R., SAMU, F. E BIRD, T. 2005. Density of spiders (Araneae: Ctenidae) in Ivory Coast rainforests. Journal of Zoology (London) 266: 105–110.
- KELLEY, J. L. E MAGURRAN, A. E. 2003. Learned predator recognition and antipredator responses in fishes. Fish and Fisheries 4: 216–226. doi: 10.1046/j.1467-2979.2003.00126.x.
- LIMA, S. L. E DILL, L. M. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: A review and prospectus. Canadian Journal of Zoology 68: 619–640.
- LUBIN, Y., ELLNER, S. E KOTZMAN, M. 1993. Web relocation and habitat selection in a desert widow spider. Ecology 74: 1915–1928.
- MORRIS, D. W. 2003. Toward an ecological synthesis: a case for habitat selection. Oecologia 136: 1–13.
- PELLEGATTI-FRANCO, F. 2004. Biologia e Ecologia funcional de *Ctenus fasciatus* e *Enoploctenus cyclothorax*. Tese de doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo. 141pp.
- PERSONS, M. H. E UETZ, G. W. 1996A. The influence of sensory information on patch residence time in wolf spiders (Araneae: Lycosidae). Animal Behaviour, 51: 1285–1293.

- PERSONS, M. H. E UETZ, G. W. 1996B. Wolf spiders vary patch residence time in the presence of chemical cues from prey (Araneae, Lycosidae). *The Journal of Arachnology* 24: 76–79
- PERSONS, M. H. E RYPSTRA, A. L. 2000. Preference for chemical cues associated with recent prey in the wolf spider *Hogna helluo* (Araneae: Lycosidae). *Ethology* 106: 27–35.
- PERSONS, M. H., WALKER, S. E. E RYPSTRA, A. L. 2002. Fitness costs and benefits of antipredator behavior mediated by chemotactile cues in the wolf spider *Pardosa milvina* (Araneae: Lycosidae). *Behavioral Ecology* 13: 386–392.
- PROKOPY, R. J., MILLER, N. W., DUAN, J. J. E VARGAS, R. I. 2000. Local enhancement of arrivals of *Ceratitis capitata* females on fruit mimics. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 97: 211–217.
- ROMERO, G. Q. E VASCONCELLOS-NETO, J. 2004. Spatial distribution patterns of jumping spiders associated with terrestrial bromeliads. *Biotropica* 36: 596–601.
- RYPSTRA, A. L. E SAMU F. 2005. Size dependent intraguild predation and cannibalism in coexisting wolf spiders (Araneae: Lycosidae). *Journal of Arachnology* 33: 390–397.
- RYPSTRA, A. L., CARTER, P. E., BALFOUR, R. A. E MARSHALL, S. D. 1999. Architectural features of agricultural habitats and their impact on the spider inhabitants. *Journal of Arachnology* 27: 371–377.
- SCHUSTER, M., BAURECHT, D., MITTER, E., SCHMITT, A. E BARTH, F. 1994. Field observations of the population structure of three ctenid spiders (*Cupiennius*, Araneae, Ctenidae). *The Journal of Arachnology* 22: 32–38.
- SIMÓ, M. E BRESCOVIT, A. D. 2001. Revision and cladistic analysis of the Neotropical spider genus *Phoneutria* Perty, 1833 (Araneae, Ctenidae), with notes on related Cteninae. *Bulletin of the Brazilian Arachnological Society* 12: 67–82.
- SOLÉ, R. V., BASCOMPTE, J. E VALLS, J. 1992. Stability and complexity of spatially extended two–species competition. *Journal of Theoretical Biology* 159: 469–480.
- STAMPS, J. A. 1987. Conspecifics as cues to territory quality: a preference of juvenile lizards (*Anolis aeneus*) for previously used territories. *The American Naturalist* 129: 629–642.

- SZYMKOWIAK, P., TRYJANOWSKI, P., WINIECKI, A., GROBELNY, S. E KONWERSKI, S. 2005. Habitat differences in the food composition of the wasp-like spider *Argiope bruennichi* (Scop.) (Aranei: Araneidae) in Poland. *Belgian Journal of Zoology* 135: 33–37.
- TORRES-SANCHEZ, M. P. E GASNIER, T. R. 2010. Patterns of abundance, habitat use and body size structure of *Phoneutria reidyi* and *P. fera* (Araneae: Ctenidae) in a Central Amazonian rainforest. *The Journal of Arachnology* 38: 433–440.
- TURNER, A. M., TURNER, S. E. E LAPPI, H. M. 2006. Learning, memory and predator avoidance by freshwater snails: effects of experience on predator recognition and defensive strategy. *Animal Behaviour* 72: 1443–1450. doi:10.1016/j.anbehav.2006.05.010.
- VALONE, T. J. E TEMPLETON, J. J. 2002. Public information for the assessment of quality: a widespread social phenomenon. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 357: 1549–1557. doi: 10.1098/rstb.2002.1064.

## SUMÁRIO

<b>Introdução geral</b>	11
Referências bibliográficas	12
<b>Objetivos</b>	18
<b>Hipóteses</b>	19
<b>Capítulo 1:</b> Respostas a pistas químicas de presas e predadores por duas espécies de aranhas errantes ( <i>Ctenus amphora</i> e <i>C. crulsi</i> : Araneae: Ctenidae) em uma floresta tropical úmida	20
1.1. Introdução	22
1.2. Métodos	23
1.3. Resultados	29
1.4. Discussão	34
1.5. Referências bibliográficas	36
<b>Capítulo 2:</b> Preferência por tipo de solo e a distribuição de duas espécies de aranhas errantes ( <i>Ctenus amphora</i> e <i>C. crulsi</i> : Ctenidae) em uma floresta na Amazônia Central	40
2.1. Introdução	42
2.2. Métodos	43
2.3. Resultados	46
2.4. Discussão	48
2.5. Referências bibliográficas	49
<b>Conclusões gerais</b>	
<b>Anexos</b>	52
Anexo 1: Mapa dos locais de coleta dos indivíduos de <i>Ctenus amphora</i> e <i>Ctenus crulsi</i> na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas	53

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GERAL**

Avaliar a existência de componentes comportamentais associados à percepção de pistas químicas, de presas e predadores, e de tipos de solo, relevantes no estabelecimento dos padrões de distribuição de *Ctenus amphora* e *C. crulsi*.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar experimentalmente em cativeiro se as espécies *C. amphora* e *C. crulsi* respondem às pistas químicas deixadas por dois grupos de presas: grilos (*Gryllus assimilis*) e cupins (*Syntermes* sp.);
- Investigar se as espécies *C. amphora* e *C. crulsi* respondem de forma diferenciada às pistas químicas da presa mais comum na dieta de uma delas, os cupins *Syntermes* sp.;
- Investigar se as espécies *C. amphora* e *C. crulsi* respondem às pistas químicas deixadas por dois grupos de predadores: aranhas do gênero *Phoneutria* e formigas de correição (*Labidus praedator*);
- Apontar se *C. amphora* e *C. crulsi* apresentam diferença na resposta aos tipos de solo arenoso e argiloso.

## **HIPÓTESES**

### **A- *Ctenus amphora* e *C. crulsi* respondem à presença de pistas químicas dos dois grupos de presas.**

Previsão A1: Dada a escolha entre um ambiente com pistas químicas de grilos, cupins e sem pistas químicas, *C. crulsi* e *C. amphora* permanecerão mais tempo nos ambientes com pistas químicas das potenciais presas.

### **B- *Ctenus amphora* e *C. crulsi* respondem de forma diferenciada às pistas de cupins *Syntermes* sp..**

Previsão B1: Dada a escolha entre um ambiente com pistas químicas de grilos, cupins e branco, *C. crulsi* permanecerá mais tempo em ambiente com pistas de cupins;

Previsão B2: Dada a escolha entre um ambiente com pistas químicas de grilos, cupins e branco, *C. amphora* não permanecerá mais tempo em ambiente com pistas de cupins.

### **C- *Ctenus amphora* e *C. crulsi* evitam permanecer em locais frequentados por predadores.**

Previsão C: Dada a escolha entre um ambiente com pistas químicas de um potencial predador e um ambiente em branco, *C. crulsi* e *C. amphora* permanecerão menos tempo no ambiente com pistas químicas do potencial predador.

### **D- *Ctenus amphora* e *C. crulsi* preferem o solo onde ocorrem na natureza.**

Previsão D1: Dada a escolha entre solo argiloso (solo de florestas sobre latossolo), solo arenoso (solo de campinarana) e um recorte de papel filtro sem marcas químicas, *C. amphora* permanecerá mais tempo em solo arenoso;

Previsão D2: Dada a escolha entre solo argiloso (solo de florestas sobre latossolo), solo arenoso (solo de campinarana) e um branco, *C. crulsi* permanecerá mais tempo em solo argiloso.

## CAPÍTULO 1

### **RESPOSTAS A PISTAS QUÍMICAS DE PRESAS E PREDADORES POR DUAS ESPÉCIES DE ARANHAS ERRANTES (CTENIDAE: *CTENUS AMPHORA* E *C. CRULSI*) EM UMA FLORESTA TROPICAL ÚMIDA**

**Respostas de aranhas errantes (Ctenidae: *Ctenus amphora* e *C. crulsi*) a pistas químicas de presas e predadores em uma floresta tropical úmida em condições experimentais**

Erika Portela de Lima Silva<sup>1</sup>; Rodrigo Hirata Willemart<sup>2</sup>; Thierry Ray Jehlen Gasnier<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Ecologia, Departamento de Biologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas.

<sup>2</sup>Laboratório de Ecologia Sensorial e Comportamento de Artrópodes, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo.

