



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós Graduação Em Ecologia

**HISTÓRIA NATURAL DE *ISCHNOTHELE ANNULATA* (ARANEAE,
DIPLURIDAE), EM CERRADO *SENSU STRICTO*: REPRODUÇÃO,
ALIMENTAÇÃO, FENOLOGIA E DENSIDADE POPULACIONAL**

Natália Morgado Nardi

**Brasília – DF
2015**



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Programa de Pós Graduação Em Ecologia

**HISTÓRIA NATURAL DE *ISCHNOTHELE ANNULATA* (ARANEAE,
DIPLURIDAE), EM CERRADO *SENSU STRICTO*: REPRODUÇÃO,
ALIMENTAÇÃO, FENOLOGIA E DENSIDADE POPULACIONAL**

Natália Morgado Nardi

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Ecologia como requisito
parcial para a obtenção do título de Mestre em
Ecologia

Orientador: Paulo Cesar Motta

**Brasília – DF
2015**

Natália Morgado Nardi

História Natural de *Ischnothele annulata* (Araneae, Dipluridae), em cerrado *sensu stricto*:
reprodução, alimentação, fenologia e densidade populacional

Dissertação aprovada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de
Brasília como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Paulo Cesar Motta

Presidente – PGECL/UnB



Prof^ª. Dr^ª. Rosana Tidon

Membro Titular – PGECL/UnB



Prof. Dr. Edison Ryoiti Sujii

Membro Titular – Embrapa

Dedico a todos que amam a busca
por conhecimento e respeitam
nosso mundo e seus habitantes.

AGRADECIMENTOS

A todos que tornaram possível eu seguir meus planos e realizar mais esse passo à construção do conhecimento e de meus sonhos.

Ao meu querido orientador, Tri (Prof. Dr. Paulo Cesar Motta), por toda a ajuda e compreender minhas dificuldades e temperamento as vezes difícil durante os últimos anos.

A todos os colegas, estagiários, amigos, professores e entes queridos que por vezes me apoiaram, auxiliaram em campo, em laboratório, durante as disciplinas, aguentavam quando me estressava e queria destruir tudo, inclusive a eles próprios! Cada um sabe o quão contribuiu, pois o que vale mais é o quão cada um dispendeu para me ajudar, o quanto sentiu que colaborou, não o quanto efetivamente sua ajuda teve resultado neste trabalho.

Com especial agradecimento ao meu companheiro, William, por me ajudar em campo, laboratório e em casa. Indo mesmo quando não podia, nem que seja para me fazer companhia.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UnB, seu corpo docente e funcionários. Ao CNPq pela concessão da bolsa.

...

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUÇÃO.....	1
<i>Objetivos</i>	9
<i>Hipóteses</i>	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
<i>Área de Estudo</i>	10
<i>Abundância, densidade populacional e distribuição espacial</i>	10
<i>Relação do tamanho da teia com o tamanho da aranha</i>	13
<i>Presas presentes nas teias</i>	14
<i>Acompanhamento em laboratório</i>	14
<i>Comportamento reprodutivo</i>	14
<i>Cuidado parental, juvenis e tolerância</i>	15
<i>Fenologia</i>	15
<i>Teias verticais</i>	16
RESULTADOS.....	16

<i>Abundância, densidade populacional e distribuição espacial</i>	17
<i>Relação do tamanho da teia com o tamanho da aranha</i>	25
<i>Presas presentes nas teias</i>	25
<i>Comportamento reprodutivo</i>	28
<i>Cuidado parental, juvenis e tolerância</i>	29
<i>Fenologia</i>	36
<i>Teias verticais</i>	37
DISCUSSÃO.....	39
<i>Abundância, densidade populacional e distribuição espacial</i>	39
<i>Relação do tamanho da teia com o tamanho da aranha</i>	40
<i>Presas presentes nas teias</i>	40
<i>Comportamento reprodutivo</i>	42
<i>Cuidado parental, juvenis e tolerância</i>	45
<i>Fenologia</i>	47
<i>Teias verticais</i>	47
CONCLUSÕES.....	49
REFERÊNCIAS	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Foto de um indivíduo subadulto de <i>Ischnothele annulata</i>	2
Figura 2. América do Sul e Central, mostrando os pontos de coleta dos indivíduos de <i>Ischnothele annulata</i> , <i>I. guianensis</i> e <i>I. caudata</i> analisados em Coyle (1995), distinguindo os locais de coleta da população brasileira e da presente na Argentina, Bolívia e Paraguai. Modificado de Coyle (1995).	3
Figura 3. Teia em lençol de um <i>Ischnothele annulata</i> em cerrado <i>sensu stricto</i> do Distrito Federal, em um cupinzeiro de <i>Silvestritermes euamignathus</i>	5
Figura 4. Teias com projeções de seda conectando-as a estruturas acima delas.....	6
Figura 5. Teia em lençol de um <i>Ischnothele annulata</i> evidenciando, com as setas em vermelho, diversas vias de acesso ao esconderijo.	7
Figura 6. Imagem parcial do Distrito Federal evidenciando as localidades utilizadas no estudo: Fazenda Água Limpa (FAL), Reserva Ecológica do IBGE (IBGE) e área de cerrado ao lado do Centro Olímpico da Universidade de Brasília (CO).	11
Figura 7. Visão geral das parcelas do IBGE.	12
Figura 8. Visão geral das parcelas do CO, Asa Norte, Brasília – DF.	12
Figura 9. Visão geral das parcelas da FAL e sua localização na fazenda.	13
Figura 10. Parcelas do CO, pontos vermelhos indicam indivíduos em abril-maio.....	18
Figura 11. Parcelas do CO, pontos amarelos indicam indivíduos em setembro-outubro.	19
Figura 12. Parcelas 01 a 06 da FAL. A: pontos vermelhos indicam indivíduos em abril-maio. B: pontos amarelos indicam indivíduos em setembro-outubro.	20

Figura 13. Parcelas 07 a 09 da FAL. A: pontos vermelhos indicam indivíduos em abril-maio. B: pontos amarelos indicam indivíduos em setembro-outubro.....	21
Figura 14. Parcelas 04 a 09 do IBGE; não houve indivíduos nas parcelas 01 a 03. A: pontos vermelhos indicam indivíduos em abril-maio. B: pontos amarelos indicam indivíduos em setembro-outubro.	22
Figura 15. Gráfico de dispersão da área da teia em relação ao comprimento da carapaça. Linha tracejada vermelha representa a regressão linear dos dados.	25
Figura 16. Frequência relativa das presas encontradas em teias de <i>Ischnothele annulata</i>	27
Figura 17. Boxplot da quantidade de presas encontradas nas teias em relação ao período de coleta.	27
Figura 18. Diferença entre as médias da abundância de presas entre os meses de coleta pelo teste de Tuckey.....	27
Figura 19. Ooteca de <i>Ischnothele annulata</i> recém construída.	30
Figura 20. Fêmeas realizando postura de ovos.	31
Figura 21. Duas ootecas de <i>Ischnothele annulata</i> ; a construção do segundo (mais abaixo, na figura) ocorreu antes de os juvenis emergirem da primeira (mais acima).	31
Figura 22. Ooteca aberta, mostrando os ovos	32
Figura 23. Juvenis 2 a 3 dias após emergirem da ooteca, sobre finos fios de seda tecidos por eles mesmos.....	33
Figura 24. Juvenis cerca de uma semana após emergirem da ooteca, sobre um fino lençol de seda horizontal, tecido por eles mesmos, acima da teia da mãe.....	33

Figura 25. Juvenis alimentando-se de um cupim alado recém-abatido pela mãe.	34
Figura 26. A: juvenis preparando para atacar larva de <i>Lasioderma serricorne</i> ; B: juvenil após captura de outra larva de <i>L. serricorne</i>	35
Figura 27. Juvenis alimentando-se de larvas de Diptera abatidos por eles mesmos.	36
Figura 28. Juvenis alimentando-se de larva de <i>Tenebrio molitor</i> que ainda está preso às quelíceras da fêmea.	36
Figura 29. Proporção de indivíduos de <i>Ischnothele annulata</i> em diferentes fases de seu ciclo de vida encontrados em campo ou em laboratório, no caso de ootecas e juvenis que foram postos e emergiram em laboratório, respectivamente (n = 142).	37

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Quantidade de indivíduos de *Ischnothele annulata* encontrados por parcela e época do ano. 23
- Tabela 2.** Total dos indivíduos encontrados (n) por área, CO, FAL e IBGE, a média de indivíduos encontrados por parcela ($x \pm \varepsilon$) e desvio padrão (δ), por período de amostragem (abril/maio e setembro/outubro). 24
- Tabela 3.** Taxon das presas identificadas dos restos de artrópodes nas teias de *Ischnothele annulata*, com a abundância encontrada e porcentagem do total analisado, em parênteses, para cada um dos quatro eventos amostrais, de 22 teias cada, e do total encontrado. 26
- Tabela 4.** Comportamentos observado ao colocar insetos na porção vertical de 16 teias. 38

RESUMO

Ischnothele annulata é uma aranha Mygalomorphae da família Dipluridae existente no Brasil, Bolívia, Paraguai e Argentina. É uma caranguejeira comum e facilmente identificável, com os poucos trabalhos existentes e com foco taxonômico. O presente estudo descreve aspectos de sua história natural de uma população brasileira de cerrado *sensu stricto*, passando por aspectos de ecologia populacional (abundância, densidade, padrão de distribuição espacial); comportamentais (reprodução e cuidado com filhotes); de sua dieta natural; de fenologia; dentre outros. Estudos foram feitos no Distrito Federal em 2014. A densidade média foi de $511,41 \pm 115,76$ ($\bar{x} \pm \varepsilon$) indivíduos/ha em abr/mai e $201,48 \pm 36,82$ ($\bar{x} \pm \varepsilon$) indivíduos/ha em set/out; a população possuiu distribuição agregada, sendo maior no início do ano, quando jovens, e menor ao final, quando adultos. Os três taxa de presas mais abundantes foram Hymenoptera (88,9%), Coleoptera (4,6%), Isoptera (4,2%), sendo Formicidae responsável por 87,8% do total. O comprimento da carapaça explicou 52,6% da variação na área da teia, sendo 49,8% correlacionadas. A corte foi parecida com o observado em cinco outras Dipluridae, com sinalização vibratória do macho, corte recíproca da fêmea, investidas, fazendo o macho recuar; havendo frequente interrupção da corte pelo macho, que se retirava. Em campo, machos foram encontrados dentro de teias de fêmeas ou em teia própria adjacente; mesmo quando já havia ooteca ou filhotes. As fêmeas apresentaram cuidado parental, oferecendo presas aos juvenis, similar a *I. caudata*. A reprodução ocorre uma vez por ano, de julho a novembro, e indivíduos vivem cerca de um ano. Esse trabalho propiciou uma base ampla para a realização de estudos mais aprofundados em diversas áreas, como: ecologia, predação, reprodução, evolução.

Palavras-chave: Aranha, Cerrado, Mygalomorphae, Ecologia de população, ciclo de vida.

ABSTRACT

Ischnothele annulata is a Mygalomorphae spider from Dipluridae family that inhabits Brazil, Bolivia, Paraguay and Argentina. It is a common tarantula, easy to identify, that the few existing works on it have a more taxonomic view. This paper describes aspects of an Brazilian cerrado *sensu stricto* population's natural history, going through population ecology (abundance, density, spatial pattern); behavior (reproduction and parental care); natural diet; phenology; among other observations. Studies were held on Distrito Federal, throughout 2014. Average density was $511,41 \pm 115,76$ ($x \pm \varepsilon$) individuals/ha on Apr/May and $201,48 \pm 36,82$ ($x \pm \varepsilon$) individuals/ha on Sept/Oct. The distribution has a clumped pattern, being more clumped at the beginning of the year, when they are young, than in the end, as adults. The three most abundant prey taxa were Hymenoptera (88,9%), Coleoptera (4,6%), Isoptera (4,2%), Formicidae alone accounting for 87.8% of the total. Carapace length explained 52.6% of web's area variation, being 49,8% correlated. Courtship was similar to observed in five other Dipluridae, with vibratory signaling, reciprocal female courtship, lunges onto the male, making him retreat; the courtship was often ceased by the male, that would draw back. Males were found on field inside females' webs or on adjacent webs, even when there already had egg sacs or spiderlings. Females showed parental care, providing prey to juveniles, similar to *I. caudata*. Reproduction occurs once a year, from July to November, with individuals living about a year. This work provided a broad basis for conducting further research in several fields, such as ecology, predation, reproduction, evolution.

Key words: spider, Cerrado, Mygalomorphae, Population Ecology, life cycle.

INTRODUÇÃO

O estudo de história natural compreende a observação direta de plantas e animais em seu ambiente, a fim de tentar responder questões como que ser é esse, onde vive, como é sua vida, como é sua reprodução, como veio a ser como é e viver onde vive (Bartholomew, 1986). Os conhecimentos adquiridos com estudos de história natural suprem informações para serem usadas em sínteses de teorias ecológicas e modelos a testes e experimentos e a análises de mecanismos biológicos (Bartholomew, 1986). Com essas informações, podemos chegar a um entendimento mais real sobre a biodiversidade e seu estado de conservação (Moreira & Del-Claro, 2011).

A ordem Araneae, as aranhas, é o sétimo mais diverso grupo animal, com atualmente 44032 espécies reconhecidas, dentro de 3905 gêneros e 112 famílias (Platnick, 2014), estando atrás apenas dos insetos Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera e Lepidoptera, e de outro grupo de sua mesma classe, os ácaros e carrapatos (Acari, Arachnida) (Coddington & Levi, 1991). São animais amplamente distribuídos, estando presente desde o ártico a desertos e topos de montanhas (Foelix, 2011), com representantes em praticamente todos os nichos possíveis em terra, com grande variedade de hábitos de vida (Turnbull, 1973).

As aranhas neotropicais dividem-se em dois grandes grupos, Mygalomorphae e Araneomorphae. As migalomorfas possuem suas quelíceras em posição paralela ao eixo maior do corpo, e as araneomorfas, em posição transversal. *Ischnothele annulata* Tullgren, 1905 (Figura 1) é uma aranha Mygalomorphae da família Dipluridae que ocorre no Brasil, Bolívia, Paraguai e norte da Argentina (Figura 2; Coyle, 1995).



Figura 1. Foto de um indivíduo subadulto de *Ischnothele annulata*

Foto: N. M. Nardi

Coyle (1995) realizou a revisão da subfamília Ischnothelinae, com base em coleções de diversos países das Américas; para complementar os dados e obter informações sobre a história natural desses animais, ele fez coletas e estudos em campo, entretanto nenhum dos países visitados foi o Brasil, sendo então o pouco conhecimento obtido sobre *Ischnothele annulata* vindo de observações de populações do norte da Argentina. Suas notas sobre a história natural desses animais são curtas e não detalhadas, pois o objetivo principal do trabalho era a descrição taxonômica. Nessa mesma revisão, Coyle reconhece certa diferença morfológica entre os machos da Argentina e do Brasil, gerando uma dúvida se seriam a mesma espécie ou duas espécies distintas, sugerindo a necessidade de mais estudos, em outros campos além da taxonomia, para resolver essa questão.