Endereço eletrônico:

EPLS: erikaportela@gmail.com

RHW: willemart@usp.br

TRJG: tgasnier@ufam.edu.br

Muitos invertebrados são capazes de identificar a presença ou a passagem recente de potenciais presas e predadores através da detecção de pistas químicas (fezes, caimônios, e outros produtos do metabolismo animal) deixadas por estes no ambiente. Esta capacidade já foi registrada para diversos grupos de invertebrados em ambientes aquáticos e terrestres (*e.g.*, Wisender & Millard 2001 - platielmintes; Phillips 1977; Dix & Hamilton 1993; Turner 2008 - gastrópodes; Scheibling & Hamm 1991 - equinodermos; Tomba *et al.* 2001 - crustáceos; Dicke & Grostal 2001 - artrópodes, Persons & Uetz, 1996 - aranhas).

Entre os invertebrados terrestres, muitos trabalhos foram realizados com aranhas, a maioria deles restringindo-se ao estudo das respostas comportamentais das aranhas da família Lycosidae de regiões temperadas e foram conduzidos, principalmente, com animais provenientes de campos de agricultura. As espécies estudadas mostram capacidade de detectar pistas químicas, que freqüentemente foi inferida com base no tempo de permanência das aranhas sobre as pistas de presas (*e.g.* Persons & Uetz 1996, Persons & Rypstra 2000) e de predadores, e responder a estas últimas com comportamentos antipredatórios (*e.g.* Punzo & Kukovi 1997, Persons *et al.* 2001, Persons & Rypstra 2001, Barnes *et al.* 2002, Taylor *et al.* 2005, Eiben & Persons 2007, Sweger *et al.* 2010). Entretanto, o número de espécies estudadas ainda não permite uma generalização do grau de importância das pistas no forrageio e nas respostas à predação em outras espécies e famílias de aranhas e em diferentes ecossistemas.

Em florestas tropicais, a alta diversidade biológica pode dificultar o reconhecimento de pistas das múltiplas espécies de predadores e de presas, especialmente para um predador generalista, em função da conseqüente diversidade de pistas químicas. Adicionalmente, há evidências de que os químicos são degradados quando submetidos à umidade (Dondale & Hegdekar 1973, Wilder *et al.* 2005), porém um trabalho realizado com aranhas tropicais mostra o contrário (Lizotte & Rovner 1989). Portanto, a importância relativa das pistas químicas no forrageio e nos comportamentos antipredatórios pode ser menor neste bioma.

Nas florestas tropicais úmidas da Amazônia, as aranhas simpátricas das espécies *Ctenus amphora* Melo-Leitão 1930 e *Ctenus crulsi* Melo-Leitão 1930 (Araneae, Ctenidae) são as mais abundantes aranhas de médio porte. Elas são errantes, de hábito

noturno e caçam na serrapilheira (Höfer *et al.* 1994, Gasnier & Höfer 2001). Estas espécies diferem marcadamente no consumo de um tipo de presa, os cupins do gênero *Syntermes* Holmgren, 1910 (Isoptera, Termitidae) (Gasnier *et al.* 2009) que são grandes (0.8 a 1.3 cm) e possuem soldados agressivos que defendem os operários durante o forrageio da serrapilheira no chão. Nas áreas onde estas duas espécies de aranhas coexistem e os *Syntermes* são abundantes, os cupins fazem parte de 50% da dieta de *C. crulsi* e menos de 10% da dieta de *C. amphora*. Além dos cupins, as duas espécies compartilham na dieta outros artrópodes comuns na serrapilheira como grilos, baratas e aranhas. Nestes dois ambientes também forrageiam dois grupos de animais que estão entre seus predadores mais freqüentes, as aranhas adultas e sub-adultas do gênero *Phoneutria* Perty, 1833 (Torres-Sanchez & Gasnier 2010) e as formigas de correição da espécie *Labidus praedator* (Fr. Smith, 1858) (Vieira & Höfer 1998, Gasnier & Höfer 2001).

Neste trabalho, investigamos experimentalmente em cativeiro se as espécies *C. amphora* e *C. crulsi* têm a capacidade de reconhecer pistas químicas deixadas por dois grupos de presas (cupins *Syntermes* sp. e grilos *Gryllus assimilis* (Fabricius, 1775) (Orthoptera, Gryllidae) e por dois grupos de predadores (aranhas *Phoneutria* spp. e formigas de correição *Labidus praedator*) e se estas duas espécies apresentam diferença no reconhecimento de pistas da presa mais comum na dieta de uma delas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **COLETA E MANUTENÇÃO**

Jovens de *C. amphora* e *C. crulsi*, subadultos e adultos de *Phoneutria* spp. foram coletados em agosto e novembro de 2011 na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas - UFAM (02°39'41.4"S; 60°07'57.5"N), uma área de 3.000 ha de floresta tropical úmida primária. As formigas de correição da espécie *Labidus praedator* foram coletadas em setembro de 2011 na Reserva Florestal Ducke, de área total 10.000 ha (02°55'S; 59°59'N). Os grilos *Gryllus assimilis* e os besouros-do-amendoim

*Palembus dermestoides* (Fairmaire, 1983) utilizados não são espécies regionais, foram adquiridos de criadores comerciais.

Optou-se por utilizar no experimento apenas jovens de *Ctenus* devido a variações comportamentais dos adultos ligadas à busca de parceiros reprodutivos ou a mudanças fisiológicas durante o desenvolvimento pré natal dos ovos (Salvestrini & Gasnier 2001). Esses fatores poderiam afetar o forrageio e o interesse por pistas de presas. Foram utilizados como potenciais predadores aranhas adultas e subadultas do gênero *Phoneutria*, pois as subadultas já tinham ao menos o dobro do tamanho de uma *Ctenus* adulta e, nesta fase, elas já são capazes de sobrepujá-las e predá-las (Torres-Sanchez & Gasnier 2010).

As aranhas foram transportadas até o Laboratório de Ecologia da UFAM em Manaus e mantidas individualmente em recipientes plásticos de 11 cm de altura e 15 cm de diâmetro. As mesmas foram submetidas a um ciclo de luminosidade de 12 horas de luz e 12 horas de escuridão, em temperatura média de 27°C. A elas foi oferecida água *ad libitum* e foram alimentados com larvas de *Palembus dermestoides* (besouro do amendoim) adquiridos em criadouros comerciais. Optou-se por utilizar larvas de besouro na alimentação das aranhas para evitar que a alimentação prévia com uma das presas utilizadas no experimento pudesse interferir no resultado. As aranhas foram privadas de alimento a partir do quinto dia que antecedeu os experimentos para a padronização da fome. As formigas de correição foram coletadas na semana da realização do experimento e a elas também foi oferecida água *ad libitum*, não tendo sido alimentadas em cativeiro.

#### OBTENÇÃO DAS PISTAS QUÍMICAS

##### *Experimento 1 – Percepção de pistas químicas de potenciais presas*

As pistas químicas foram obtidas mantendo os organismos presos por um período de 24 horas em potes medindo 7 cm de altura por 19 cm de diâmetro, cujo fundo estava recoberto por três recortes de papel filtro (Fig. 1A). Para *Syntermes* sp., foram obtidos 66 recortes com pistas mantendo 22 grupos de 20 indivíduos por pote.

Para *Gryllus assimilis*, foi obtida a mesma quantidade de recortes mantendo-se 25 indivíduos por pote.

### *Experimento 2 – Percepção de pistas químicas de potenciais predadores*

As pistas químicas foram obtidas mantendo os organismos predadores por um período de 24 horas em potes medindo 7 cm de altura por 19 cm de diâmetro, cujo fundo estava recoberto por dois recortes de papel filtro semi-circulares (Fig. 1B). Para *L. praedator*, foram obtidos 15 recortes com pistas mantendo 8 grupos de 30 indivíduos por pote. Para *Phoneutria* spp., foram obtidos 36 recortes obtidos com um indivíduo por pote.

### CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Nos dois experimentos os recortes de papel filtro foram separados entre si por uma faixa de 1 cm de largura e, ao centro, um círculo com 5cm de diâmetro foi preservado para que ali fosse disposta a aranha, de forma a impedir que ela tivesse contato prévio com um dos substratos (Fig. 1).

Cada aranha foi posicionada no círculo central sob um pote plástico e lá deixada por 3 minutos para aclimação. Após este período foi registrada a presença de cada uma das aranhas em um dos dois tipos de substrato a cada 10 minutos ao longo de uma noite, das 20h10 às 05h00, totalizando 54 registros para cada aranha. Todos os recortes de papel filtro marcados com pistas químicas foram utilizadas apenas uma vez, tendo sido descartadas ao fim das observações.

Avaliamos a frequência com a qual as aranhas foram observadas sobre um de cada tipo de substrato oferecido dentre os 54 registros feitos pra cada aranha. Os registros em que as aranhas foram observadas nas paredes dos potes foram considerados, somente as observações em que as aranhas foram encontradas sobre o círculo central foram desconsideradas na análise.

Espécimes voucher das aranhas, presas e predadores foram depositados na Coleção de Aracnídeos do Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia, Manaus-AM sob os números INPA-AR 8000 – INPA-AR 8005.

#### *Experimento 1 – Percepção de pistas químicas de potenciais presas*

As observações do comportamento de 25 aranhas foram realizadas durante duas noites de agosto de 2010 (*C. amphora* n=15; *C. crulsi* n=10), tendo sido observadas 5 *C. amphora* em cada noite e 7 *C. crulsi* na primeira noite e 8 na segunda. As observações das demais 40 aranhas (*C. amphora* n=22; *C. crulsi* n=18) foram realizadas durante duas noites em novembro de 2012 tendo sido observadas na primeira noite 11 *C. amphora* e 9 *C. crulsi* a cada noite.

#### *Experimento 2 – Percepção de pistas químicas de potenciais predadores*

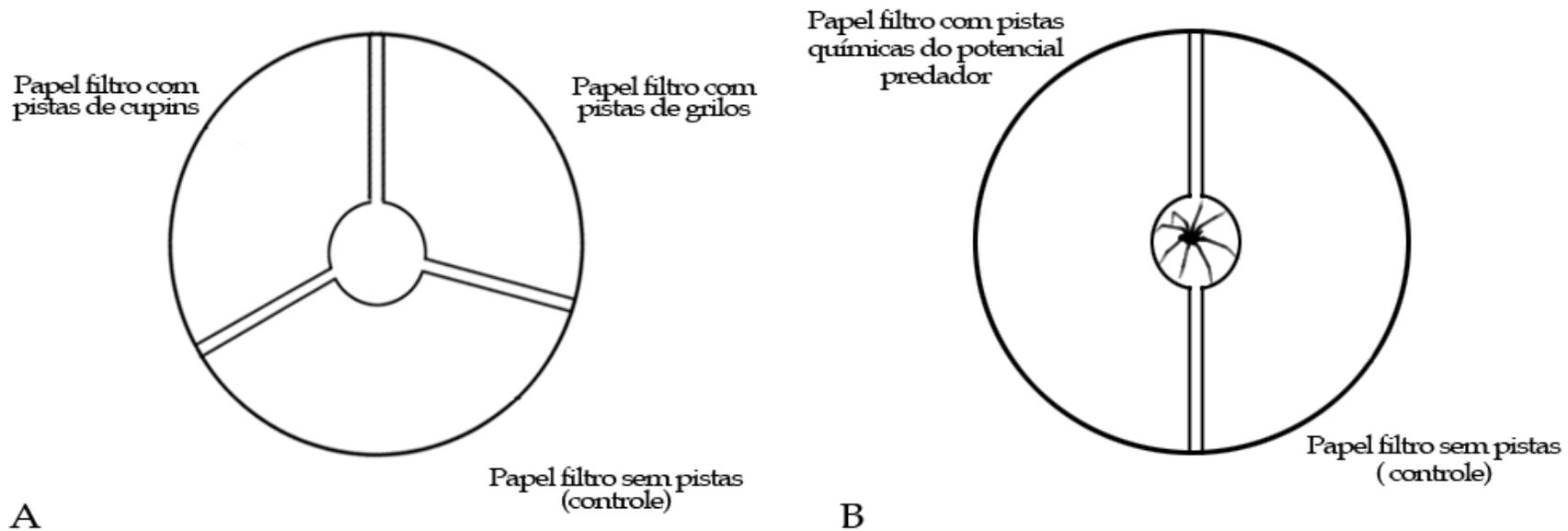
As observações do comportamento das 15 aranhas submetidas a pistas de *L. praedator* foram realizadas durante uma noite em setembro de 2010 (*C. amphora* n=9; *C. crulsi* n=6). A imprevisibilidade dos encontros com as formigas de correição resultaram em poucos indivíduos coletados, logo não descartamos a possibilidade de que nossos resultados possam vir a refletir o baixo número amostral apresentado para este tratamento.

As observações das aranhas submetidas a pistas de *Phoneutria* spp. foram realizadas ao longo de duas noites em dezembro de 2010, tendo sido observadas 9 *C. crulsi* e 9 *C. amphora* a cada noite (*C. amphora* n=18; *C. crulsi* n=18).

### ANÁLISE ESTATÍSTICA

#### *Experimento 1 – Percepção de pistas químicas de potenciais presas*

Para avaliar em qual das opções oferecidas cada aranha foi observada em maior proporção, calculamos para cada uma três índices de proporção (IP):



---

FIGURA 1. Em ambos os experimentos foi disposto em cada arena um recorte de papel filtro sem pistas químicas (controle). Para o Experimento 1 (A) também foram dispostos um recorte de papel filtro marcado com pistas químicas de 20 indivíduos de cupins *Syntermes* sp. e um recorte de papel filtro marcado por 25 indivíduos de *G. assimilis*, cada um equivalente a um terço do espaço disponível. No Experimento 2 (B) na outra metade da arena foi disposto um recorte de papel filtro marcado com pistas químicas de um indivíduo adulto ou sub-adulto de *Phoneutria* spp ou papel filtro marcado por 30 indivíduos de *L. praedator*.

---

$$IP_{GRI} = R_{GRI} / (R_{GRI} + R_{CTR})$$

$$IP_{CUP} = R_{CUP} / (R_{CUP} + R_{CTR})$$

$$IP_{CxG} = R_{CUP} / (R_{CUP} + R_{GRI})$$

$$IP_{SPP} = IP_{CxG(CA)} \text{ vs } IP_{CxG(CC)}$$

Onde:

$R_{GRI}$ : Número de registros sobre pistas de grilos;

$R_{CUP}$ : Número de registros sobre pistas de cupins;

$R_{CTR}$ : Número de registros sobre o controle;

$IP_{GRI}$ : Índice de permanência sobre pistas de grilos, considerando apenas os registros sobre pistas de grilos e no controle (excluindo registros com cupins). No caso de resposta positiva para grilos, o esperado é que o  $IP_{GRI}$  médio seja significativamente superior a 0,5;

$IP_{CUP}$ : Índice de permanência sobre pistas de cupins, considerando apenas os registros sobre pistas de cupins e no controle (excluindo registros com grilos). No caso de resposta positiva para cupins, o esperado é que o  $IP_{CUP}$  médio seja significativamente superior a 0,5;

$IP_{CxG}$ : segundo índice de permanência sobre as pistas de cupins, considerando apenas os registros sobre pistas de cupins e grilos (excluindo o controle). No caso de maior afinidade por uma das duas presas, seja por preferência ou por melhor capacidade de reconhecimento, o esperado é que  $IP_{CxG}$  seja diferente de 0,5 (superior indicaria maior afinidade por cupins e inferior indicaria maior afinidade por grilos).

Foi feita ainda uma comparação ( $IP_{SPP}$ ) entre os valores de  $IP_{CxG}$  entre *C. amphora* e *C. crulsi* para avaliar se há diferença de afinidade por cupins em relação aos grilos entre as duas espécies de aranhas. Para esta análise unicamente foi utilizado um Two sample randomization test (Manly, 2007). O IC95 é, neste caso, um intervalo de confiança de diferença entre as médias, que inclui o zero de forma que não há evidencia de diferença. Para este caso não tendo sido observada significância no IC95, não foi calculado IC99.

## *Experimento 2 – Percepção de pistas químicas de potenciais predadores*

Para avaliar se houve diferença nos tempos de permanência sobre pistas comparado com os controles calculamos dois índices de permanência (IP):

$$IP_{CPHO} = R_{CRT} / (R_{PHO} + R_{CTR})$$

$$IP_{CLP} = R_{CRT} / (R_{LAB} + R_{CTR})$$

Onde:

$R_{CTR}$ : Número de registros sobre o controle;

$R_{PHO}$ : Número de registros sobre pistas de *Phoneutia* spp;

$R_{LAB}$ : Número de registros sobre pistas de *Labidus praedator*;

$IP_{CPHOpho}$ : Índice de permanência sobre o controle em comparação ao tempo sobre as pistas de *Phoneutria* spp., calculado separadamente para cada espécie de *Ctenus*;

$IP_{CLP}$ : Índice de permanência sobre o controle em comparação ao tempo sobre as pistas de *Labidus praedator*, calculado conjuntamente para as duas espécies de *Ctenus* (Tabela 1).

Cada um dos Índices de Permanência (IP) calculados foi reamostrados pela técnica de *bootstrap* para gerar intervalos de confiança das médias. *Bootstrap* é uma técnica que permite o cálculo de intervalos de confiança independente de uma premissa de distribuição dos dados (e. g. normalidade) (Efron, 1982). Em cada teste foram realizadas 1000 reamostragens. Para obter o intervalo de confiança de 95% de reamostragem de média, foram utilizados os valores 2,5% inferiores e 2,5% superiores das médias obtidas por *bootstrap*. O mesmo foi feito para o intervalo de confiança de 99%, com os valores 0,5% inferiores e 0,5% superiores. Todas as análises foram realizadas no programa SYSTAT para análises estatísticas (Wilkinson, 1988).

## **RESULTADOS**

### *Experimento 1 – Percepção de pistas químicas de potenciais presas*

Foi encontrada diferença significativa nas respostas das duas espécies de *Ctenus* à presença de pistas químicas de presas, tendo ambas permanecido mais tempo sobre as pistas de grilos ou cupins em comparação com o controle (Fig. 2; Tabela 1). Houve diferença significativa no tempo de permanência de ambas as espécies sobre os dois tipos de pistas de presas fornecidas, tendo as mesmas permanecido por mais tempo sobre as pistas de cupins. Diferindo do esperado, não foi observada diferença significativa no tempo de permanência sobre as pistas de cupins entre as duas espécies de *Ctenus* (Fig. 2; Tabela 1).

#### *Experimento 2 – Percepção de pistas químicas de potenciais predadores*

Não foi encontrada diferença significativa nas respostas das duas espécies de *Ctenus* quando lhes dada a opção entre papel filtro com pistas químicas obtidas de *Phoneutria* spp. ou *Labidus praedator* e o controle. Dado o pequeno número amostral para a análise da resposta às pistas de *L. praedator*, apresentamos os valores para as duas espécies de *Ctenus* em conjunto (Fig. 3; Tabela 1).