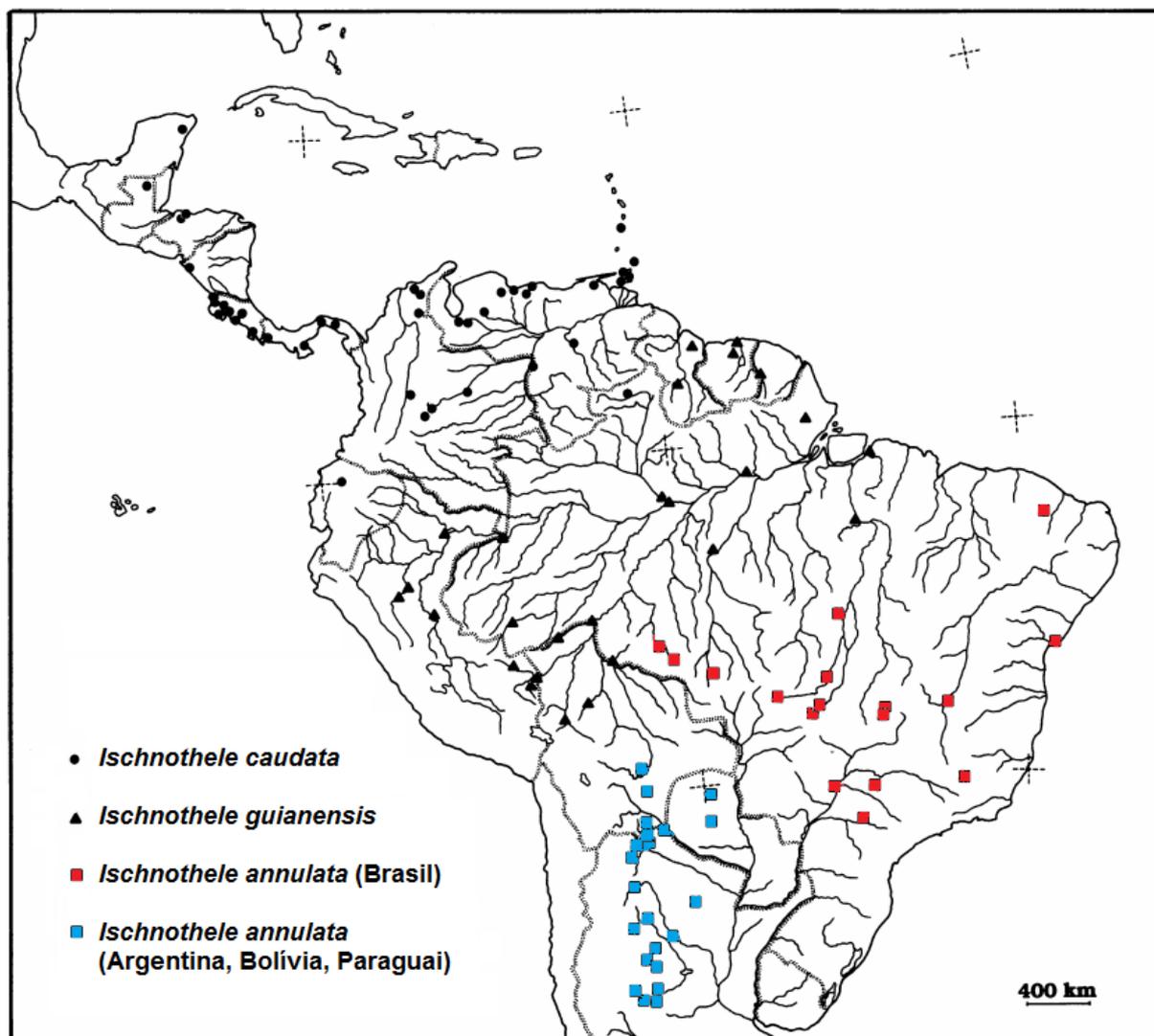


Figura 2. Registros de ocorrência de *Ischnothele annulata*, *I. caudata* e *I. guianensis* na região Neotropical, distinguindo os locais de coleta da população brasileira e da presente na Argentina, Bolívia e Paraguai. Modificado de Coyle (1995).

Os comportamentos reprodutivos exibidos pelas aranhas são diversos e complexos: vão desde a atração do parceiro a processos pós-copulatórios que afetam a paternidade (Schneider & Andrade, 2011). O estudo da biologia reprodutiva das aranhas, pode prover excelentes modelos para investigar questões gerais sobre evolução e manutenção de estratégias sexuais. Esses modelos podem ser úteis para testar hipóteses de ecologia evolutiva sobre como determinados traços fenotípicos (*e. g.* canibalismo de machos após a cópula), respondem à seleção sexual (Huber, 2005; Schneider & Andrade, 2011).

Essa diversidade comportamental estende-se em alguns casos a cuidados parentais: nas Mygalomorphae são poucos os casos conhecidos de socialidade, sendo registrados o comportamento da mãe de captura de presas para os filhotes em seis espécies, distribuídas em três famílias (Yip & Rayor, 2014). Em um dos primeiros estudos de subsocialidade em Mygalomorphae, foi demonstrado que em *Ischnothele caudata* Ausserer, 1875, as fêmeas cuidam da prole providenciando alimento por ao menos nas cinco primeiras semanas de vida dos filhotes (Jantschke & Nentwig, 2001). Juvenis de *I. guianensis* (Walckenaer, 1837) foram observados permanecer até após o terceiro instar na teia da mãe, mas sem observações mais detalhadas sobre o cuidado parental (Galiano, 1972). Há poucas outras observações em Dipluridae sobre cuidado parental, tolerância e socialidade. *Linothele megatheloides* Paz & Raven, 1990, por exemplo, não apresenta tolerância coespecífica, com indivíduos atacando e predando intrusos da mesma espécie, havendo pouco cuidado da mãe pelos ovos e juvenis (Paz 1988, 1993).

A reprodução e ciclo de vida de *Ischnothele* é pouco conhecida e não fornecem subsídios para indicar padrões de sazonalidade em relação a reprodução e oviposição (Coyle, 1995). Os machos de *I. annulata* ocorrem entre os meses de julho e novembro no norte da Argentina (Coyle, 1995) e principalmente de setembro a novembro no Distrito Federal (Motta, 2014) sugerindo que essa seria a época de acasalamento. Para aranhas cursoriais do Cerrado, a época reprodutiva ocorre durante a estação chuvosa, especialmente em outubro, quando há o pico de abundância de machos, enquanto que na época seca há maior proporção de imaturos (Mineo *et al.*, 2010).

As teias de aranhas servem para diversas funções, das quais o uso para captura de presas é a mais bem estudada e reconhecida, podendo agir de forma a ampliar o alcance sensorial das aranhas (Witt *et al.*, 1968; Turnbull, 1973; Uetz & Biere, 1980). Os padrões de vibração das presas nas teias de aranha são muito informativos; permite que a aranha antecipe

características da presa, como massa e grau de atividade, permitindo que ela faça distinções entre as presas por meio desses padrões para elaborar sua tomada de decisão (Suter, 1978; Klärner & Barth, 1982; Landolfi & Barth, 1996; Díaz-Fleischer, 2005; Foelix, 2011). Além disso, também servem como plataforma para realizarem as mudas, local de acasalamento, abrigo contra predadores, esconderijo para guardar os casulos de ovos (Herberstein & I-Min, 2011).

Aranhas *Ischnothele*, assim como as outras Dipluridae, constroem teias do tipo em lençol (Figura 3) e muitas são perenes e habitadas por simbioses (Coyle, 1995). Consistem de duas partes distintas, um refúgio tubular, que fica escondido, que se abre por meio de uma a várias vias de acesso a uma parte externa, de captura, que se estende e é ancorada em itens no substrato, como pedras, troncos, vegetação; resultando em um complexo tridimensional de lençóis e fios de seda (Figura 5; Coyle & Ketner, 1990; Coyle, 1995; Herberstein & I-Min, 2011; Motta, 2014). Em alguns casos, há sedas verticais conectando a teia a estruturas acima, podendo formar lençóis de teias suspensas (Figura 4), porém, não se sabe seu propósito ou função (Coyle & Ketner, 1990).



Foto: N. M. Nardi

Figura 3. Teia em lençol de um *Ischnothele annulata* em cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal, em um cupinzeiro de *Silvestritermes euamignathus*.



Fotos: N. M. Nardi

Figura 4. Teias com projeções de seda conectando-as a estruturas acima delas.

Restos de presas encontrados em teias de *Ischnothele* sugerem que se alimentam principalmente de invertebrados cursoriais, sendo formigas e besouros a maioria das presas capturadas (Coyle & Ketner, 1990). Contudo, esse estudo não foi padronizado informa a quantidade de teias analisadas ou as espécies de *Ischnothele* investigadas. A captura das presas é feita por uma série de avanços rápidos e curtos, alternando com pausas para verificar informações sobre a presa obtidas por meio de vibrações da teia (Coyle & Ketner, 1990; Coyle, 1995).

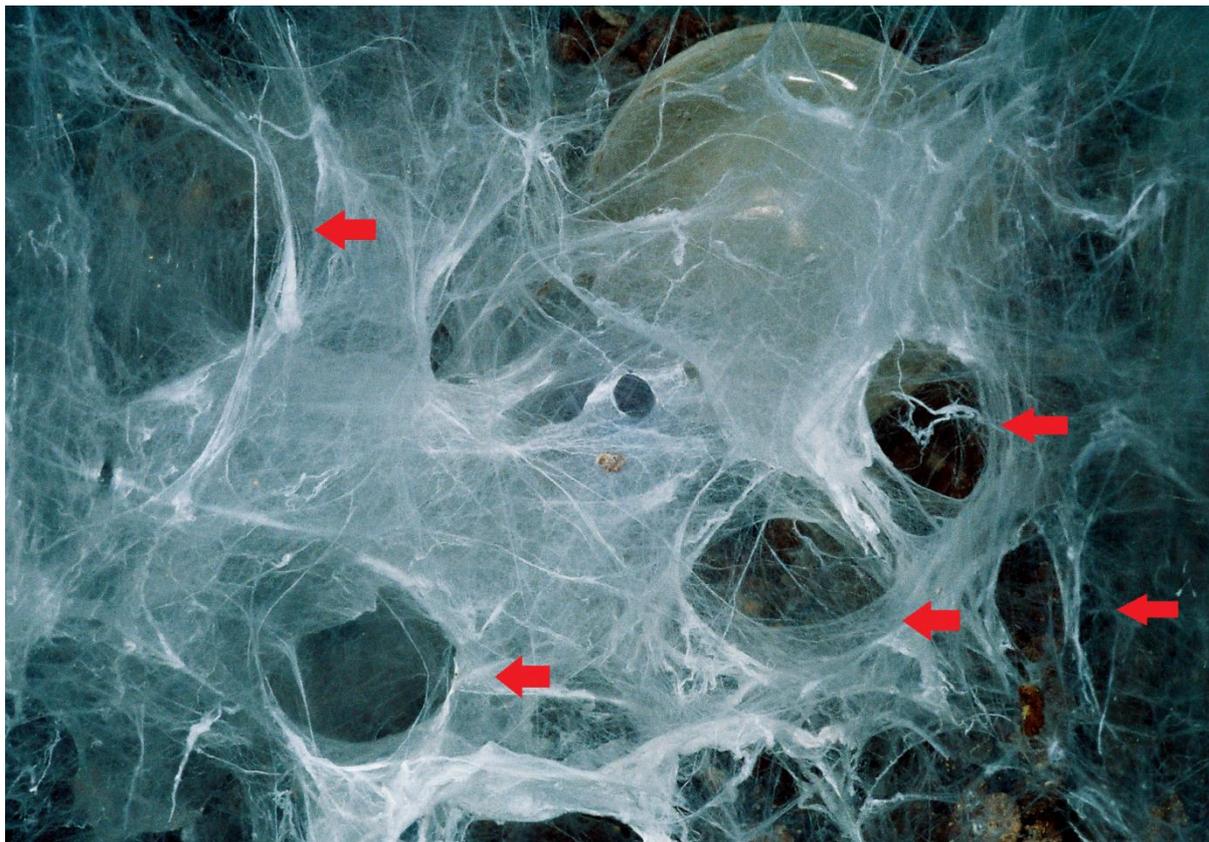


Foto: João Jesus Martins

Figura 5. Teia em lençol de um *Ischnothele annulata* evidenciando, com as setas em vermelho, diversas vias de acesso ao esconderijo.

O Cerrado apresenta sazonalidade, com estação seca e chuvosa, e diferentes fitofisionomias com características próprias (Oliveira-Filho & Ratter, 2002; Ribeiro & Walter, 2008). Dessa forma, fornecem diversos tipos de abrigos e locais para construção de teia, que podem alterar-se com as estações, criando diferentes condições microclimáticas que influenciam a comunidade de aranhas presente, como sob cupinzeiros de *Silvestritermes euamignathus*, Silvestri, 1901, (Motta, 2014). O material que compõe o habitat muitas vezes determina qualidade e escolha do local de construção da teia e pode contribuir para o aumento de chance de captura de presas (Turnbull, 1973, Arango *et al.*, 2000). As presas podem variar ao longo do ano, pois a mudança estacional gera diferentes padrões de abundância para insetos herbívoros no Cerrado (Pinheiro *et al.*, 2002), podendo esses padrões influenciar seus predadores.

Sazonalidade pode influenciar a riqueza e abundância de aranhas, determinar ou alterar sua fenologia e já foi relatado relação com o tamanho da aranha para algumas espécies, sendo um fator a ser considerado em estudos ecológicos (Wolda, 1988; Arango *et al.*, 2000; Gasnier *et al.*, Rossa-Feres *et al.*, 2000; 2002, Romero & Vasconcellos-Neto, 2003; Mineo *et al.*, 2010). No Cerrado, variações sazonais de fatores abióticos influenciam padrões de abundância, diversidade e fenologia de aranhas cursoriais (Mineo *et al.*, 2010).

Objetivos

O presente estudo versa conhecer e descrever a história natural de *Ischnothele annulata*. Os objetivos específicos são:

- estimar a densidade populacional em áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal;
- verificar seu padrão de distribuição espacial;
- entender se o tamanho da aranha pode determinar o tamanho de sua teia;
- verificar sua dieta natural;
- descrever o comportamento reprodutivo;
- e entender a fenologia da espécie.

Hipóteses

- H1.** Há diferença na abundância de *Ischnothele annulata* entre abril-maio e setembro-outubro.
- H2.** A população possui padrão de distribuição espacial agregado.
- H3.** O grau de agregação é maior em abril-maio e menor em setembro-outubro.
- H4.** Há correlação entre tamanho da área da teia e comprimento da carapaça da aranha.
- H5.** Há diferença entre a abundância de presas em diferentes épocas do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A pesquisa foi realizada no Distrito Federal (Figura 6), em áreas de cerrado *sensu stricto* da Reserva Ecológica do IBGE (RECOR) (15° 56' S, 47° 53' W), da Fazenda Água Limpa (FAL-UnB) (15° 55' S, 47° 55' W) e em um fragmento urbano de cerrado de aproximadamente três ha (15° 45' S, 47° 51' W) adjacente ao Centro Olímpico (CO) do campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília (Brasília/DF). As localidades FAL e IBGE são adjacentes e fazem parte da Área de Proteção Ambiental Gama Cabeça de Veado. A região possui marcada sazonalidade, com estações bem definidas, sendo uma seca, de maio a setembro, e outra chuvosa, de outubro a abril (Ribeiro & Walter, 2008), com temperatura média anual de 22,3 °C e precipitação média anual de 1.416,8 mm (Coeficiente de Variação = 19,9%; série de 1980 a 2004; dados da estação meteorológica do IBGE; www.recor.org.br).

Abundância, densidade populacional e distribuição espacial

Foram delimitadas 27 parcelas de 25 por 25 m, sendo nove para cada uma das três localidades (FAL, IBGE e CO) (Figuras 7 a 9). As parcelas foram vistoriadas em duas épocas de 2014: transição da estação chuvosa para a seca (abril-maio) e da seca para a chuvosa (setembro-outubro). As teias de *Ischnothele annulata* tiveram seu geoposicionamento registrado.