TABELA 1. *Resumo das respostas de C. amphora e C. crulsi à presença de pistas químicas de presas e predadores. IPM= Índice de Permanência médio; IC95i= Intervalo de confiança de 95% inferior; IC95s= Intervalo de confiança de 95% superior; IC99i= Intervalo de confiança de 99% inferior; IC99s= Intervalo de confiança de 99% superior; NS = não significativo*

Taxa	IP	IPM	IC95i	IC95s	IC99i	IC99s	P
<i>C. amphora</i>	IP <sub>GRI</sub>	0,732	0,671	0,779	0,661	0,801	< 0,01
<i>C. crulsi</i>	IP <sub>GRI</sub>	0,723	0,639	0,789	0,623	0,802	< 0,01
<i>C. amphora</i>	IP <sub>CUP</sub>	0,807	0,738	0,848	0,734	0,887	< 0,01
<i>C. crulsi</i>	IP <sub>CUP</sub>	0,829	0,761	0,878	0,720	0,887	< 0,01
<i>C. amphora</i>	IP <sub>CxG</sub>	0,606	0,539	0,663	0,516	0,682	< 0,01
<i>C. crulsi</i>	IP <sub>CxG</sub>	0,629	0,538	0,718	0,510	0,739	< 0,01
<i>Ctenus spp.</i>	IP <sub>SPP</sub>	-	-0,10	+0,10	-	-	NS
<i>C. amphora</i>	IP <sub>CPHO</sub>	0,549	0,435	0,692	0,352	0,718	NS
<i>C. crulsi</i>	IP <sub>CPHO</sub>	0,484	0,332	0,636	0,278	0,679	NS
<i>Ctenus spp.</i>	IP <sub>CLP</sub>	0,565	0,439	0,709	0,400	0,778	NS

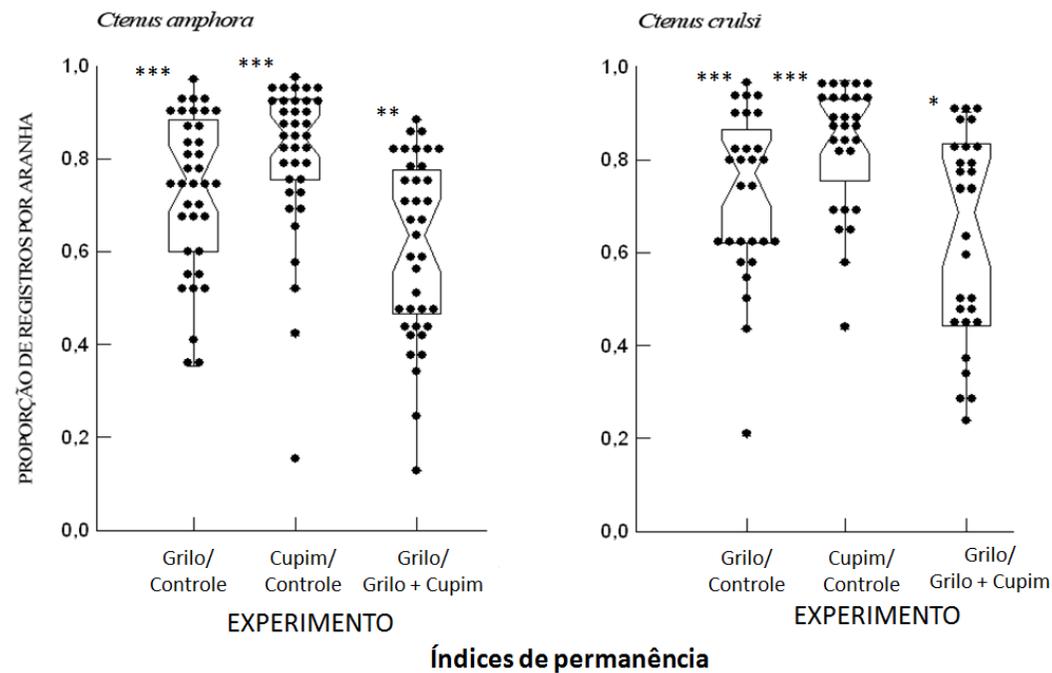


FIGURA 2. Proporção de registros das aranhas *Ctenus amphora* e *C. crulsi*, observadas ( $IP_{GRI}$ ) sobre pistas das presas grilos *Gryllus assimilis* em comparação ao controle (sem pistas); ( $IP_{CUP}$ ) sobre pistas de cupins *Syntermes* sp. em comparação ao controle e; ( $IP_{CxG}$ ) sobre as pistas de cupins em comparação aos registros sobre pistas de cupins e grilos (excluindo o controle). O box plot sob os dados é do tipo “estreitado” (“notched”) na mediana, retornando à largura normal nos intervalos de confiança da mediana (95%) superiores e inferiores. \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$

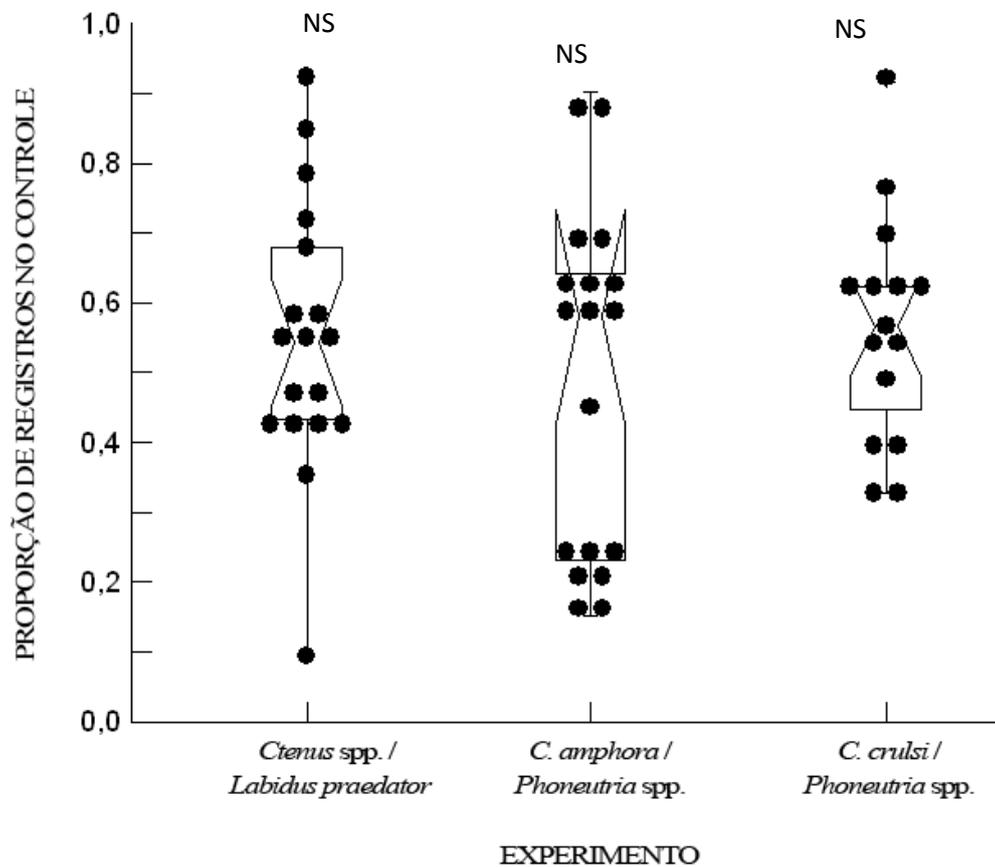


FIGURA 3. Proporção de registros de aranhas *Ctenus amphora* e *C. crulsi*, observadas sobre o controle ao longo de 54 observações com intervalos de 10 minutos sob dois tratamentos: 1) controle e pistas de formigas de correição *Labidus praedator* (IP<sub>CLP</sub>); 2) controle e pistas químicas de aranhas *Phoneutria* spp. (IP<sub>CPHO</sub>). O box plot sob os dados é do tipo “estreitado” (“notched”) na mediana, retornando à largura normal nos intervalos de confiança da mediana (95%) superiores e inferiores. NS: Não significativo.

## DISCUSSÃO

Como o observado em estudos realizados em ambiente temperado para algumas espécies de aranhas da família Lycosidae (e.g. Persons & Uetz 1996, Persons & Rypstra 2000), as duas espécies de *Ctenus* responderam à presença de pistas químicas das presas. Esta habilidade de detectar pistas de presas pode aumentar a eficiência do forrageio ao minimizar o tempo de busca (e.g. Persons & Uetz 1996) e, conseqüentemente, o tempo de exposição a predadores e parasitas.

Ao contrário do que esperávamos, não houve diferença na resposta entre *C. crulsi* e *C. amphora* às pistas químicas de *Gryllus* e *Syntermes*, embora *C. crulsi* consuma na natureza uma quantidade muito maior destes cupins. Gasnier *et al.* (2009) sugerem que *C. crulsi* tem maior habilidade em capturar os cupins com segurança em meio aos soldados agressivos desta espécie, de forma que a habilidade de captura e não a detecção das pistas pode ser o fator mais relevante para determinar esta diferença no consumo de cupins.

Não houve diferença significativa no tempo de permanência sobre pistas de predadores comparado com um controle, porém este resultado não exclui a possibilidade que haja percepção e reconhecimento destas pistas químicas, pois a resposta pode ser de outra natureza como longos períodos de imobilidade, aumento do movimento sem deslocamento para frente “nonforward movement”, menor tempo de residência sobre os químicos dos predadores e menor distância percorrida (e.g. Punzo & Kukovi 1997, Persons & Rypstra 2001, Persons *et al.* 2001, Barnes *et al.* 2002, Taylor *et al.* 2005, Eiben & Persons 2007, Sweger *et al.* 2010). Todavia, há outros motivos para acreditarmos que nossos resultados refletem a incapacidade destas aranhas reconhecerem as pistas químicas destes predadores em particular.

Vieira e Höfer 1998 descreveram as aranhas *Ctenus* como uma das presas mais frequentes das formigas de correição. Estas formigas forrageiam em grandes enxames que se locomovem rapidamente de forma que para evitá-las é necessário que a fuga também seja rápida. Por este motivo, se houvesse o reconhecimento da pista química como um indicativo de presença deste predador, esperava-se que as aranhas se afastassem rapidamente dos químicos e permanecessem sobre o controle, o que não foi

observado. Embora estes predadores tenham um impacto forte sobre a população de *Ctenus* por onde passa um enxame, a frequência estimada de encontros entre uma aranha e um enxame é baixa (Gasnier & Höfer 2001), talvez insuficiente para possibilitar o reconhecimento da pista como indicativo de presença deste potencial predador. Ainda que haja um reconhecimento de químicos, acreditamos que não seria a principal forma de detecção contra este grupo de predadores. As aranhas da família Ctenidae são bastante sensíveis à vibração e podem fazer uso da percepção destes estímulos mecânicos, detectados pelos órgãos metatarsais (Barth 2002) e não dos químicos. Ao locomoverem-se os enxames de formiga geram uma grande vibração sobre a liteira, de forma que a percepção desta vibração, e não dos químicos possa alertar as aranhas.

As aranhas adultas e subadultas *Phoneutria* são predadores eficientes de *Ctenus* (Torres-Sanches e Gasnier 2010). Enquanto jovens as *Phoneutria* são menores que as *Ctenus*, sendo por elas predadas. Quando adultas podem ser até nove vezes maiores (Gasnier *et al.* 2002) e passam a atuar como predadoras, de forma que era esperado que as aranhas-presas estudadas evitassem os químicos das aranhas-predadoras utilizadas, todas com tamanho suficiente para predá-las. Persons e Rypstra (2001) demonstraram que a aranha-presa *Pardosa milvina* (Lycosidae) só evita os químicos de aranhas-predadoras de tamanho igual ou maior, o que reforçou a expectativa de resposta antipredatória diante de pistas de *Phoneutria* spp., no entanto esta não foi observada. Assim como para as formigas de correição, é possível que a taxa de encontros com *Phoneutria* para um determinado indivíduo de *Ctenus* seja relativamente baixa, dada a baixa densidade de *Phoneutria*. Este fator pode atuar diminuindo a chance de um encontro que termine em uma fuga bem sucedida e também diminui as chances de associação das pistas ao predador, uma vez que o encontro com as pistas e com o predador teriam de ocorrer em um curto intervalo de tempo, dada a baixa duração das pistas (Barnes *et al.* 2002).

Não descartamos a possibilidade de haver percepção e reconhecimento de pistas químicas de predadores pelas duas espécies de *Ctenus* que estudamos, contudo, acreditamos que há poucos predadores suficientemente abundantes para possibilitar encontros frequentes e uma associação de pista com predador. Estudos futuros com

estas espécies poderiam se concentrar na relação de predação intragenérica, considerando que o predador mais frequente de *Ctenus* provavelmente sejam outras aranhas do gênero, ou aprofundar a análise com formigas de correição e *Phoneutria*, comparando as respostas de indivíduos que tenham sobrevivido a encontros com elas.

A alta diversidade de presas pode tornar o reconhecimento de pistas mais complexo que em ambientes com menor diversidade, porém este fator pode ser menos limitante para as presas mais comuns. Quanto à percepção de predadores, mesmo que haja a associação de pistas com predadores mais frequentes, acreditamos que o reconhecimento de pistas de predadores seja pouco comum para estas aranhas por ser pouco efetivo para evitar a diversidade de predadores existentes neste sistema. A capacidade de associação de pistas químicas por aranhas errantes ainda precisa ser mais investigada incluindo mais espécies e famílias de aranhas de diferentes biomas para sabermos até que ponto e em que condições ela é importante no forrageio e nas respostas antipredatórias.

## REFERÊNCIAS

- BARNES, M. C., PERSONS, M. H. E RYPSTRA, A. L. 2002. The effect of predator chemical cue age on chemically-mediated antipredator behavior in the wolf spider *Pardosa milvina* (Araneae: Lycosidae). *Journal of Insect Behavior* 15: 269–281.
- BARTH, F. G. 2002. *A Spider's World: Senses and behavior*. Springer-Verlag, Berlin.
- DICKE, M. E GROSTAL, P. 2001. Chemical detection of natural enemies by arthropods: an ecological perspective. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 1–23.
- DIX, T. L. E HAMILTON, P. V. 1993. Chemically mediated escape behaviour in the marsh periwinkle *Littoraria irrorata* Say. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 166: 135–149.
- DONDALE, C. D. E HEGDEKAB, B. M. 1973. The contact sex pheromone of *Pardosa lapidicina* Emerton (Araneida: Lycosidae) *Canadian Journal of Zoology* 51: 400–4001.
- EIBEN, B. E PERSONS, M. 2007. The effect of prior exposure to predator cues on chemically-mediated defensive behavior and survival in the wolf spider *Rabidosa rabida* (Araneae: Lycosidae). *Behaviour* 144: 889–906.

- GASNIER, T. R. E HÖFER, H. 2001. Patterns of abundance of four species of wandering spiders (Ctenidae, *Ctenus*) in a forest in Central Amazonia. *The Journal of Arachnology* 29: 95–103.
- GASNIER, T. R., DE AZEVEDO, C. S., TORRES-SANCHEZ, M. P. E HÖFER, H. 2002. Adult size of eight hunting spider species in Central Amazonia: Temporal variations and sexual dimorphisms. *Journal of Arachnology* 30: 146–154.
- GASNIER, T. R., HÖFER, H., TORRES-SANCHEZ, M. P. E AZEVEDO, C. S. 2009. História natural de algumas espécies de aranhas das famílias Ctenidae e Lycosidae na Reserva Ducke: Bases para um modelo integrado de coexistência *In*. Fonseca, C. R. V., Magalhães, C., Rafael, J. A. e Franklin, E. A Fauna de Artrópodes da Reserva Florestal Ducke. Estado atual do conhecimento taxonômico e biológico, pp. 223–229. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, BR.
- HÖFER, H., BRESOVIT, A. D. E GASNIER, T. 1994. The wandering spiders of the genus *Ctenus* (Ctenidae, Araneae) of Reserva Ducke, a rainforest reserve in Central Amazonia. *Andrias* 13: 81–98.
- LIZOTTE, R. E ROVNER, J. 1989. Water-Resistant sex pheromones in Lycosid spiders from a tropical wet forest. *Journal of Arachnology* 17: 122–125.
- PERSONS, M. H. E RYPSTRA, A. L. 2000. Preference for chemical cues associated with recent prey in the wolf spider *Hogna helluo* (Araneae: Lycosidae). *Ethology* 106: 27–35.
- MANLY, B.F.J. 2007. Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology. 3rd ed. Boca Raton, FL.
- RYPSTRA, A. L. 2001. Wolf spiders show graded antipredator behavior in the presence of chemical cues from different sized predators. *Journal of Chemical Ecology* 27: 2493–2504.
- PERSONS, M. H., WALKER, S. E., RYPSTRA, A. L. E MARSHALL, S. D. 2001. Wolf spider predator avoidance tactics and survival in the presence of diet-associated predator cues (Araneae: Lycosidae). *Animal Behaviour* 61: 43–51.
- PERSONS, M. H. E UETZ, G. W. 1996. Wolf spiders vary patch residence time in the presence of chemical cues from prey (Araneae, Lycosidae). *The Journal of Arachnology* 24: 76–79.

- PHILLIPS, D. W. 1977. Avoidance and escape responses of the gastropod mollusk *Olivella biplicata* (Sowerby) to predatory asteroids. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 28: 77–86.
- PUNZO, F. E KUKOYI, O. 1997. The effects of prey chemical cues on patch residence time in the wolf spider *Trochosa parthenus* (Chamberlin) (Lycosidae) and the lynx spider *Oxyopes salticus* Hentz (Oxyopidae). *Bulletin of the British Arachnological Society* 10: 323–326.
- SALVESTRINI, F. M. D. E GASNIER, T. 2001. Differences in the activity of juveniles, females and males of two hunting spiders of the genus *Ctenus* (Araneae, Ctenidae): active males or inactive females? *The Journal of Arachnology* 29: 76–278.
- SCHEIBLING, R. E. E HAMM, J. 1991. Interactions between sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis*) and their predators in field and laboratory experiments. *Marine Biology* 110: 105–116.
- SWEGER, A. L., MARR, M., SATTESON, A., RYPSTRA, A.L. E PERSONS, M.H. 2010. The effects of predation risk on female silk deposition and male response to predator-cued conspecifics in the wolf spider *Pardosa milvina* (Araneae; Lycosidae). *Journal of Arachnology* 38: 393–397.
- TAYLOR, A. R., PERSONS, M. H. E RYPSTRA A. L. 2005. The effect of perceived predation risk on male courtship and copulatory behavior in the wolf spider *Pardosa milvina* (Araneae, Lycosidae). *Journal of Arachnology* 33: 76–81.
- TOMBA, A. M., KELLER T. A. E MOORE, P. A. 2001. Foraging in complex odor landscapes: chemical orientation strategies during stimulation by conflicting chemical cues. *Journal of the North American Benthological Society* 20: 211–222.
- TORRES-SANCHEZ M. P. E GASNIER T. R. 2010. Patterns of abundance, habitat use and body size structure of *Phoneutria reidyi* and *P. fera* (Araneae: Ctenidae) in a Central Amazonian rainforest. *The Journal of Arachnology* 38: 433–440.
- TURNER, A. M. 2008. Predator diet and prey behaviour: freshwater snails discriminate among closely related prey in a predator's diet. *Animal Behaviour* 76: 1211–1217.
- VIEIRA, R. E HÖFER, H. 1998. Efeito do forrageamento de *Ecitton burchelli* (Hymenoptera, Formicidae) sobre a araneofauna de liteira e uma floresta tropical de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazonica* 28: 345–351.