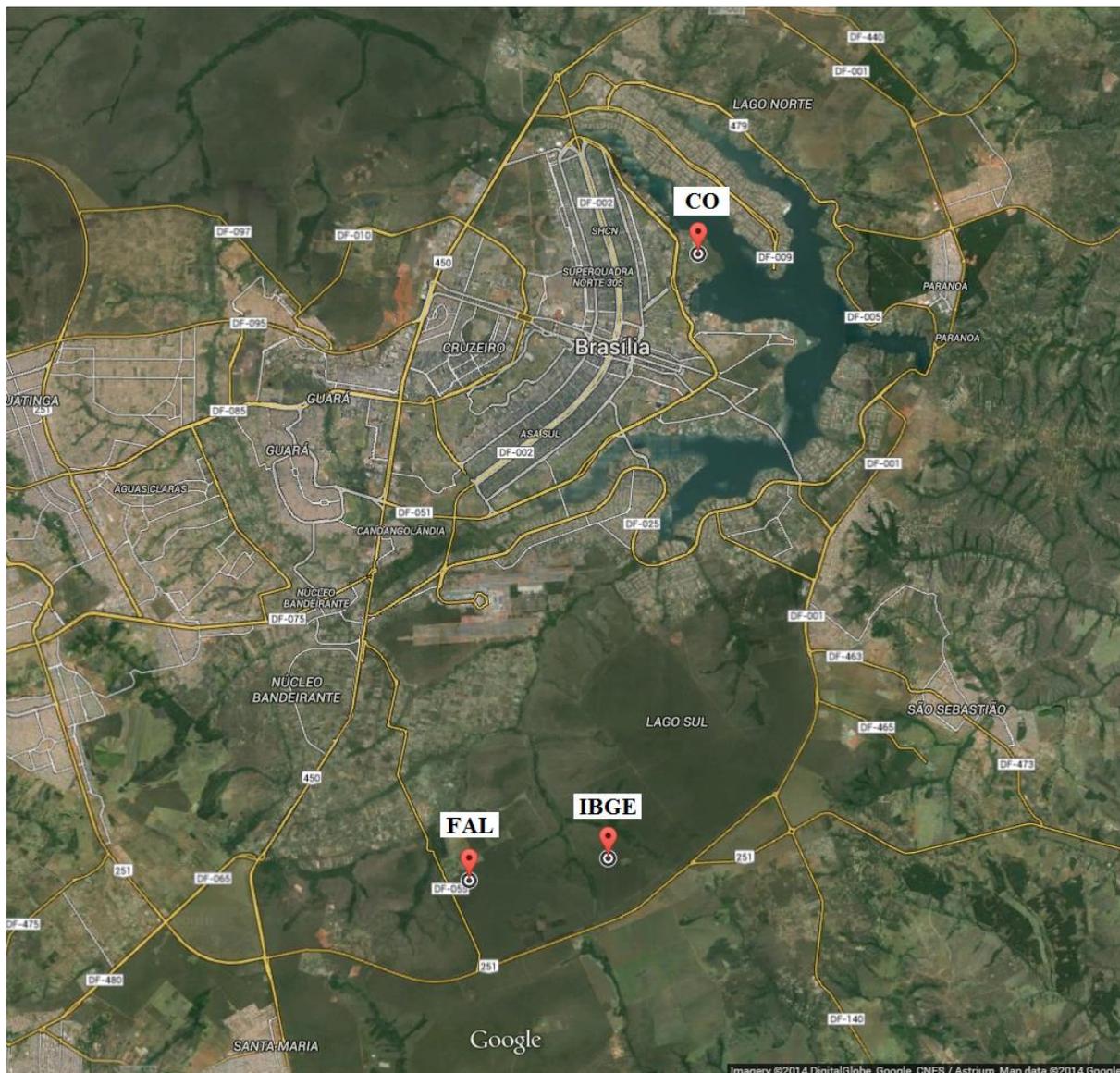


Figura 6. Imagem parcial do Distrito Federal evidenciando as localidades utilizadas no estudo: Fazenda Água Limpa (FAL), Reserva Ecológica do IBGE (IBGE) e área de cerrado ao lado do Centro Olímpico da Universidade de Brasília (CO).

A densidade populacional foi estimada verificando-se a média de indivíduos por parcela. A abundância de aranhas nas duas épocas foi comparada utilizando o teste *t* de Student pareado, após transformação dos dados para atender à premissa de normalidade, com raiz quadrada. Foi utilizado o índice de agregação intraespecífica de Morisita, com intervalo de confiança de 95%, para averiguar o padrão de distribuição espacial da população e verificar se houve mudança do padrão entre as duas épocas de amostragem.



Figura 7. Visão geral das parcelas do IBGE.

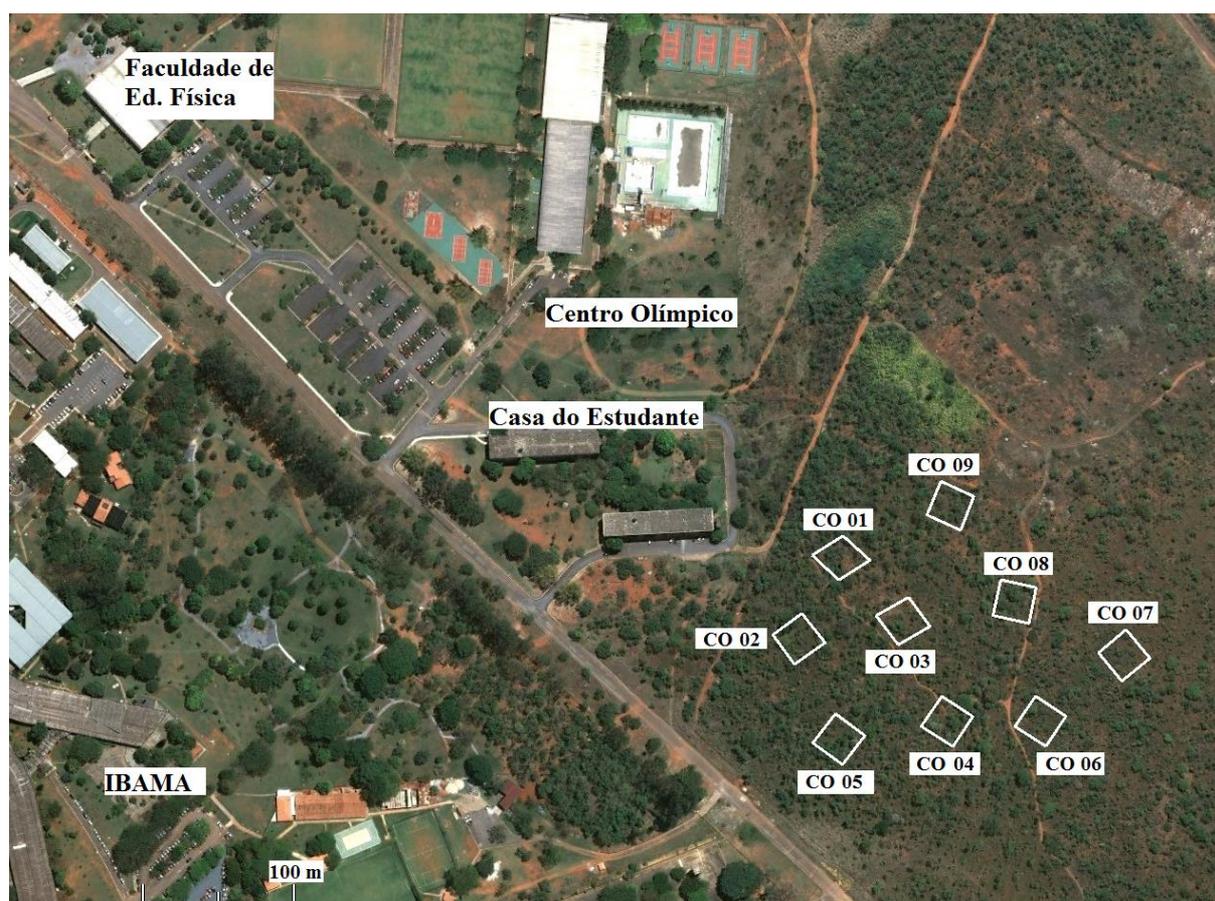


Figura 8. Visão geral das parcelas do CO, Asa Norte, Brasília – DF.

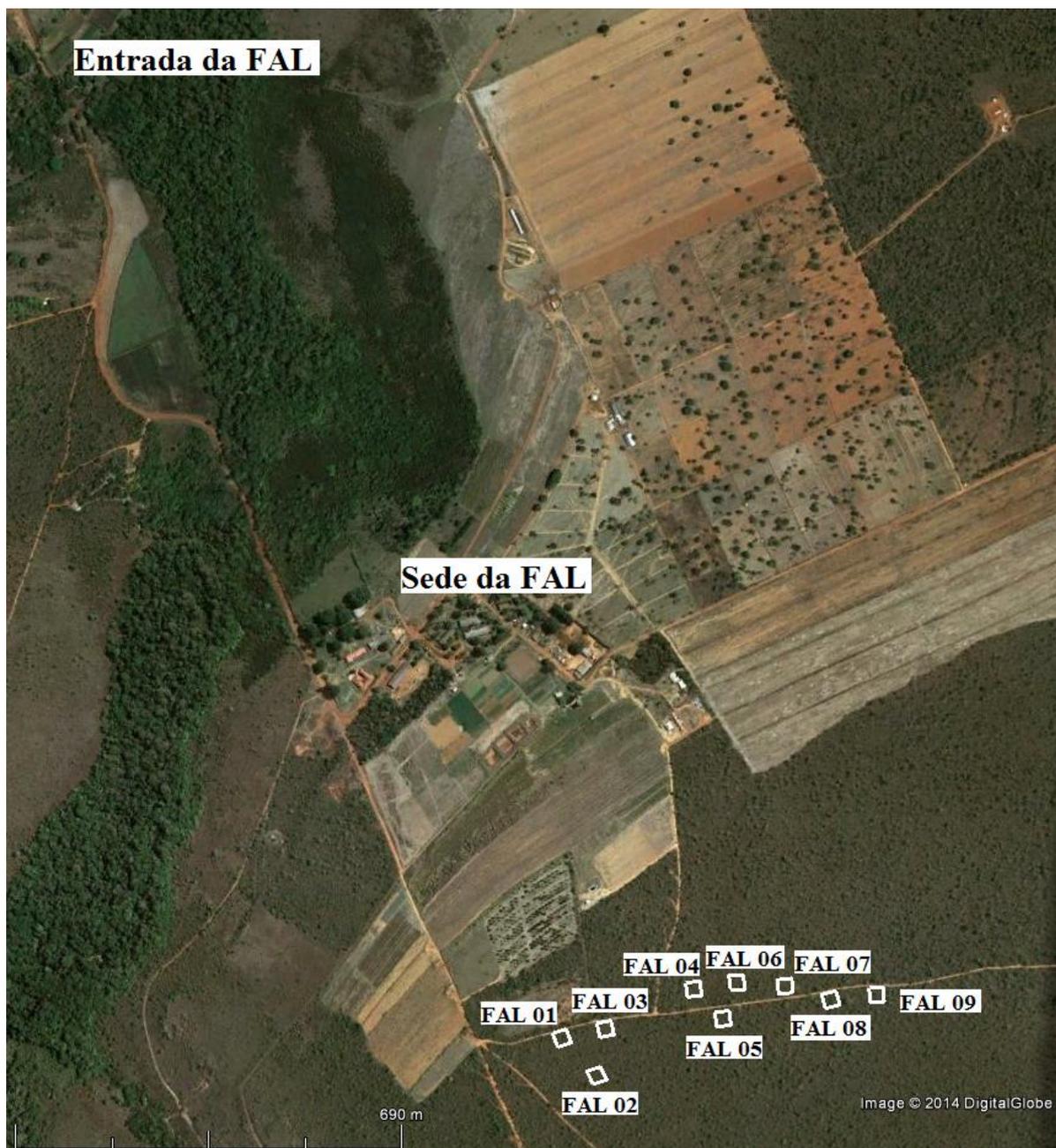


Figura 9. Visão geral das parcelas da FAL e sua localização na fazenda.

Relação do tamanho da teia com o tamanho da aranha

Foram medidos o comprimento e largura de 90 teias ao longo de seis eventos amostrais, com 15 teias cada. Para cada teia, verificou-se a presença de aranhas, e feita a medição do comprimento da carapaça, passando pela fôvea. A área da teia foi estimada como sendo o produto de seu comprimento e largura, que foi relacionada com o comprimento da carapaça da aranha, usando análise de correlação de Kendall, seguida de análise de regressão

linear para verificar a porcentagem da variação da teia que seria explicada por uma relação linear entre as duas variáveis.

Presas presentes nas teias

Quatro amostras de 22 teias foram feitas ao longo do ano de 2014 (março, abril, maio e outubro), todas em diferentes áreas do CO, fora das parcelas demarcadas. Em laboratório, foram separados os restos de artrópodes encontrados nas teias, posteriormente identificados a nível de ordem.

Foi feita a comparação da quantidade de presas por época de coleta com análise de variância (ANOVA) com os dados em escala logarítmica, e comparação múltipla das médias com teste de Tukey.

Acompanhamento em laboratório

Alguns indivíduos, encontrados fora das parcelas amostrais, foram coletados para observações. Foram mantidos em potes plásticos transparentes (9 cm de altura, 15 cm de diâmetro), junto da teia e substrato que se encontravam quando da coleta, a temperatura ambiente, com pequenos recipientes para água e furos para passagem de ar, alimentação semanal com larvas e adultos de *Tenebrio molitor* e, ocasionalmente, com outros artrópodes.

Comportamento reprodutivo

Foram realizados três conjuntos de experimentos para estudar o comportamento reprodutivo: (1) indivíduos subadultos foram criados em laboratório até atingirem a maturidade

para garantir a virgindade da aranha ($n = 6$ casais); (2) foram utilizados casais coletados na mesma teia, com ooteca e/ou filhotes ($n = 6$ casais); (3) foram utilizados indivíduos adultos coletados em teias separadas ($n = 4$ casais)

Os machos foram mantidos em potes de 50 ml; durante o experimento, foram colocados no recipiente cativo da fêmea junto de seu pote coletor, permitindo que o macho voltasse para dentro do pote. Cada indivíduo foi utilizado em apenas um experimento, evitando-se a pseudo-réplica. Cada tentativa foi acompanhada por uma hora. O comportamento reprodutivo foi registrado em vídeo.

Cuidado parental, juvenis e tolerância

Após os experimentos de comportamento reprodutivo, casais dos conjuntos 2 e 3 foram mantidos juntos em um mesmo recipiente. Foram feitas observações gerais sobre comportamento predatório e comportamento dos filhotes. Casulos de ovos ($n = 21$) foram acompanhados até a dispersão dos jovens da teia da mãe, observando a relação da mãe com os filhotes a fim de verificar possível cuidado parental e eventos de canibalismo.

Fenologia

Foi feita análise da fenologia para entender o ciclo de vida e época reprodutiva. Para isso foi utilizado o número de indivíduos de diferentes fases de vida encontrados em visitas mensais a campo em 2013.

As fases de vida foram divididas da seguinte forma:

Ooteca – quando o casulo de ovos está presente, porém a prole não emergiu,;

Juvenis – aranhas após emergirem do casulo de ovos que ainda não dispersaram da teia materna;

Subadultos – aranhas que já dispersaram da teia materna e ainda não atingiram maturidade sexual;

Adultos – indivíduos machos ou fêmeas, estruturas sexuais desenvolvidas e funcionais.

Teias verticais

Foram feitas observações em campo sobre a utilização de fios verticais das teias na captura de presas. Em 16 teias, insetos foram colocados em suas porções verticais, cerca de 20 cm acima dos lençóis de captura, e foi observado o comportamento da aranha por 30 segundos.

RESULTADOS

Abundância, densidade populacional e distribuição espacial

Houve diferença na abundância média por parcela entre as duas épocas de amostragem, sendo abril/maio o período com maior abundância (abril/maio: $31,96 \pm 7,24$; setembro/outubro: $12,59 \pm 2,30$; $t_{26} = 5,17$; $p < 0,01$; Tabelas 1 e 2), e maior densidade média (abril/maio: $511,41 \pm 115,76$ indivíduos/ha; setembro/outubro: $201,48 \pm 36,82$ indivíduos/ha). O índice de agregação intraespecífica de Morisita mostrou padrão de distribuição espacial agregado em ambos períodos amostrados (abril/maio – $Im = 2,30$; índice padronizado – $Im_{st} = 0,525$; setembro/outubro – $Im = 1,79$; índice padronizado – $Im_{st} = 0,514$; $p < 0,01$).

Na amostragem feita em abril-maio de 2014, em uma das parcelas do CO havia 146 indivíduos (Tabela 1, CO 07 da Figura 8), havendo, em média, 76 indivíduos por parcela, enquanto que na FAL obteve-se uma média de 12 e no IBGE de oito indivíduos por parcela (Tabela 2). No segundo período de amostragem, de setembro-outubro de 2014, CO obteve média de 26 indivíduos por parcela, FAL obteve nove e IBGE dois. As figuras 10 a 14 ilustram os pontos registrados do geoposicionamento global das aranhas nas 27 parcelas.

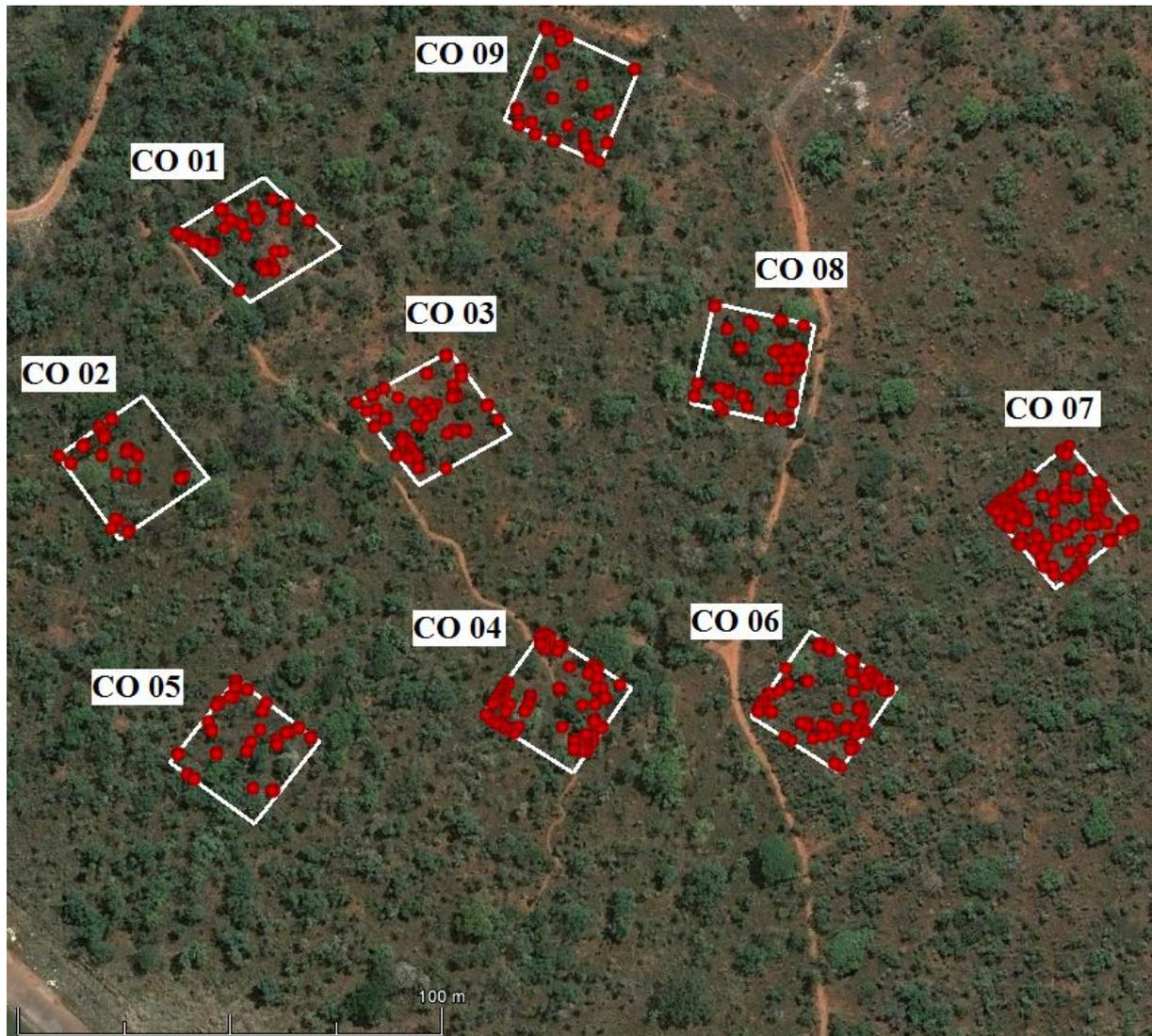


Figura 10. Parcelas do CO, pontos vermelhos indicam indivíduos em abril-maio.

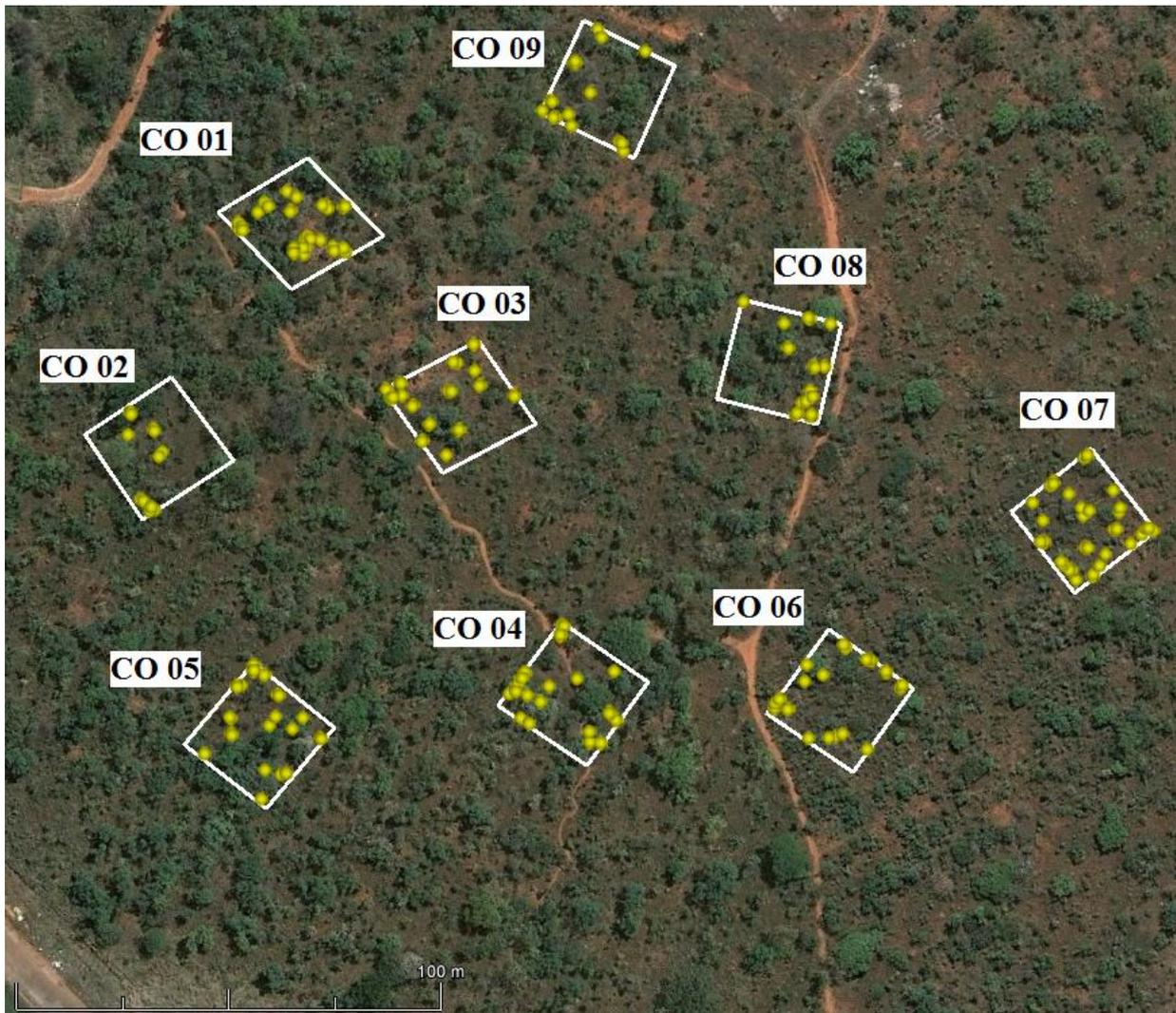


Figura 11. Parcelas do CO, pontos amarelos indicam indivíduos em setembro-outubro.

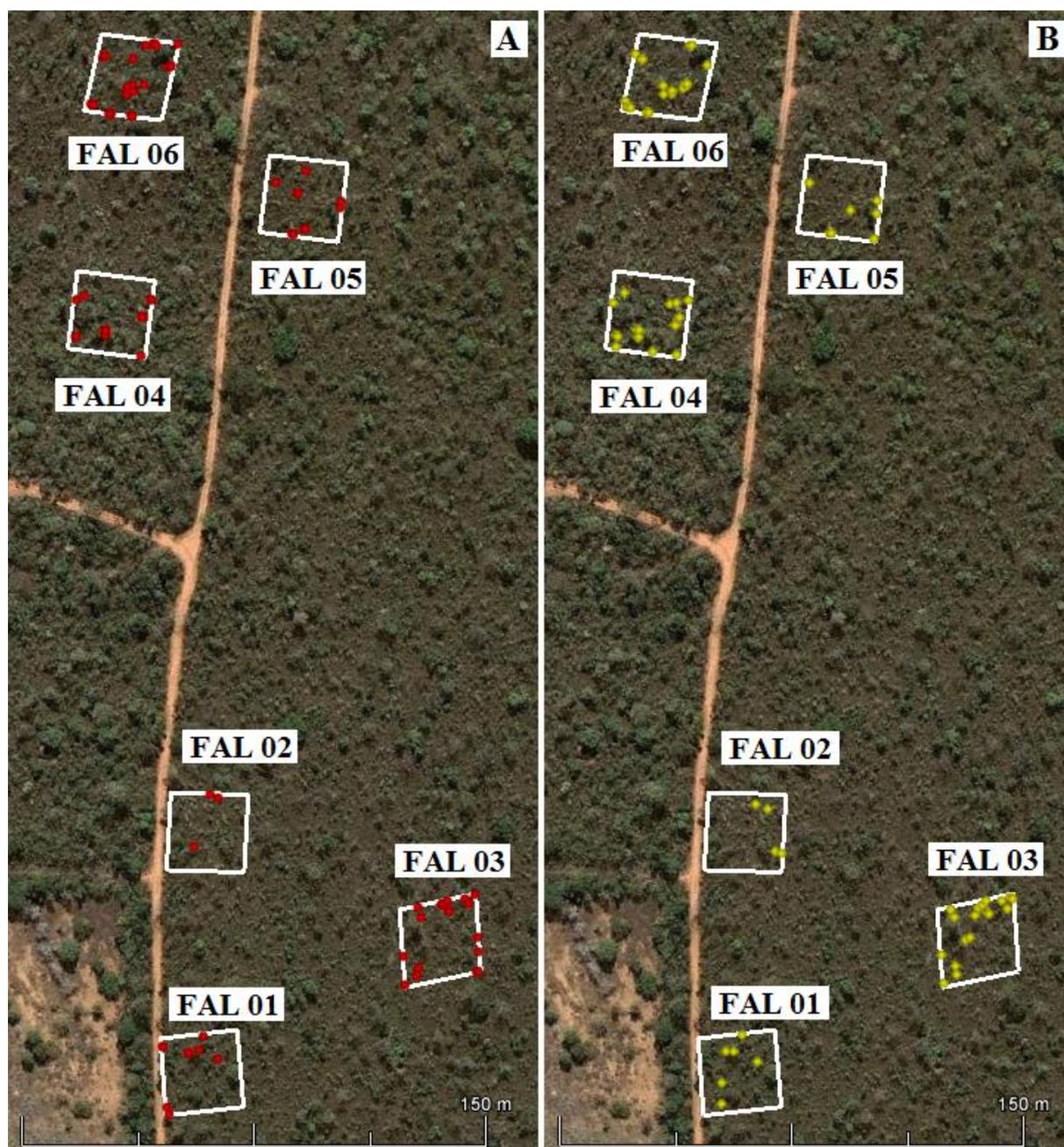


Figura 12. Parcelas 01 a 06 da FAL. A: pontos vermelhos indicam indivíduos em abril-maio. B: pontos amarelos indicam indivíduos em setembro-outubro.

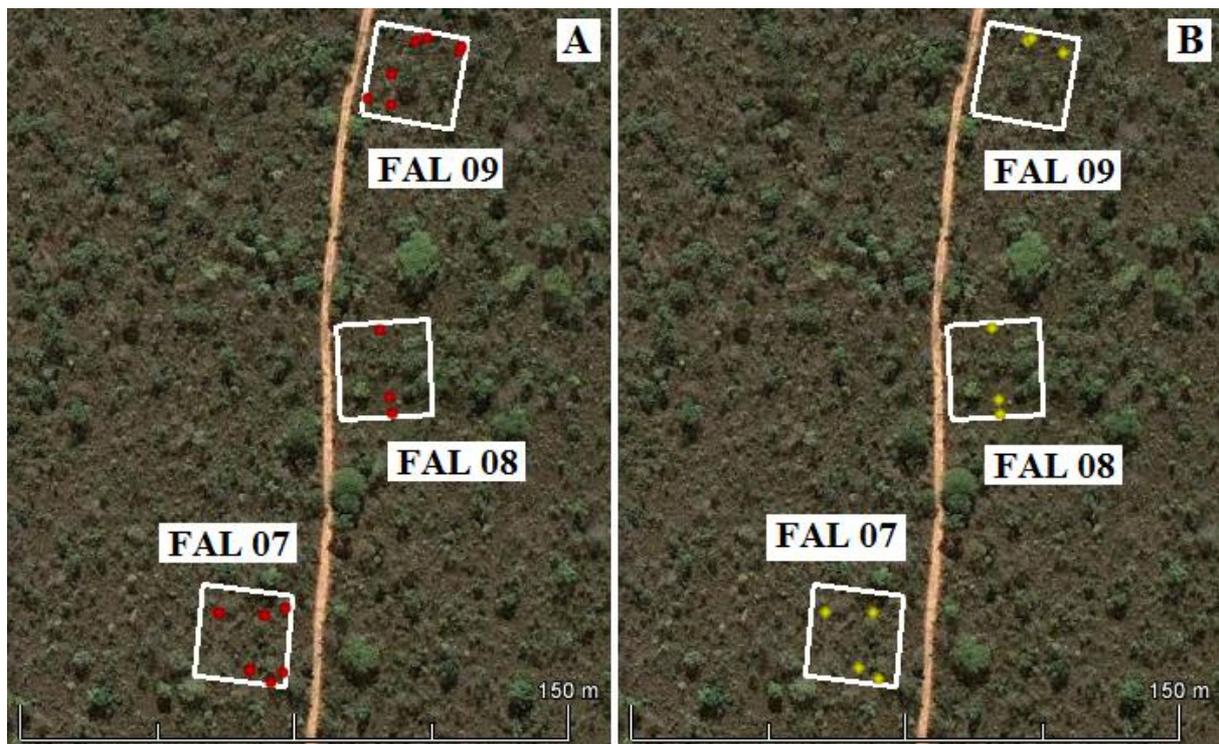


Figura 13. Parcelas 07 a 09 da FAL. A: pontos vermelhos indicam indivíduos em abril-maio. B: pontos amarelos indicam indivíduos em setembro-outubro.