- WILDER, S. M., DEVITO, J., PERSONS, M. H. E RYPSTRA, A. L. 2005. The effects of moisture and heat on the efficacy of chemical cues used in predator detection by *Pardosa milvina* (Araneae, Lycosidae). *Journal of Arachnology* 33: 857–861.
- WILKINSON, L. 1988. SYSTAT: The system for Statistics. SYSTAT Inc., Evanston, Illinois, USA.
- WISENDEN, B. D. E MILLARD, M. C. 2001. Aquatic flatworms use chemical cues from injured conspecifics to assess predation risk and to associate risk with novel cues. *Animal Behaviour* 62: 761–766.
- ZAR, J. H. 1984. *Bioestatistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

## CAPÍTULO 2

### **PREFERÊNCIA POR TIPO DE SOLO DE DUAS ESPÉCIES DE ARANHAS ERRANTES (*CTENUS AMPHORA* E *C. CRULSI*: CTENIDAE) EM UMA FLORESTA NA AMAZÔNIA CENTRAL**

**Preferência por tipo de solo de duas espécies de aranhas errantes (*Ctenus amphora* e *C. crulsi*: Ctenidae) em uma floresta na Amazônia Central**

Erika Portela de Lima Silva<sup>1</sup>; Rodrigo Hirata Willemart<sup>2</sup>; Thierry Ray Jehlen Gasnier<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Ecologia, Departamento de Biologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas.

<sup>2</sup>Laboratório de Ecologia Sensorial e Comportamento de Artrópodes, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo.

Endereço eletrônico:

EPLS: erikaportela@gmail.com

RHW: willemart@usp.br

TRJG: tgasnier@ufam.edu.br

Uma variedade de pistas pode ser utilizada pelos organismos como estímulo proximal na seleção de habitat (Krebs 1985). Fatores que influem sobre a seleção de habitat em aranhas incluem a disponibilidade de presas (*e.g.* Szymkowiak *et al.* 2005), de refúgio (*e.g.* Rypstra *et al.* 1999), de parceiros sexuais (*e.g.* Kotiaho *et al.* 2000), o riscos de predação (*e.g.* Blamires *et al.* 2007, Rypstra 2007 ) e aspectos estruturais (Romero *et al.* 2007, Rypstra 2007). Embora o tipo de solo possa influir em diversas características do microhabitat, como quantidade de serrapilheira e sua fauna associada (De Castilho *et al.* 2006, Luizão *et al.* 2007), que são importantes para aranhas errantes do solo, desconhecemos a existência de trabalhos que tenham mostrado que as aranhas desta guilda podem perceber o tipo de solo e selecionar habitat com base nesta percepção.

Nas florestas tropicais úmidas da Amazônia, as aranhas simpátricas das espécies *Ctenus amphora* Melo-Leitão 1930 e *Ctenus crulsi* Melo-Leitão 1930 (Araneae, Ctenidae) são as mais abundantes aranhas de médio porte. Elas são errantes, de hábito noturno, caçam na serrapilheira (Höfer *et al.* 1994, Gasnier & Höfer 2001) e estão amplamente distribuídas em toda a Amazônia. *Ctenus amphora* é mais abundante em campinaranas, uma floresta sobre solos arenosos, mas também é relativamente comum na florestas ombrófilas densas sobre latossolo, enquanto *C. crulsi* predomina em áreas de florestas ombrófilas densas e é quase ausente em campinaranas (Gasnier & Höfer 2001). Estes solos determinam diferentes tipos de vegetação, microclima e disponibilidade de presas que poderiam favorecer diferentemente cada uma das espécies (Gasnier *et al.* 2009).

Diferentes respostas destas duas espécies de aranhas ao tipo de solo poderiam contribuir para explicar os padrões espaciais na abundância dessas espécies na natureza. O objetivo deste trabalho foi verificar experimentalmente em cativeiro se há diferença de resposta aos solos argiloso e arenoso pelas espécies de aranhas errantes *C. amphora* e *C. crulsi*.

## **MÉTODOS**

### **COLETA E MANUTENÇÃO**

Jovens de *C. amphora* e *C. crulsi* e amostras de solo arenoso e argiloso, foram coletados em agosto e novembro de 2011, épocas de grande umidade e altas temperaturas, na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas - UFAM (02°39'41.4"S; 60°07'57.5"N), uma área de 3.000 ha de floresta tropical úmida primária. Optou-se por utilizar no experimento apenas jovens de *Ctenus* devido aos adultos apresentarem variações comportamentais ligadas à busca de parceiros reprodutivos ou a mudanças fisiológicas durante o desenvolvimento pré natal dos ovos (Salvestrini & Gasnier 2001). Só foram utilizadas no experimento aranhas com tamanho mínimo de 5 mm de comprimento de cefalotórax, uma vez que este é o tamanho mínimo suficiente para garantir a correta identificação a nível específico das duas espécies de aranhas estudadas com base em seus padrões de coloração (Höfer *et al.* 1994). O tamanho máximo de comprimento de cefalotórax foi de 6,5 mm e, dentro desta variação, não foi possível distinguir o sexo de nenhum dos indivíduos coletados.

As aranhas foram transportadas individualmente até o Laboratório de Ecologia da UFAM em Manaus e mantidas individualmente em recipientes plásticos de 11 cm de altura e 15 cm de diâmetro, sendo submetidas a um ciclo de luminosidade de 12h de luz e 12h de escuridão, em temperatura média de 27°C. A elas foi oferecida água *ad libitum* e foram alimentados com três larvas de *Palembus dermestoides* (besouro do amendoim) a cada três dias, tendo sido privadas de alimento a partir do quinto dia que antecedeu os experimentos para padronização da fome. As amostras de solo foram transportadas em sacos plásticos, protegidas de luminosidade e ressecamento, e mantidas desta forma até a data de sua utilização no experimento, até uma semana após a coleta.

#### CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Pouco antes do início do experimento, amostras de solo seco, argiloso e arenoso foram dispostas em potes medindo 7 cm de altura por 19 cm de diâmetro, cujo fundo estava recoberto por uma base construída em isopor que em seu centro possuía uma divisória de 1 cm de altura e 1 cm de largura com o intuito de impedir contato entre os solos (Fig. 1).

Cada aranha foi posicionada no círculo central sob um pote plástico e lá deixada por 3 minutos para aclimatação. Após este período foi registrada a presença de cada uma das aranhas em um dos dois tipos de solo a cada 10 minutos ao longo de uma noite, das 20h10 as 05h00, totalizando 54 registros para cada aranha. Todas as amostras de solo foram utilizadas apenas uma vez, tendo sido descartadas ao final das observações e cada aranha foi observada uma única vez.

As observações do comportamento de 27 aranhas foram realizadas durante duas noites de agosto de 2010 (*C. amphora* n=17; *C. crulsi* n=10), tendo sido observadas 5 *C. crulsi* a cada noite e 8 *C. amphora* na primeira noite e 9 na segunda. As observações das demais 40 aranhas (*C. amphora* n=20; *C. crulsi* n=20) foram realizadas durante duas noites em novembro de 2012 tendo sido observadas 10 *C. crulsi* e 10 *C. amphora* a cada noite.

Contabilizamos o número de registros sobre o solo argiloso dentre os 54 registros feitos por aranha. Foram considerados todos os registros nos quais a aranha era observada com pelo menos quatro de suas pernas tocando um dos tipos de solo e nenhuma perna em contato com o outro tipo de solo.

Espécimes voucher foram depositados na Coleção de Aracnídeos do Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia, Manaus-AM sob os números INPA-AR 8000 – INPA-AR 8005.

#### ANÁLISE ESTATÍSTICA

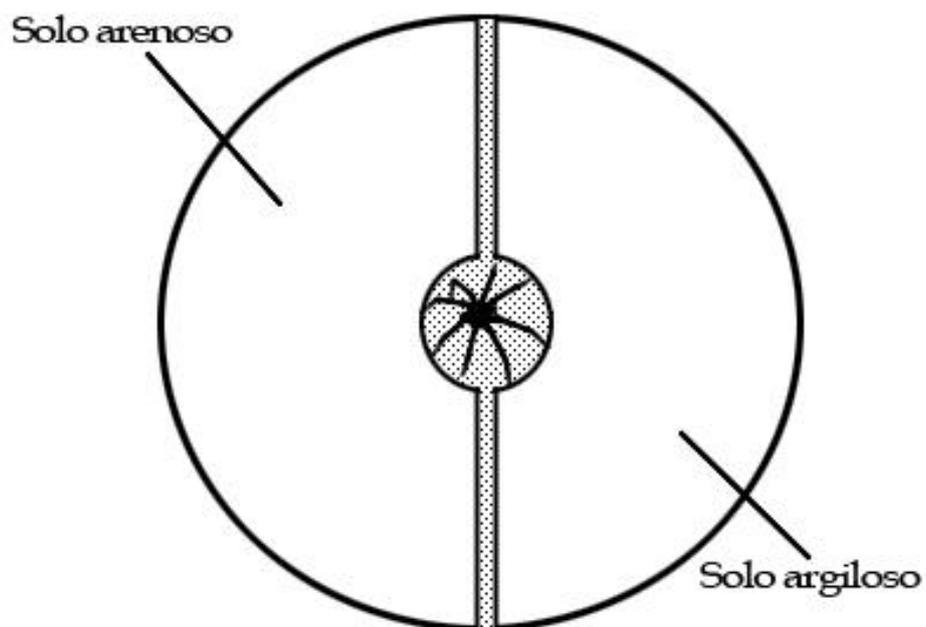
Podemos inferir que há percepção e seleção do tipo de solo argiloso se o tempo de permanência sobre ele fosse significativamente superior a 0,5 (se for significativamente inferior a 0,5, a preferência é sobre o solo arenoso). Calculamos para cada aranha um índice de permanência sobre solo argiloso ( $IP_{SOLO}$ ):

$$IP_{SOLO} = R_{ARG} / (R_{ARG} + R_{ARE})$$

Onde:

$R_{ARG}$ : Número de registros sobre solo argiloso;

$R_{ARE}$ : Número de registros sobre solo arenoso;



---

FIGURA 1. No fundo da arena foi disposta uma base construída em isopor possuindo uma divisória que separava os dois tipos de solo. Ao centro da divisória uma área circular de aproximadamente 5 cm de diâmetro foi preservada para que ali fosse disposta a aranha.