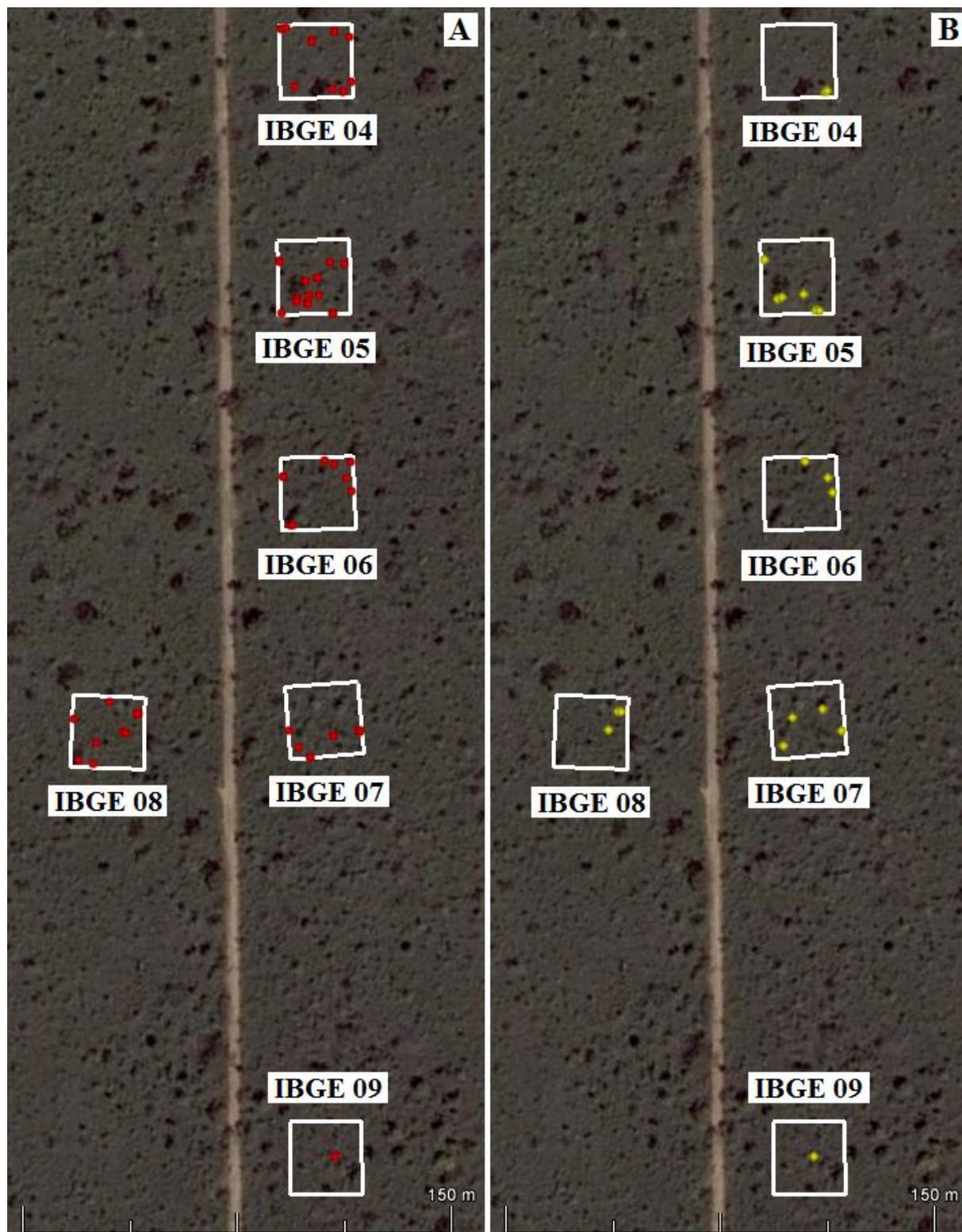


Figura 14. Parcelas 04 a 09 do IBGE; não houve indivíduos nas parcelas 01 a 03. A: pontos vermelhos indicam indivíduos em abril-maio. B: pontos amarelos indicam indivíduos em setembro-outubro.

Tabela 1. Abundância de indivíduos de *Ischnothele annulata* encontrados por parcela nas áreas do CO, FAL e IBGE e época: abril/maio e setembro/outubr.

Parcela	Abril/maio	Setembro/outubro
CO 01	57	35
CO 02	37	13
CO 03	78	28
CO 04	104	32
CO 05	53	27
CO 06	95	26
CO 07	146	36
CO 08	68	23
CO 09	46	17
FAL 01	9	6
FAL 02	20	18
FAL 03	3	4
FAL 04	21	17
FAL 05	11	8
FAL 06	28	21
FAL 07	9	4
FAL 08	3	3
FAL 09	7	3
IBGE 01	0	0
IBGE 02	0	0
IBGE 03	0	0
IBGE 04	14	2
IBGE 05	20	6
IBGE 06	9	3
IBGE 07	10	4
IBGE 08	13	3
IBGE 09	2	1

Tabela 2. Total dos indivíduos encontrados (n) nas nove parcelas de cada área (CO, FAL e IBGE), e no total das 27 parcelas, a média de indivíduos por parcela \pm erro padrão ($\bar{x} \pm \varepsilon$) e desvio padrão (δ), por período de amostragem (abril/maio e setembro/outubro).

	Abril/maio			Setembro/outubro		
	n	$\bar{x} \pm \varepsilon$	δ	n	$\bar{x} \pm \varepsilon$	δ
CO	684	$76 \pm 11,44$	34,32	237	$26,33 \pm 2,58$	7,75
FAL	111	$12,33 \pm 2,90$	8,70	84	$9,33 \pm 2,42$	7,25
IBGE	68	$7,56 \pm 2,46$	7,38	19	$2,11 \pm 0,70$	2,09
TOTAL	863	$31,96 \pm 7,24$	37,60	340	$12,59 \pm 2,30$	11,96

Relação do tamanho da teia com o tamanho da aranha

Foi encontrada correlação de 49,84% da área da teia com o comprimento da carapaça ($\tau = 0,4984$; $z = 6,92$; $p < 0,001$). A análise de regressão linear indica que o comprimento da carapaça explica 52,57% da variação na área da teia (modelo: $y = 282,6x - 536,93$; $R^2 = 0,5257$, $p < 0,001$; Figura 15).

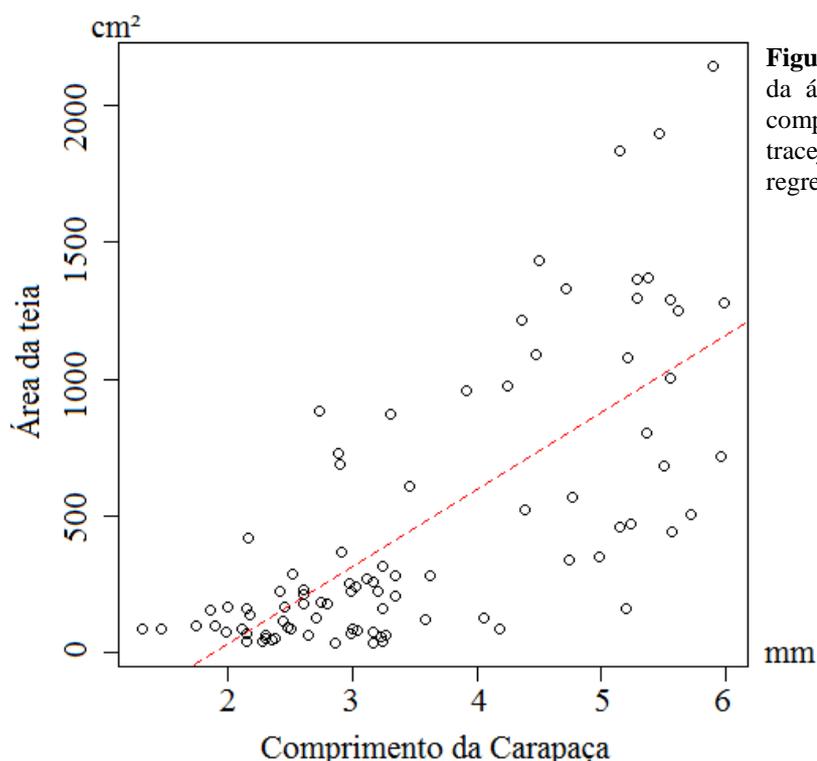


Figura 15. Gráfico de dispersão da área da teia em relação ao comprimento da carapaça. Linha tracejada vermelha representa a regressão linear dos dados.

Presas presentes nas teias

Foram identificadas 1990 presas pertencentes a nove ordens de artrópodes: Hymenoptera, Coleoptera, Isoptera, Hemiptera, Araneae, Orthoptera, Lepidoptera, Blattaria e Diptera. A família Formicidae compreendeu maior parte dos Hymenoptera (98,87%) e do total de presas (87,84%) (Tabela 3; Figura 16).

A abundância de presas nas teias diferiu entre os meses de amostragem (ANOVA; $F_{3,84} = 18,7$; $p < 0,001$), entretanto, a aplicação do teste de Tukey, com um nível

de significância de 0,05, não mostrou diferença entre os meses abril-maio e maio-outubro (Figuras 17 e 18).

Tabela 3. Táxon das presas identificadas dos restos de artrópodes nas teias de *Ischnothele annulata* coletadas na área do CO, com a abundância encontrada e porcentagem do total analisado, em parênteses, para cada um dos quatro eventos amostrais (março, abril, maio, outubro de 2014) de 22 teias cada, e do total encontrado.

Taxon	Março	Abril	Maio	Outubro	Total
Hymenoptera Formicidae	129 (86,00)	360 (90,00)	620 (85,40)	639 (89,50)	1748 (87,84)
Hymenoptera Não Formicidae	1 (0,67)	3 (0,75)	15 (2,07)	1 (0,14)	20 (1,01)
Blattaria	0 (0)	0 (0)	1 (0,14)	0 (0)	1 (0,05)
Coleoptera	7 (4,67)	19 (4,75)	36 (4,96)	30 (4,20)	92 (4,62)
Diptera	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0,14)	1 (0,05)
Hemiptera	1 (0,67)	4 (1,00)	2 (0,28)	13 (1,82)	20 (1,01)
Isoptera	11 (7,33)	12 (3,00)	41 (5,65)	20 (2,80)	84 (4,22)
Lepidoptera	0 (0)	0 (0)	3 (0,41)	1 (0,14)	4 (0,20)
Orthoptera	0 (0)	0 (0)	3 (0,41)	4 (0,56)	7 (0,35)
Araneae	1 (0,67)	2 (0,50)	5 (0,69)	5 (0,70)	13 (0,65)
Total	150	400	726	714	1990

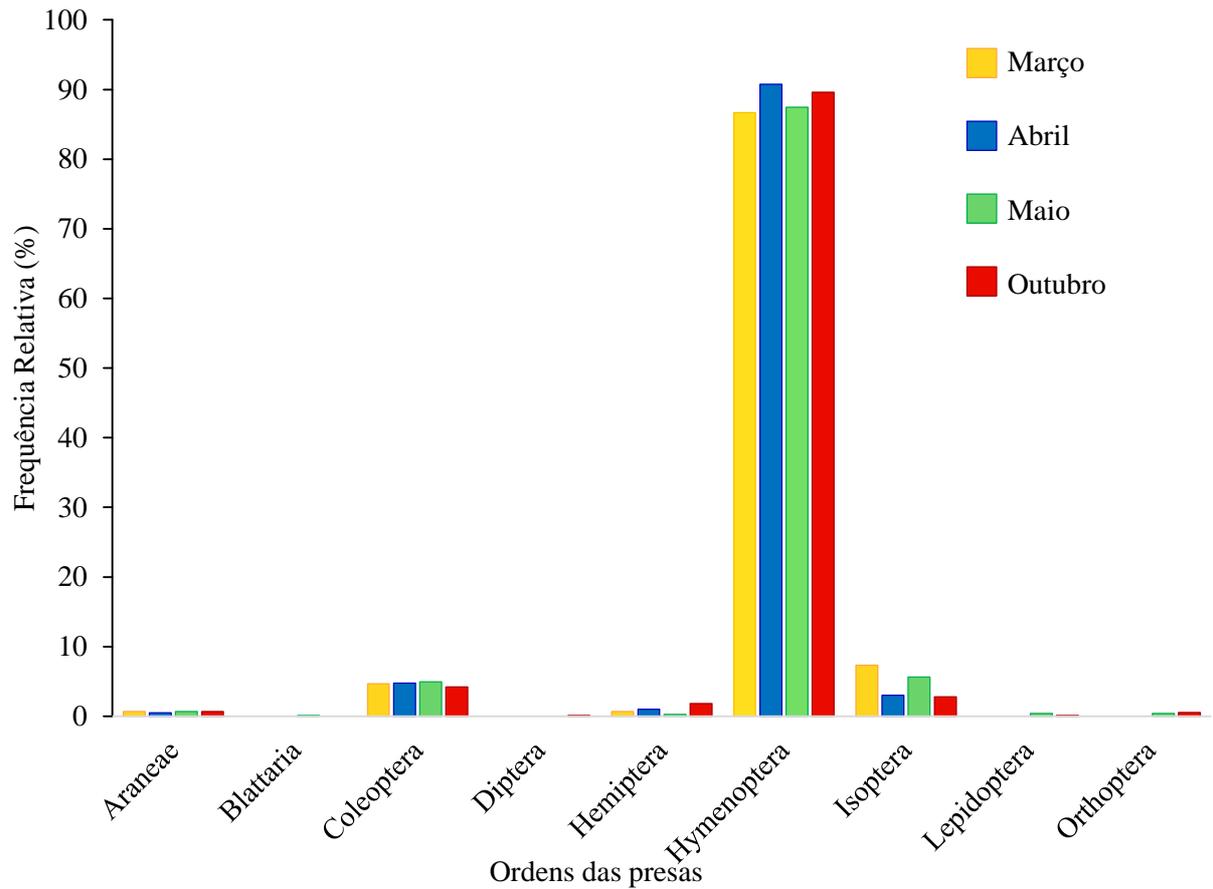


Figura 16. Frequência relativa das presas encontradas em teias de *Ischnothele annulata*.

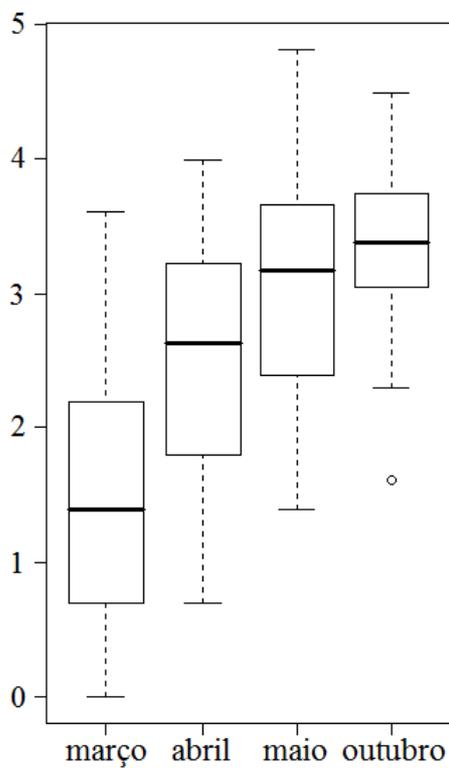


Figura 17. Boxplot da quantidade de presas encontradas nas teias em relação ao período de coleta.

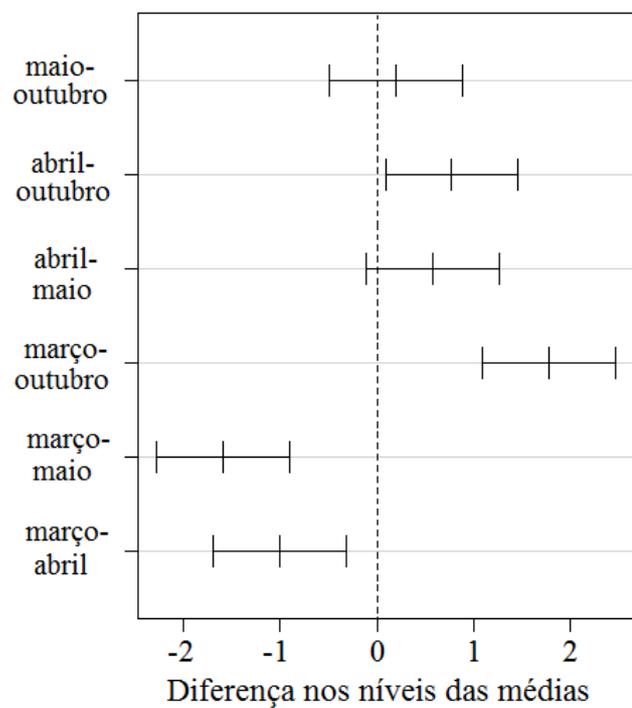


Figura 18. Diferença entre as médias da abundância de presas entre os meses de coleta pelo teste de Tuckey.

Comportamento reprodutivo

Dos seis casais do primeiro conjunto, três não interagiram durante as observações e três realizaram padrões de corte, porém sem copular. Nas observações do conjunto 2, não houve interação entre os indivíduos. No terceiro conjunto houve a única cópula do experimento, nas outras observações houve corte, porém sem cópula, com duas das fêmeas não respondendo ao comportamento do macho. A única cópula observada ocorreu sob camadas de teias, impossibilitando descrição confiável.

Corte

Três machos iniciaram o comportamento de corte antes mesmo de sair de seu pote (dois do grupo 1 e um do grupo 3). Dois machos realizaram batidas com o primeiro par de pernas, estendendo as pernas em seguida elevando e batendo-as na teia. Fizeram essas batidas com pernas alternadas ou com ambas, simultaneamente. Esse movimento era realizado junto de toques na teia com os pedipalpos, estendendo os pedipalpos, tocando a teia e retraíndo-os, alternadamente, formando um movimento elíptico que parecia puxar ou dedilhar a teia. Todos que exibiram comportamento de corte andaram pela teia, realizando pequenas pausas e intercalando com as contrações e batidas com pedipalpos, causando um movimento rítmico e intermitente. Em resposta, as fêmeas realizaram contrações das pernas e toques do primeiro par de pernas, também andando de modo intermitente, intercalando toques e com contrações, movimentando-se mais rapidamente que os machos.

Ao menor movimento das fêmeas, machos pararam abruptamente ou afastaram-se rapidamente, mas o fizeram ainda mantendo o mesmo padrão de movimentação rítmica. Quando ocorreram contatos com as fêmeas, os machos afastaram-se ou elevaram os pares de pernas I e II. Geralmente, após o primeiro contato que as fêmeas iniciaram a movimentação e

foram atrás dos machos, inclusive investindo contra eles, que, por sua vez, afastaram-se mais. Quando as fêmeas pararam, os machos voltaram a ir a sua procura.

Nos casos em que as fêmeas responderam à corte, os machos que encerraram as tentativas de cópula: se deslocaram para longe das fêmeas, cessaram o comportamento de corte e teceram seda a sua volta. Um dos machos construiu um túnel de seda completo, quatro construíram um pequeno refúgio em um dos cantos do recipiente da fêmea, um voltou para o pote no qual antes estava acondicionado, um fugiu do recipiente.

Cuidado parental, juvenis e tolerância

Tolerância entre adultos

Dos casais mantidos juntos em mesmo recipiente, após o experimento, as fêmeas, no início, foram indiferentes à presença do macho, mesmo as que possuíam filhotes (duas fêmeas), porém, após algumas semanas as fêmeas tentaram atacar os machos, com um dos dois sendo morto e o sobrevivente se alimentando do outro.

Ootecas e Juvenis

Observou-se a postura de ovos de seis fêmeas. Para a postura dos ovos a fêmea constrói um lençol de seda, sobre o qual faz camadas até formar um denso lençol circular, sobre o qual realiza a postura dos ovos e os recobre da mesma forma, selando o casulo, finalizando a ooteca (Figuras 19 a 22). Em campo, todas ootecas encontradas ($n > 15$) ficavam ao fundo do esconderijo.

As fêmeas realizaram até duas posturas de ovos, com a segunda postura após os juvenis já terem emergido da primeira ninhada, sendo frequente, em campo, encontrar fêmeas

com filhotes da primeira ninhada e uma ooteca, sua segunda ninhada ($n > 10$). Fêmeas mantidas isoladas realizaram posturas até um mês e meio após sua captura.

Em cativeiro, foi retirada a primeira ooteca de duas fêmeas, e, cerca de dois dias depois, elas fizeram a postura de uma segunda ninhada. Uma única aranha em cativeiro realizou a postura da segunda ninhada antes de os juvenis emergirem da primeira (Figura 21). Não foi encontrada em campo nenhuma aranha com duas ootecas ao mesmo tempo.



Figura 19. Ooteca de *Ischnothele annulata* recém construída.

Foto: N. M. Nardi



Fotos: N. M. Nardi

Figura 20. Fêmeas realizando postura de ovos.



Foto: N. M. Nardi

Figura 21. Duas ootecas de *Ischnothele annulata*; a construção do segundo (mais abaixo, na figura) ocorreu antes de os juvenis emergirem da primeira (mais acima).



Foto: N. M. Nardi

Figura 22. Ooteca aberta, mostrando os ovos

Após emergirem, eles permaneceram próximos, e, em laboratório, juvenis das 21 ninhadas observadas teceram um fino lençol de seda (Figuras 23 e 24) por onde se espalharam. Em campo, ao perturbar a teia e seus residentes, como quando era feita coleta de teia, os juvenis permaneciam em grupos, ao fugirem, paravam ao encontrar outro indivíduo, e mantinham-se juntos em pequenos grupos se não novamente perturbados. Os mais jovens permaneciam na parte interna do refúgio ($n = 6$), sendo que, quando maiores, no terceiro ou quarto instar, também eram vistos pequenos grupos mais externamente, nas entradas das vias de acesso ao esconderijo ($n = 5$).



Foto: N. M. Nardi

Figura 23. Juvenis dois a três dias após emergirem da ooteca, sobre finos fios de seda tecidos por eles mesmos.



Foto: N. M. Nardi

Figura 24. Juvenis cerca de uma semana após emergirem da ooteca, sobre um fino lençol de seda horizontal, tecido por eles mesmos, acima da teia da mãe.

Cuidado parental

As fêmeas alimentaram seus filhotes ao capturar presas, e colocá-las na teia. Quando houve a oferta de várias presas, as fêmeas as colocaram em locais diferentes da teia. Depois as fêmeas começaram a andar, contrair as oito pernas e bater com os pedipalpos, para atrair os juvenis, que foram ao encontro da presa e alimentaram-se juntos (Figura 25). Alguns dias após emergirem, tentaram capturar pequenas presas (como operários de cupins *Silvestritermes euamignathus* e besouros *Lasioderma serricorne*), sozinhos ou em cooperação, alimentando-se juntos, tolerando outros que não participaram na captura (Figuras 26 e 27). Não reagiram quando foram oferecidas presas mortas, contudo, alimentaram-se de presas recém-abatidas pela mãe (Figura 25).



Figura 25. Juvenis alimentando-se de um cupim alado recém-abatido pela mãe.

Foto: N. M. Nardi

Após cerca de duas semanas, reagiram a vibrações causadas por presas e iam à direção da mãe logo após ela capturar a presa, começando a alimentar-se enquanto ela ainda está com a presa em suas quelíceras (Figura 28).

O comportamento de capturar presas e espalhá-las pela teia não foi visto sem a presença de juvenis, e foi mantido mesmo quando filhotes de outra fêmea foram adicionados

na teia (2 tentativas, 20 filhotes em cada). Machos que foram deixados na presença de juvenis ($n = 5$) não realizaram esse comportamento nem interagiram com os filhotes, mas os toleraram.

Não foi presenciado nenhum evento de canibalismo de filhotes pela mãe, sendo raro entre os filhotes: no manuseio dos filhotes, alguns sofreram lesões ($n = 4$), ao serem colocados de volta na teia, foram imediatamente atacados e canibalizados. Filhotes que estavam sendo criados juntos de um dos machos, o atacaram quando ele estava próximo de morrer.

Filhotes que emergiram da ooteca sem a presença da mãe no recipiente ($n = 4$), dispersaram poucos dias depois. Os filhotes tentaram sair da teia, ficando nas bordas do recipiente, e tentando sair pelos furos feitos para passagem de ar. O mesmo ocorreu em dois casos que a fêmea, mesmo presente, ignorou a presença dos filhotes.

Quando havia a presença da fêmea ($n = 15$), por ao menos cerca de cinco semanas, dispersaram-se de forma menos abrupta: espalharam-se pelo recipiente em pequenos grupos ou isolados, em teia própria ou conjunta.



Fotos: N. M. Nardi

Figura 26. A: juvenis preparando para atacar larva de *Lasioderma serricorne*; B: juvenil após captura de outra larva de *L. serricorne*.



Foto: N. M. Nardi

Figura 27. Juvenis alimentando-se de larvas de Diptera abatidos por eles mesmos.



Foto: N. M. Nardi

Figura 28. Juvenis alimentando-se de larva de *Tenebrio molitor* que ainda está preso às quelíceras da fêmea.

Fenologia

Foram encontrados indivíduos de *Ischnothele annulata* durante todo o ano, entretanto, ootecas, juvenis e adultos só foram encontrados de agosto a novembro (Figura 29). Nos outros meses foram encontrados apenas subadultos.

Em laboratório, machos sobreviveram até meados de dezembro. Em outra parte da pesquisa, percebeu-se maior frequência de machos em setembro e, principalmente, outubro, porém não foram contabilizados. Fêmeas foram vistas em campo de agosto a dezembro, com indivíduos em laboratório sobrevivendo até janeiro. Os machos que sobreviveram até dezembro (dois indivíduos) e fêmeas que sobreviveram até janeiro (três indivíduos) morreram sem terem realizado nenhuma cópula.

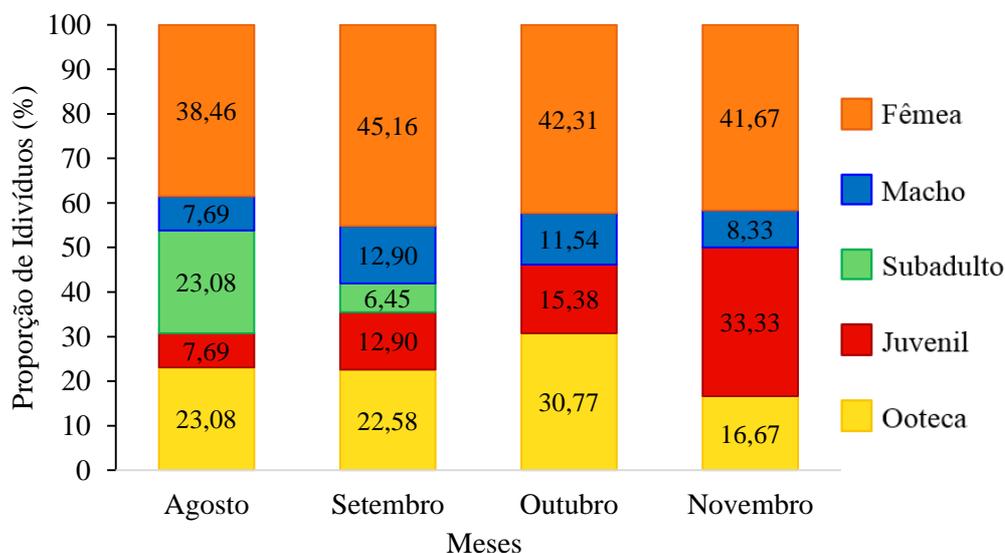


Figura 29. Proporção de indivíduos de *Ischnothele annulata* em diferentes fases de seu ciclo de vida encontrados em campo ou em laboratório, no caso de ootecas e juvenis que foram postos e emergiram em laboratório, respectivamente ($n = 142$); outros meses foram omitidos por só ter sido encontrados subadultos.

Teias verticais

As 16 teias em que foram realizados os testes possuíam tamanho variável, com as projeções de seda indo de 20 a 70 cm acima dos lençóis horizontais próximos ao substrato, com três delas formando lençóis horizontais suspensos ao fim da porção vertical. Em três dos testes (18,8%) não foi presenciado reação da aranha, com ela permanecendo dentro de seu refúgio. Em 11 das observações (68,8%), a aranha andou pelas projeções verticais em direção a presa, chegando a capturá-la em três casos (Tabela 4). As respostas de investidas e captura foram imediatas e rápidas, com a aranha voltando para seu refúgio com ou sem a presa logo em seguida, sem realizar outra resposta no tempo restante de observação. O comportamento de saída do refúgio também foi uma resposta imediata, porém não houve o retorno da aranha no tempo restante da observação, com ela mantendo-se imóvel.

Tabela 4. Comportamentos observado ao colocar insetos na porção vertical de 16 teias.

Comportamento	Nº de observações
Captura da presa	3
Investida rápida até a presa, sem captura	3
Investida em direção à presa, sem chegar a ela	5
Saída do refúgio, sem ir em direção à presa	2
Não saiu do refúgio	3

DISCUSSÃO

Abundância, densidade populacional e distribuição espacial

Ischnothele possui teia perene, o indivíduo permanece no mesmo lugar durante o ano todo após estabelecimento da teia (Coyle, 1995), assim as taxas de dispersão podem ser muito baixas. Dessa forma, os indivíduos jovens, nascidos no final de um ano, estão em maior número no início do ano. Permanecem em uma mesma área durante seu desenvolvimento e ao final do ano há os que sobreviveram durante o período, sem ter havido reposição da população por reprodução ou dispersão. Explicando a diferença de abundância e densidade entre abril-maio e setembro-outubro.

O padrão de distribuição espacial poderia modificar-se durante o ano devido à morte dos indivíduos sem sua reposição. O padrão foi similar nos dois períodos: agregado, sendo mais forte em abril/maio e menos agregado em setembro/outubro. Em campo, foram observados agregados de até nove indivíduos a menos de cinco metros de distância entre si (Figura 10), sendo comum, quase a regra, o encontro de agregados de três a quatro indivíduos (Figuras 10 a 12). O teste empregado depende do valor absoluto da parcela, o que não levaria em consideração esses agrupamentos que ocorrem dentro da própria parcela. Metodologias tradicionais como a utilizada possuem uma capacidade limitada para descrever padrões espaciais (Holland *et al.*, 1999). A diminuição do tamanho das parcelas poderia levar a resultados mais robustos.

Padrão de distribuição agregado em predadores, como aranhas, pode estar correlacionado à distribuição de presas (Bishop, 1981; Holland *et al.*, 1999; Harwood *et al.*, 2001; Pearce & Zalucki, 2006), podendo haver outros aspectos envolvidos (Pearce & Zalucki, 2006). Apesar de não ter sido investigada a disponibilidade de presas nas áreas amostradas, é

conhecido, localmente, a presença constante de Formicidae na área CO. A tolerância e permanência dos juvenis próximos a teia da mãe podem ser fatores que contribuiriam para o padrão de distribuição das aranhas. A dispersão por uma curta distância e a característica de possuir teias perenes, explicariam uma distribuição agregada.

Relação do tamanho da teia com o tamanho da aranha

É plausível que o aumento da área da teia tenha relação positiva com o tamanho da aranha. A correlação encontrada, apesar de significativa, não é muito forte: o tamanho da aranha explicaria pouco mais da metade da variação das teias, sendo a outra metade explicada por fatores ainda desconhecidos.

Para algumas espécies já foram vistos diferentes aspectos influenciarem características de teias: diversas morfometrias da aranha, como seu comprimento, comprimento e largura da carapaça, comprimento das pernas, massa corporal da aranha (que também pode servir como indicador de saciedade); disponibilidade de material em suas glândulas de seda; disponibilidade de alimento; tamanho das presas; produção de ovos; sítio de construção; fase ontogenética (Waldorf, 1976; Ford, 1977; Olive, 1980; Brown, 1981; Murakami, 1983; Lubin, 1986; Eberhard, 1988; Sandoval, 1994; Sherman, 1994; Zschokke, 1997; Heiling & Herberstein, 1998; Barrantes & Madrigal-Brenes, 2008). Falta saber os aspectos que influenciam o resto da variação em *Ischnothele annulata*.

Presas presentes nas teias

Com formigas (87,84%) como o principal item alimentar, seguido de besouros (4,62%) e cupins (4,22%), vai de acordo com o encontrado para outras *Ischnothele*: maioria das

presas são insetos não-voadores e não-saltatórios (Coyle & Ketner, 1990). Nesse trabalho, consideraram que, apesar de haver maior abundância de Hymenoptera, o segundo grupo mais abundante, Coleoptera, deveria representar maior porcentagem de biomassa. Pela diferença em abundância encontrada neste trabalho e pela ausência de Coleoptera em algumas amostras, essa afirmação pode não ser correta para a população aqui estudada. A disponibilidade de uma presa pode influenciar sua quantidade encontrada. A área de coleta das teias (CO) possui presença constante de formigas, favorecendo seu encontro com as teias e, por conseguinte, ser o principal recurso alimentar.

A presença do terceiro táxon mais abundante, Isoptera, pode estar relacionada à maioria das teias amostradas estarem associadas a cupinzeiros ou troncos caídos colonizados por cupins. Outros taxa podem representar presas eventuais, com menor importância na dieta da aranha.

Em Coyle & Ketner (1990) sugere-se três propriedades das teias de *Ischnothele* que auxiliam a captura: alta densidade de fibras, que aumentam a chance da presa se prender; pequeno diâmetro das fibras, que podem gerar forças adesivas eletrostáticas; tridimensionalidade da teia, que aumenta a probabilidade de a presa encontrar mais porções de seda ao tentar escapar. Isso pode favorecer a captura de certas presas em detrimento de outras. Das três presas usadas nos testes de Coyle & Ketner (1990) (*Tenebrio* sp., *Formica* sp., *Acheta domestica*) indivíduos *Formica* escaparam com maior facilidade.

Neste trabalho, em observações gerais em campo e durante a alimentação, percebeu-se que há formigas que escapam com facilidade, enquanto outras, principalmente *Atta* sp., possuem grande dificuldade para locomover-se na teia; o mesmo aconteceu com diferentes Coleoptera, em que adultos de *Tenebrio*, demonstraram maior facilidade de locomoção em comparação a Scarabaeoidea spp. A comparação das três espécies usadas em Coyle & Ketner

(1990) não foi o suficiente para determinar a predominância de presas; características da teia podem selecionar presas de um mesmo taxa, de acordo com suas diferenças morfológicas.

A diferença da abundância das presas durante o ano pode ser explicada por alguns fatores: (1) conforme o tempo passa, a aranha cresce, necessitando de mais alimento, aumentando sua área da teia e consumo de presas; (2) a aranha pode manter restos de presas antigos, que vão sendo acumulados ao longo do tempo; (3) há mudança na abundância de insetos, que constituem maior parte das presas, durante o ano (Janzen, 1973; Wolda 1988), podendo ocasionar maior disponibilidade de alimento em determinadas épocas.

Essa terceira opção, contudo, não deve ser a determinante da variação encontrada, pois em Pinheiro e colaboradores (2002), o perfil de variação na abundância das diferentes ordens de insetos não corresponde com a variação encontrada neste trabalho, com exceção a Isoptera, que parece apresentar pico de abundância por volta de maio (Pinheiro *et al.*, 2002), coincidindo com sua época de maior abundância nos restos de presas.

Comportamento reprodutivo

Como o comportamento dos machos iniciava-se só após contato com a teia da fêmea, ou, em três situações, após estarem próximos a ela, porém sem encostar, sugere haver pistas químicas. Já tem-se comprovado para algumas famílias que machos conseguem distinguir entre teias de machos e de fêmeas (Bristowe & Locket, 1926; Kaston, 1936; Dondale & Hegdekar, 1973; Tietjen & Rovner, 1982; Clark & Jackson, 1995; Schulz, 2004), e já é confirmado a existência de feromônios de contato de fêmeas de Mygalomorphae (Minch, 1979; Prentice, 1997; Shillington & Verrell, 1997; Yañez *et al.*, 1999; Costa & Pérez-Miles, 2002; Ferretti & Ferrero, 2008), o que explicaria a reação ao entrar em contato com a teia da fêmea.

Há também estímulo vibratório pela movimentação, contração das pernas e o dedilhamento dos pedipalpos. Informações vibratórias são fundamentais para interações intraespecíficas em muitos grupos, sendo o tipo de comunicação mais importante para aranhas em geral (Huber, 2005; Uetz, 2000), incluindo ortognatas (Costa & Pérez-Miles, 2002; Haupt, 2003). E há a resposta da fêmea à movimentação do macho, havendo, portanto, corte recíproca. Essa resposta pode informar o macho da aceitação da fêmea e/ou orientá-lo em sua direção, como é o sugerido para alguns terafosídeos (Quirici & Costa, 2005; Ferretti & Ferrero, 2008). Os padrões de vibrações também podem ser utilizados para reconhecimento de um indivíduo da mesma espécie, para evitar predação do macho (Barth & Schmitt, 1991; Barth, 1993) e também já foi sugerido que esses padrões informem o estado do macho, como tamanho e vigor (Suter & Renkes, 1984; Tarsitano & Kirchner, 2001).

O comportamento em laboratório dos machos de encerrar a corte apesar das investidas das fêmeas e construir um tubo de teia próprio junto à teia da fêmea pode explicar o encontrado em campo. É comum encontrar machos em teias adjacentes a teias de fêmeas adultas, ou dentro da teia da fêmea, inclusive fêmeas que já realizaram postura de ovos ou cujos filhotes já emergiram. Em duas situações foram encontrados dois machos dentro da teia de uma mesma fêmea.

A possibilidade de canibalismo pode ser um dos motivos para o afastamento do macho. Em *Ischnothele caudata*, foram observados poucos canibalismos (três em 58 cópulas; Jantschke & Nentwig, 2001) e já foi sugerido que o canibalismo em Mygalomorphae apesar de ocorrer, não seria a regra para o grupo, porém, a ameaça, mesmo que baixa pode ser o suficiente para desencadear respostas defensivas no macho (Jackson & Pollard, 1990).

O encontro de machos em teias de fêmeas em campo pode ser para permanecer próximos após uma tentativa de acasalamento malsucedida para realizar nova tentativa

posteriormente. Pode ser que essa associação ocorra após a cópula, para defender a fêmea contra a investida de novos machos, o que representaria uma vantagem caso essa espécie dê prioridade ao esperma da primeira cópula (Elgar & Bathgate, 1996). Contudo, isso não explicaria por que machos foram encontrados mesmo após postura e eclosão dos ovos, sendo uma associação mais prolongada, o que não é muito comum em aranhas (Huber, 2005), e seria uma explicação menos plausível nos casos em que dois machos foram encontrados na teia da fêmea.

Outra hipótese é que a fêmea se acasala mais de uma vez e a proximidade do macho garantiria seu acesso à fêmea para acasalamento adicional. Porém nenhum dos casais do grupo 2 (encontrados juntos com ooteca e/ou filhotes) realizaram comportamento de corte, o que não suporta essa hipótese. As condições laboratoriais podem ser responsáveis por esse resultado, que pode ter tornado a fêmea menos receptiva.

Alguns padrões encontrados na corte de *Ischnothele annulata* também foram descritos em outra Ischnothelinae, *Thelechoris striatipes*, e quatro Euagrinae (Dipluridae): *Euagrus* sp., *Australothele jamiesoni*, *Microhexura montivaga* e *Phyxioschema suthepia* (Coyle 1985, 1986; Raven 1988; Raven & Schwendinger 1989; Coyle & O'Shields, 1990), como elevação das pernas ao se encostarem, investidas da fêmea sobre o macho, batidas dos pedipalpos na teia, contrações das pernas alternadas com movimentação; porém, em nenhuma foi reportada a cessão a corte por parte do macho. Foi registrada para *T. striatipes* a tentativa persistente do macho de acasalar novamente dias após cópula bem-sucedida. Essa persistência pode explicar o encontro frequente de machos na teia de fêmeas em campo. Coyle & O'Shields (1990), sugere que podem ser necessitárias várias cópulas para preencher as espermatecas das fêmeas dessa espécie.

Não foram encontrados outros trabalhos que falassem sobre comportamento de corte em Dipluridae, dificultando comparações para saber se alguns comportamentos observados, como a cessão da corte por parte do macho, é uma característica compartilhada, ou se seria um artefato da criação em laboratório.

Cuidado parental, juvenis e tolerância

As fêmeas demonstraram cuidado parental ao capturar presas para oferecer aos filhotes, e espalhar presas pela teia, permitindo, inclusive, a alimentação enquanto ainda segura a presa. Os machos, entretanto, não apresentaram cuidado parental, sendo indiferentes à presença dos juvenis.

Percebeu-se que a presença de juvenis estava atrelada à presença da mãe. A dispersão prematura de juvenis que não obtiveram cuidado parental, sugere que esse cuidado pode representar benefício real a eles, pois optam por não dispersarem quando há provisão de alimentos pela fêmea.

O comportamento materno foi similar ao observado para *Ischnothele caudata* (Jantschke & Nentwig, 2001), em que as fêmeas também alimentam os juvenis, espalham presas pela teia, permitem a alimentação enquanto ainda segura a presa e fazem uma movimentação específica para atrair os filhotes às presas; juvenis compartilham presas; falta de canibalismo de adultos por filhotes; e há tolerância coespecífica, com, inclusive, machos permanecendo nas teias das fêmeas mesmo após a postura e eclosão dos ovos.

Contudo, houve diferenças, como no número de posturas, que em *I. caudata*, chegou a cinco, enquanto observou-se apenas dois em *I. annulata*; não há época reprodutiva

em *I. caudata*, reproduzindo-se o ano todo, e há presença de teias conectadas formando colônias, enquanto em *I. annulata*, apesar de terem sido encontradas teias próximas, em que se confunde o término de uma e o início de outra, não seria em um nível o suficiente para considerá-las como colônias.

Um dos processos que levaram a comportamentos sociais em aranhas envolve a tolerância entre indivíduos e redução da distância entre as teias, sendo parasociais, em que há agregação a um recurso (Shear, 1970; Burgess, 1978; Krafft, 1982a, b; Uetz & Hieber, 1997); outro processo é a subsocialidade, pelo aumento do cuidado parental, estendendo-se até a permanência dos filhotes na teia da mãe (Shear, 1970; Burgess, 1978; Krafft, 1982a, b; Lubin, 1995; Avilés, 1997).

O desenvolvimento de cooperação e teias comunais são mais prováveis terem ocorrido pelo segundo processo, da subsocialidade (Krafft, 1979; Uetz, 1988; Avilés, 1997; Schneider, 2002; Whitehouse & Lubin, 2005; Lubin & Bilde, 2007, 2011; Avilés & Harwood, 2012), enquanto que a criação de colônias surgiria da parasocialidade (Smith, 1983; Uetz, 1986; Wickler & Seibt, 1993), sendo que espécies coloniais ou comunais (Wilson, 1971) apresentam pouco a nenhum cuidado parental, e uma mesma colônia pode transpassar gerações (Lubin, 1974; Uetz & Hieber, 1997; Whitehouse & Lubin, 2005; Lubin & Bilde, 2007, 2011). Ainda assim, o conhecimento sobre a evolução do cuidado parental é limitado (Yip & Rayor, 2014).

Assim como em outras *Ischnothele* sp. (Coyle & Ketner, 1990, Jantschke & Nentwig, 2001), *I. annulata* possui tolerância entre os indivíduos, inclusive entre machos e juvenis e entre adultos, e proximidade de suas teias, o que poderia sugerir um processo de desenvolvimento de parasocialidade. Contudo, essa tolerância parece ser uma manutenção da tolerância e cooperação entre os juvenis e entre mãe e juvenil, pelo cuidado materno, como em

I. caudata (Jantschke & Nentwig, 2001), que pode garantir a proximidade dos indivíduos, sendo, portanto, uma condição de subsocialidade, como definida por Wilson (1971).

Fenologia

Machos podem ocorrer de junho a dezembro, sendo principalmente encontrados em setembro e outubro, não havendo registros em outros meses. Fêmeas ocorrem na mesma época, podendo sobreviver até início de janeiro. Imaturos que já dispersaram da teia materna ocorrem de dezembro a setembro, enquanto imaturos vivendo com a mãe podem ocorrer de agosto a janeiro.

Como indivíduos foram encontrados durante todo o ano, porém diferentes fases de vida encontradas em diferentes meses, não há sobreposição de gerações, com os indivíduos sobrevivendo por cerca de um ano. Há, portanto, uma única época reprodutiva na vida do indivíduo, e o período de ocorrência de cada fase, sugere que a postura dos ovos ocorra de julho a novembro, assim como sugerido em Coyle, 1995, e Motta, 2014.

Teias verticais

Apesar de poucos testes para as observações, percebeu-se que a presença de presas nessas porções superiores da teia pode ter função de aumento da área de captura. Em Coyle & Ketner (1990), demonstrou-se que *Ischnothele* spp. localizam sua presa principalmente, senão somente, por vibrações na teia. Nos testes deste trabalho, ao efetivamente investirem na direção da presa, e capturá-las nas porções verticais, corrobora que a detecção de presas é por vibração e demonstra que essas porções suspensas auxiliam na detecção e apreensão de presas, aumentando, portanto, sua área de captura. Podem também, ampliar os

tipos de presa que podem capturar, podendo servir como facilitador para captura de insetos alados, que aparecem na dieta natural da aranha, porém em baixa proporção (2,27%).

Não são todas as teias que possuem esse tipo de projeção. Não foi feita a contagem, mas se percebeu que aparecem em uma expressão bem menor que a metade do total presenciado; estudos anteriores sobre *Ischnothele* spp. não fizeram esse tipo de averiguação.