---

$IP_{SOLO}$  : Índice de permanência sobre o solo argiloso em comparação ao tempo sobre o solo arenoso.

Os dados de  $IP_{SOLO}$  para cada espécie foram reamostrados pela técnica de *bootstrap* para gerar intervalos de confiança das médias. *Bootstrap* é uma técnica que permite o cálculo de intervalos de confiança independente de uma premissa de distribuição dos dados (e. g. normalidade) (Efron, 1982). Em cada teste foram realizadas 1000 reamostragens. Para obter o intervalo de confiança de 95% de reamostragem de média, foram utilizados os valores 2,5% inferiores e 2,5% superiores das médias obtidas por *bootstrap*. O mesmo foi feito para o intervalo de confiança de 99%, com os valores 0,5% inferiores e 0,5% superiores. Todas as análises foram realizadas no programa SYSTAT para análises estatísticas (Wilkinson, 1988).

## RESULTADOS

A média do Índice de Permanência ( $MIP_{SOLO}$ ) de *C. amphora* ( $MIP_{SOLO}=0,497$ ;  $IC95=0.438$  a  $0.551$ ;  $IC99=0.420$  a  $0.574$ ) foi próxima ao valor esperado na ausência de preferência por tipo de solo ( $IP_{SOLO}=0,5$ ), dentro do intervalo de confiança de 95% estimados por *bootstrap*. A média do Índice de Permanência ( $IP_{SOLO}$ ) de *C. crulsi* ( $IP_{SOLO}=0,607$ ;  $IC95=0.520$  a  $0.701$ ;  $IC99=0.492$  a  $0.716$ ) foi significativamente superior ao valor esperado na ausência de preferência por tipo de solo ( $IP_{SOLO}=0,5$ ), acima do intervalo de confiança superior de 99% estimado por *bootstrap*, indicando preferência por solo argiloso.

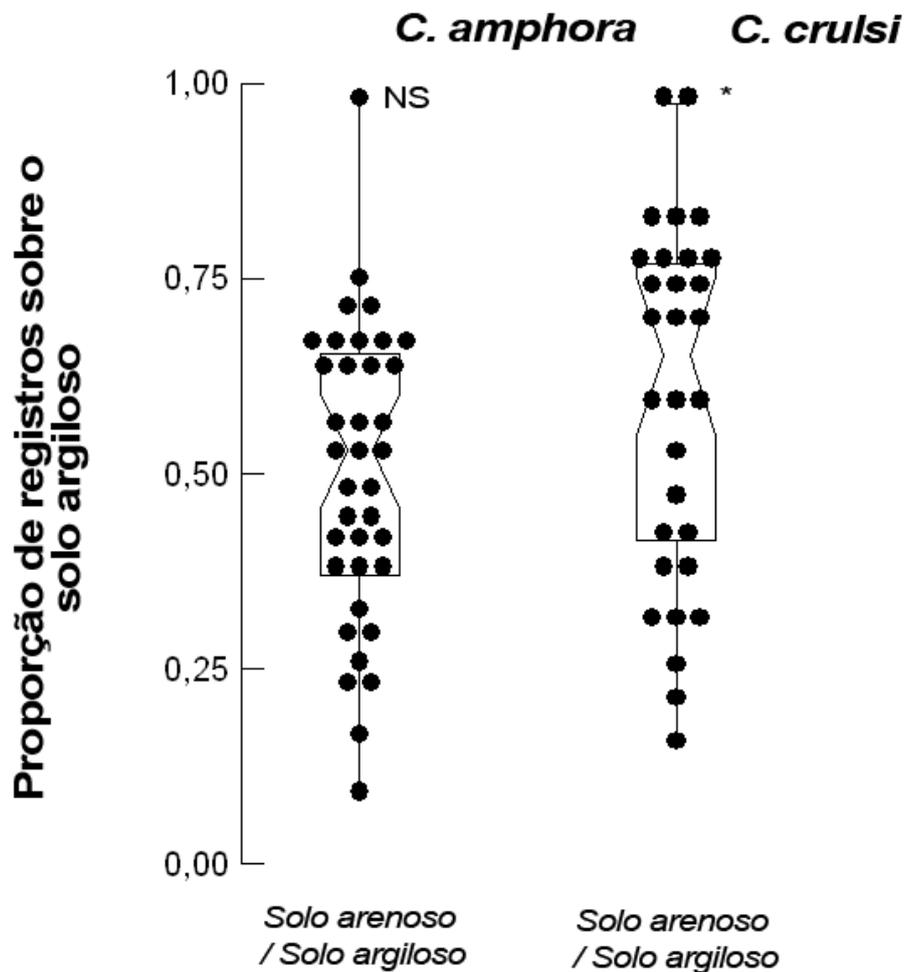


FIGURA 2. Proporção de registros de aranhas *Ctenus amphora* e *C. crulsi* observadas sobre o solo argiloso ao longo de 54 observações com intervalos de 10 minutos. O box plot sob os dados é do tipo “estreitado” (“notched”) na mediana, retornando à largura normal nos intervalos de confiança da mediana (95%) superiores e inferiores. \*:  $p < 0,05$ ; NS : Não significativo.

## DISCUSSÃO

A resposta de *C. crulsi* indica a preferência por solo argiloso, o que coincide com o tipo de solo onde ela é encontrada em maior abundância na natureza. Nossos dados sugerem que a preferência do tipo de solo pode ser um fator proximal que determina a distribuição de *C. crulsi*. A capacidade de perceber e consequentemente selecionar os tipos de solo pode ser importante neste ecossistema em que são comuns diferentes tipos de solo entre locais próximos (Chauvel *et al.* 1987), especialmente se o tipo de solo estiver relacionado com algum recurso importante, como fontes de alimento ou abrigo.

Por outro lado, a ausência de resposta ao solo por *C. amphora* sugere que sua maior abundância em solos arenosos não é consequência de preferência por este. Gasnier *et al.* (2009) sugerem que a maior abundância de *C. amphora* em solos arenosos deve se a uma menor abundância de *C. crulsi* neste. Ainda que apenas *C. crulsi* tenha sua distribuição influenciada pela resposta ao solo, este comportamento contribuiria para a coexistência das duas espécies.

Acreditamos que a preferência de *C. crulsi* não esteja relacionada com uma vantagem direta do tipo de solo, como seu uso para construir tocas. Estudos que mostraram uma relação entre a distribuição de aranhas e o tipo de solo geralmente estão associados a aranhas de toca (*e.g.* Hallohan *et al.* (2000), M'Rabet *et al.* (2007), Řezáč *et al.* (2007)). Entretanto, as duas espécies deste estudo nunca foram vistas em tocas no chão ao longo de vários anos de estudo (Gasnier, comunicação pessoal), aparentemente utilizam apenas a serrapilheira como refúgio. Gasnier *et al.* (2009) sugeriram que a diferença de abundância e distribuição destas duas espécies de *Ctenus* pode estar ocorrendo principalmente em função de diferenças de dieta e de disponibilidade de presas entre campinaranas (solo arenoso) e florestas ombrófilas densas (solo argiloso). Entretanto, outros fatores indiretos correlacionados com o solo, como tipo de vegetação ou microclima também poderiam determinar estas diferenças neste sistema. Este é o primeiro estudo sobre aranhas que mostra experimentalmente diferença entre espécies na resposta ao tipo de solo, que pode ser um fator que contribui para a coexistência de espécies de aranhas errantes.

## REFERÊNCIAS

- BLAMIRE, S. J., THOMPSON, M. B. E HOCHULI, D. F. 2007. Habitat selection and web plasticity by the orb spider *Argiope keyserlingi* (Argiopidae): Do they compromise foraging success for predator avoidance? *Austral Ecology* 32: 551–563. doi: 10.1111/j.1442-9993.2007.01727.x
- CHAUVEL, A., LUCAS, Y. E BOULET, R. 1987. On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil. *Experientia* 43: 234–241.
- DE CASTILHO, C. V., MAGNUSSON, W. E., DE ARAÚJO, R. N. O., LUIZÃO, R. C. C., LUIZÃO, F. J., LIMA, A. P. E HIGUCHI, N. 2006. Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian Forest: Effects of soil and topography. *Forest Ecology and Management* 234: 85–96. doi: 10.1016/j.foreco.2006.06.024
- GASNIER T. R. E HÖFER, H. 2001. Patterns of abundance of four species of wandering spiders (Ctenidae, *Ctenus*) in a forest in Central Amazonia. *The Journal of Arachnology* 29: 95–103.
- GASNIER, T. R., HÖFER, H., TORRES-SANCHEZ, M. P. E AZEVEDO, C. S. 2009. História natural de algumas espécies de aranhas das famílias Ctenidae e Lycosidae na Reserva Ducke: Bases para um modelo integrado de coexistência *In*. Fonseca, C. R. V., Magalhães, C., Rafael, J. A. e Franklin, E. A Fauna de Artrópodes da Reserva Florestal Ducke. Estado atual do conhecimento taxonômico e biológico, pp. 223–229. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, BR.
- HALLORAN, M. M., CARREL, M. A. E CARREL, J. E. 2000. Instability of sandy soil on the Lake Wales Ridge affects burrowing by wolf spiders (Araneae: Lycosidae) and antlions (Neuroptera: Myrmeleontidae). *Florida Entomologist* 83: 48–55.
- HÖFER, H., BRESOVIT, A. D. E GASNIER, T. 1994. The wandering spiders of the genus *Ctenus* (Ctenidae, Araneae) of Reserva Ducke, a rainforest reserve in Central Amazonia. *Andrias* 13: 81–98.
- KOTIAHO, J. S., ALATALO, R. V., MAPPES, J., AND PARRI, S. 2000. Microhabitat selection and audible sexual signalling in the wolf spider *Hygrolycosa rubrofasciata* (Araneae, Lycosidae). *Acta Ethologica* 2: 123–128.