CONCLUSÕES

Ischnothele annulata é uma espécie anual em que não há sobreposição de gerações, havendo uma geração por ano, sendo univoltina; assim há apenas um período reprodutivo durante a vida, de agosto a novembro, morrendo após, sendo semélpara. Dessa forma, há diferença de abundância entre abril-maio, em que há somente jovens, e setembro-outubro, em que os indivíduos são adultos. Com a densidade populacional em áreas de cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal sendo de $511,41 \pm 115,76$ indivíduos/ha em abril/maio e $201,48 \pm 36,82$ indivíduos/ha em setembro/outubro. O padrão de distribuição espacial permanece agregado n essas duas épocas, são mais agregados quando jovens, e a agregação diminui quando adultos.

O tamanho da carapaça possui relação positiva com o tamanho da teia, porém explica apenas pouco mais da metade de sua variação. O restante da variação pode ter influência de, não apenas medidas corpóreas, como de aspectos não morfométricos, necessitando de mais investigações.

A construção de teias verticais mostrou-se eficaz na captura de presas, mas não se sabe o quão eficiente seria, nem se sua contribuição compensa o custo de sua confecção.

A alimentação condiz com o observado para outras *Ischnothele* sp. Com predominância de Formicidae na alimentação, seguido por Coleoptera, havendo variação, ainda não explicada, durante o ano.

As fêmeas apresentaram cuidado parental, sendo uma espécie subsocial: uma das poucas Mygalomorphae com características sociais observadas. Possuem tolerância a presença de outros da mesma espécie, com poucos relatos de canibalismo em laboratório e

sendo frequente encontrar machos habitando teias de fêmeas, inclusive quando já há ootecas e filhotes presentes, o que levanta dúvidas sobre o porquê da permanência do macho.

Os relatos do comportamento reprodutivo, apesar de simples, sugerem que seja similar ao já descrito em outras Dipluridae, sendo várias de suas características compartilhadas, porém também havendo características não compartilhadas com essas poucas espécies cuja reprodução já foi descrita.

Este trabalho abrangeu diversos aspectos da vida de *Ischnothele annulata*, pode contribuir para futuros estudos de diversas áreas, como ecologia populacional, reprodução, predação, evolução.

REFERÊNCIAS

- ARANGO, A. M.; RICO-GRAY V.; PARRA-TABLA, V. (2000). Population structure, seasonality, and habitat use by the green lynx spider *Peucetia viridans* (Oxyopidae) inhabiting *Cnidocolus aconitifolius* (Euphorbiaceae). *Journal of Arachnology*, 28: 185–194.
- AVILÉS, L. (1997). Causes and consequences of cooperation and permanent-sociality in spiders. In: Choe, J. & Crespi, B. (Eds.), *The evolution of social behavior in insects and arachnids*. 476–498. Cambridge, Cambridge University Press.
- AVILÉS, L. & HARWOOD, G. (2012). A quantitative index of sociality and its application to group-living spiders and other social organisms. *Ethology*, 118: 1219–1229
- BARRANTES, G. & MADRIGAL-BRENES, R. (2008). Ontogenetic changes in web architecture and growth rate of *Tengella radiata* (Araneae, Tengellidae). *Journal of Arachnology*, 36(3): 545–551.
- BARTH, F. G. (1993). Sensory guidance in spider pre-copulatory behaviour. *Comparative Biochemistry and Physiology, A*, 104: 717–733.
- BARTH, F. G. & SCHMITT, A. (1991). Species recognition and species isolation in wandering spiders (*Cupiennius* spp.; Ctenidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 29: 333–339.
- BARTHOLOMEW, G. A. (1986). The role of Natural History in contemporary biology. *BioScience*, 36 (5): 324–329.
- BISHOP, A. L. (1981). The spatial dispersion of spiders in a cotton ecosystem. *Australian Journal of Zoology*, 29: 15–24.
- BRISTOWE, W. S. & LOCKET, G. H. (1926). The courtship of British lycosid spiders, and its probable significance. *Proceedings of the Zoological Society*, 22: 317–347.
- BROWN, K. M. (1981). Foraging ecology and niche partitioning in orb-weaving spiders. *Oecologia*, 50:380–385 .
- BURGESS, J. (1978). Web-signal processing for tolerance and group predation in the social spider *Mallos gregalis* Simon. *Animal Behavior*, 27: 157–164
- CLARK, R. J. & JACKSON, R. R. (1995). Dragline-mediated sex recognition in two species of jumping spiders (Araneae, Salticidae), *Portia labiata* and *P. fimbriata*. *Ethology Ecology & Evolution*, 7: 73–77.
- CODDINGTON, J. A. & LEVI, H. W. (1991). Systematics and evolution of spiders (Araneae). *Annual Review of Ecology and Systematics*, 22: 565-592.

- COSTA, F. G. & PÉREZ-MILES, F. (2002). Reproductive biology of Uruguayan theraphosids (Araneae, Mygalomorphae). *Journal of Arachnology*, 30: 571–587.
- COYLE, F. A. (1985). Observations on the mating behaviour of the tiny mygalomorph spider, *Microhexura montivaga* Crosby & Bishop (Araneae, Dipluridae). *Bulletin of the British Arachnological Society*, 6: 328–330.
- COYLE, F. A. (1986). Courtship, mating, and the function of male-specific leg structures in the mygalomorph spider genus *Euagrus* (Araneae, Dipluridae). In: Eberhard, W. G.; Lubin, Y. D.; Robinson, B. C. (Eds), International Congress of Arachnology, 9. 33–38. Washington, Smithsonian Institution Press.
- COYLE, F. A. (1995). A Revision of the funnelweb mygalomorph spider subfamily Ischnothelinae (Araneae, Dipluridae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 226: 1–133.
- COYLE, F.A. & KETNER, N. D. (1990). Observations on the prey and prey capture behaviour of the funnelweb mygalomorph spider genus *Ischnothele* (Araneae, Dipluridae). *Bulletin of the British Arachnological Society*, 8 (4): 97–104
- COYLE, F.A. & O'SHIELDS, T. C. (1990). Courtship and mating behavior of *Thelechoris karschi* (Araneae, Dipluridae), an african funnel web spider. *Journal of Arachnology*, 18(3): 281–296
- DÍAZ-FLEISCHER, F. (2005). Predatory behaviour and prey-capture decision-making by the web-weaving spider *Micrathena sagittata*. *Canadian Journal of Zoology*, 83: 268–273.
- DONDALE, C. D. & HEGDEKAR, B. M. (1973). The contact sex pheromone of *Pardosa lapidicina* Emerton (Araneida: Lycosidae). *Canadian Journal of Zoology*, 51: 400–401.
- EBERHARD, W. G. (1988). Behavioural flexibility in orb web construction: effects of supplies in different silk glands and spider size and weight. *Journal of Arachnology*, 16(3): 295–302.
- ELGAR, M. A. & BATHGATE, R. (1996). Female receptivity and male mate-guarding in the jewel spider *Gasteracantha minax* Thorell (Araneidae). *Journal of Insect Behavior*, 9: 729–738.
- FERRETTI, N. E. & FERRERO, A. A. (2008). Courtship and mating behavior of *Grammostola schulzei* (Schmidt 1994) (Araneae, Theraphosidae), a burrowing tarantula from Argentina. *Journal of Arachnology*, 36(2):480–483.
- FOELIX, R. F. (2011). *Biology of spiders*, 3 ed. Oxford, Oxford University Press.
- FORD, M. J. (1977). Energy costs of the predation strategy of the web-spinning spider *Lepthyphantes zimmermanni* Bertkau (Linyphiidae). *Oecologia*, 28: 341–349.

- GALIANO, M. E. (1972). El desarrollo postembrionario larval de *Ischnothele siemensi* Cambridge, 1896 (Araneae, Dipluridae). *Physis. Revista de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales*, 31(82): 169–177.
- GASNIER, T. R.; ORRES-SANCHEZ, M. P. T; AZEVEDO, C. S.; HÖFER, H. (2002). Adult size of eight hunting spider species in central Amazonia: temporal variations and sexual dimorphisms. *Journal of Arachnology*, 30: 146–154.
- HARWOOD, J. D.; SUNDERLAND, K. D.; SYMONDSON, W. O. C. (2001). Living where the food is: web location by linyphiid spiders in relation to prey availability in winter wheat. *Journal of Applied Ecology*, 38: 88–99.
- HAUPT, J. (2003). The mesothelae – a monograph of an exceptional group of spiders (Araneae, Mesothelae). *Zoologica*, 154: 1–102.
- HEILING, A. M. & HERBERSTEIN, M. E. (1998). The web of *Nuctenea sclopeteria* (Araneae, Araneidae): relationship between body size and web design. *Journal of Arachnology*, 26: 91–96.
- HERBERSTEIN, M. E. & I-MIN T. (2011). Spider webs: evolution, diversity and plasticity. *In*: Herberstein, M. E. (Ed.), *Spider behavior*. 57–98. Cambridge: Cambridge University Press.
- HOLLAND, J. M.; PERRY, J. N.; WINDER, L. (1999) The withinfield spatial and temporal distribution of arthropods in winter wheat. *Bulletin of Entomological Research*, 89: 499–513.
- HUBER, B. A. (2005). Sexual selection research on spiders: progress and biases. *Biological Reviews*, 80: 363–385.
- JACKSON, R. R. & POLLARD, S. D. (1990). Intraspecific interactions and the function of courtship in mygalomorph spiders: a study of *Porrhothele antipodiana* (Araneae: Hexathelidae) and a literature review. *New Zealand Journal of Zoology*, 17: 499–526
- JANTSCHKE, B. & NENTWIG, W. (2001). Sub-social behaviour in the diplurid *Ischnothele caudata* (Araneae, Dipluridae). *Bulletin of the British Arachnological Society*, 12: 12–16
- JANZEN, D. H. (1973). Sweep samples of tropical foliage insects: effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day, and insularity. *Ecology*, 54: 687–702.
- KASTON, B. J. (1936). The senses involved in the courtship of some vagabond spiders. *Entomologica Americana*, 16: 97–167.
- KLÄRNER, D. & BARTH, F. G. (1982). Vibratory signals and prey capture in orb-weaving spiders (*Zygiella x-notata*, *Nephila clavipes*; Araneidae). *Journal of Comparative Physiology, A*, 148 (4): 445–455.
- KRAFFT, B. (1979). Organisation et evolution des sociétés d'araignées. *Journal de Psychologie*, 1: 23–51.

- KRAFFT, B. (1982a). Eco-ethology and evolution of social spiders. *In: Jaisson, P. (Ed.), Social insects in the tropics. 2: 73–84.* Paris, Université Paris-Nord.
- KRAFFT, B. (1982b). The significance and complexity of communication in spiders. *In: Witt, P. N. & Rovner, J. S. (Eds.), Spider communication. 15–66.* Princeton, Princeton University Press.
- LANDOLFA, M. A. & BARTH, F. G. (1996). Vibrations in the orb web of the spider *Nephila clavipes*: cues for discrimination and orientation. *Journal of Comparative Physiology, A, 179: 493–508.*
- LUBIN, Y. D. (1974). Adaptive advantages and the evolution of colony formation in Cyrtophora (Araneae, Araneidae). *Zoological Journal of the Linnean Society, 54: 321–339.*
- LUBIN, Y. D. (1986). Web building and prey capture in the Uloboridae. *In: Shear, W. A. (Ed.), Spiders: webs, behavior and evolution. 132–171.* Stanford, Stanford University Press.
- LUBIN, Y. D. (1995). Is there division of labour in the social spider *Achaearanea wau* (Theridiidae)? *Animal Behavior, 49: 1315–1323.*
- LUBIN, Y. D. & BILDE, T. (2007). The evolution of sociality in spiders. *Advances in the Study of Behavior, 37: 83–145.*
- LUBIN, Y. D. & BILDE, T. (2011). Group living in spiders: cooperative breeding and coloniality. *In: Herberstein, M. E. (Ed.), Spider behaviour flexibility and versatility. 275–306.* Cambridge, Cambridge University Press.
- MINCH, E. W. (1979). Reproductive behaviour of the tarantula *Aphonopelma chalcodes* Chamberlin (Araneae, Theraphosidae). *Bulletin of the British Arachnological Society, 4(9):416–420.*
- MINEO, M. F.; DEL-CLARO, K.; BRESCOVIT, A. D. (2010). Seasonal variation of ground spiders in a Brazilian Savanna. Curitiba, *Zoologia, 27(3): 353–362.*
- MOREIRA, V. S. S. & DEL-CLARO, K (2011). Oviposition and post-embryonic development of *Aglaoctenus lagotis* (Araneae, Lycosidae). Curitiba, *Zoologia, 28(5): 565–570.*
- MOTTA, P.C. (2014). Aranhas do Cerrado. Rio de Janeiro, Technical Books Editora.
- MURAKAMI, Y. (1983). Factors determining the prey size of the orb-web spider, *Argiope amoena* (L. Koch) (Argiopidae). *Oecologia, 57:72–77.*
- OLIVE, C. W (1980). Foraging specializations in orbweaving spiders. *Ecology, 61: 1133–1144.*
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. & RATTER, J. A. (2002). Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. *In: Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. (Eds.), The Cerrados of Brazil. 91–120.* New York, Columbia University Press.

- PAZ, N. (1988). Ecología y aspectos del comportamiento em *Linothele* sp. (Araneae, Dipluridae) *Journal of Arachnology*, 16: 5–22.
- PAZ, N. (1993). Aspectos de la biología reproductiva de *Linothele megatheloides* (Araneae, Dipluridae) *Journal of Arachnology*, 21: 40–49.
- PEARCE, S. & ZALUCKI, M. P. (2006). Do predators aggregate in response to pest density in agroecosystems? Assessing within-field spatial patterns. *Journal of Applied Ecology*, 43: 128–140.
- PINHEIRO, F.; DINIZ, I. R.; COELHO, D.; BANDEIRA, P. S. (2002). Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian Cerrado. *Austral Ecology*, 27: 132–136.
- PLATNICK, N. I. (2014). The world spider catalog, version 14.0. American Museum of Natural History. Online at <http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog/>.
- PRENTICE, T. R. (1997). Theraphosidae of the Mojave Desert west and north of the Colorado River (Araneae, Mygalomorphae, Theraphosidae). *Journal of Arachnology*, 25:137–176
- QUIRICI, V. & COSTA, F. G. (2005). Seismic communication during courtship in two burrowing tarantula spiders: an experimental study on *Eupalaestrus weijenberghi* and *Acanthoscurria suina*. *Journal of Arachnology*, 33:159–166.
- RAVEN, R. J. (1988). Preliminary observations on the mating behaviour of the Australian mygalomorph spider *Australothele jamiesoni* (Dipluridae, Araneae, Arachnida). *Memoirs of the Queensland Museum*, 25(2): 471–474
- RAVEN, R. J. & SCHWENDINGER, P. J. (1989). On a new *Phyxioschema* (Araneae, Mygalomorphae, Dipluridae) from Thailand and its biology. *Bulletin of the British Arachnological Society*, 8(2): 55–59.
- RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. (2008). As principais fitofisionomias de Cerrado. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. de; Ribeiro, J. F. (Eds.), Cerrado: ecologia e flora. Embrapa Cerrados. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica.
- ROMERO, G. Q. & VASCONCELLOS-NETO, J. (2003). Natural history of *Misumenops argenteus* Rinaldi (1988) (Araneae, Thomisidae): seasonality and diet on *Trichogoniopsis adenantha* (Asteraceae). *Journal of Arachnology*, 31: 297–304.
- ROSSA-FERES, D. de C.; ROMERO, G. Q.; GONÇALVES-DE-FREITAS, E.; FERES, R. J. F. (2000). Reproductive behavior and seasonal occurrence of *Psecas viridipurpureus* (Salticidae, Araneae). *Brazilian Journal of Biology*, 60: 221–228.
- SANDOVAL, C. P. (1994). Plasticity in web design in the spider *