- KREBS, C. J. 1985. Ecology - The experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row, Publishers, New York, USA.
- LUIZÃO, F. J., LUIZÃO, R. C. C. E PROCTOR, J. 2007. Soil acidity and nutrient deficiency in central Amazonian heath forest soils. *Plant Ecology* 192: 209–224. doi: 10.1007/s11258-007-9317-6
- MEDEIROS, L. G. S. 2001. Variação temporal e espacial da atividade de *Syntermes molestus* e *S. spinosus* (Isoptera, Termitidae): base para avaliação de seu papel na decomposição da serapilheira em floresta de terra firme na Amazônia Central, Brasil. Tese de doutorado, Programa de Pós Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais. Universidade Federal do Amazonas. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas. 83pp.
- M'RABET, S. M., HÉNAUT, Y., SEPÚLVEDA, A., ROJO, R., CALMÉ, S. E GEISSEN, V. 2007. Soil preference and burrow structure of an endangered tarantula, *Brachypelma vagans* (Mygalomorphae: Theraphosidae). *Journal of Natural History* 41: 1025–1033. doi: 10.1080/00222930701384547
- ŘEZÁČ, M., ŘEZÁČOVÁ, V. E PEKÁR, S. 2007. The distribution of purse-web *Atypus* spiders (Araneae: Mygalomorphae) in central Europe is constrained by microclimatic continentality and soil compactness. *Journal of Biogeography* 34: 1016–1027. doi: 10.1111/j.1365-2699.2006.01670.x
- ROMERO, G. Q., SANTOS, A. J., WIENSKOSKI, E. H. E VASCONCELLOS-NETO, J. 2007. Association of two new *Coryphasia* species (Araneae, Salticidae) with tank-bromeliads in Southeastern Brazil: Habitats and patterns of host plant use. *Journal of Arachnology* 35: 181–192. doi: 10.1636/T06-30.1
- RYPSTRA, A. L., CARTER, P. E., BALFOUR, R. A. E MARSHALL, S. D. 1999. Architectural features of agricultural habitats and their impact on the spider inhabitants. *Journal of Arachnology* 27: 371–377.
- RYPSTRA, A. L., SCHMIDT, J. M., REIF, B. D., DEVITO, J. E PERSONS, M. H. 2007. Tradeoffs involved in site selection and foraging in a wolf spider: Effects of substrate structure and predation risk. *Oikos* 116: 853–863. doi: 10.1111/j.2007.0030-1299.15622.x

SALVESTRINI, F. M. D E GASNIER, T. 2001. Differences in the activity of juveniles, females and males of two hunting spiders of the genus *Ctenus* (Araneae, Ctenidae): active males or inactive females? *The Journal of Arachnology* 29: 76–278.

SZYMKOWIAK, P., TRYJANOWSKI, P., WINIECKI, A., GROBELNY, S. E KONWERSKI, S. 2005. Habitat differences in the food composition of the wasp-like spider *Argiope bruennichi* (Scop.) (Aranei: Araneidae) in Poland. *Belgian Journal of Zoology* 135: 33–37.

WILKINSON, L. 1988. SYSTAT: The system for Statistics. SYSTAT Inc., Evanston, Illinois, USA.

ZAR, J. H. 1984. Bioestatistical Analysis. Prentice–Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

## CONCLUSÕES GERAIS

Neste trabalho avaliamos as respostas de duas espécies de aranhas errantes do gênero *Ctenus* às pistas químicas de presas e predadores e ao tipo de solo (arenoso ou argiloso) e discutimos como estas respostas podem estar contribuindo para a ecologia e a coexistência destas espécies em uma floresta tropical úmida.

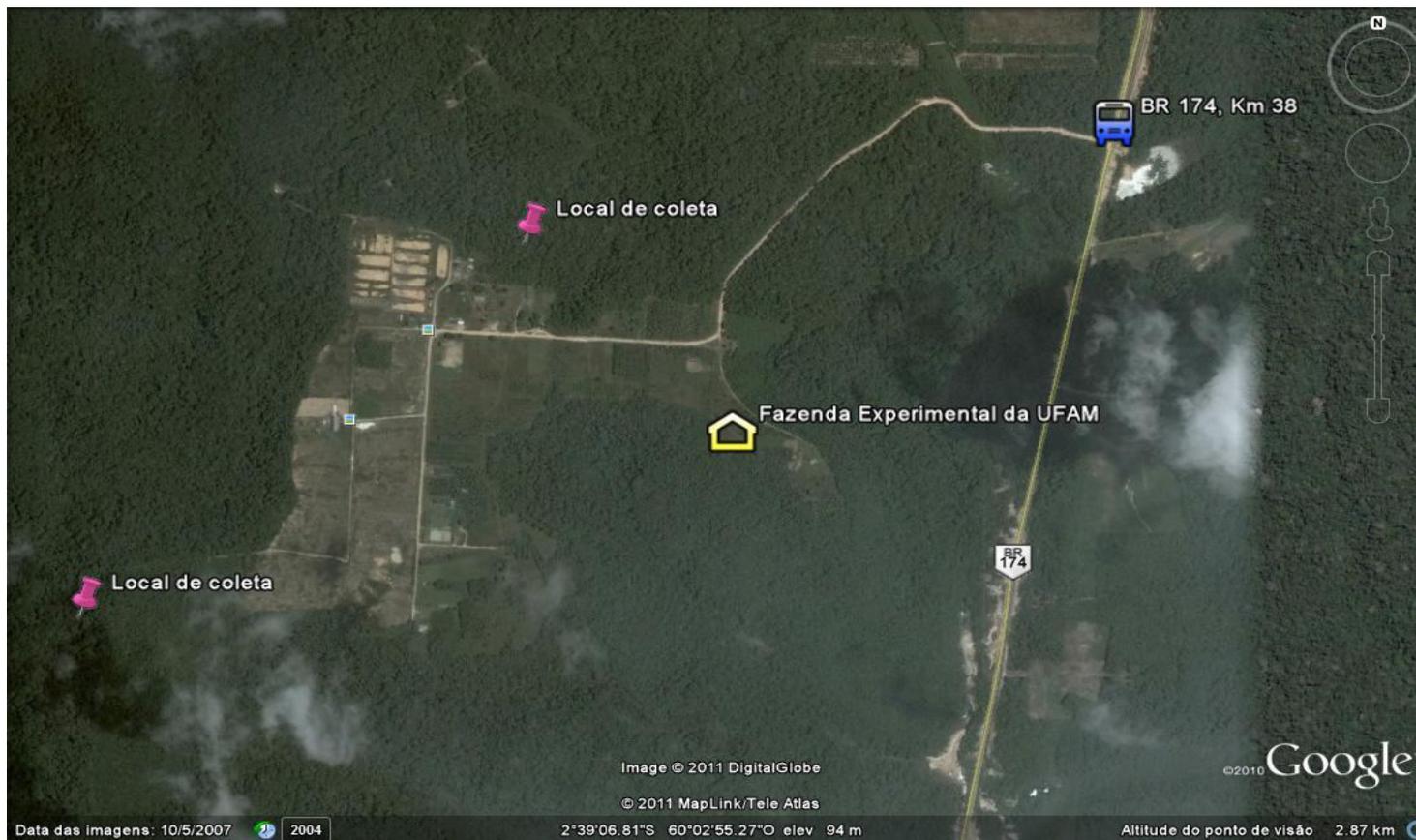
Nossos dados corroboram a hipótese A. Assim como observado para algumas espécies de aranhas da família Lycosidae em regiões temperadas, mesmo nas condições aparentemente menos favoráveis das florestas tropicais, *Ctenus amphora* e *Ctenus crulsi* apresentam resposta às pistas químicas de duas potenciais presas (*Syntermes* sp. e *Gryllus assimilis*) durante seu forrageio;

Não obtivemos suporte para a hipótese B. Ambas espécies responderam da mesma forma à presença de pistas químicas de cupins *Syntermes* sp.. Desta forma, a diferença na dieta anteriormente observada entre *C. crulsi* e *C. amphora*, onde a primeira alimenta-se mais frequentemente de cupins, não deve ser consequência de diferença na capacidade de percepção de pistas químicas dos cupins *Syntermes*;

A hipótese C não foi corroborada. Não foi detectada resposta antipredatória das duas espécies de *Ctenus* às pistas químicas de aranhas *Phoneutria* e formigas de correição *Labidus praedator*. É possível que em florestas tropicais o desenvolvimento de percepção de pistas químicas para predadores seja um fenômeno menos comum do que o observado em aranhas de regiões temperadas;

Apenas a previsão D1 da hipótese D foi corroborada por nossos dados. *C. crulsi* permaneceu mais tempo sobre o solo argiloso, no entanto, *C. amphora* não diferiu significativamente no tempo de permanência sobre os dois tipos de solo.

## **ANEXOS**



ANEXO 1. Mapa indicando os locais de coleta dos indivíduos de *Ctenus amphora* e *Ctenus crulsi* na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas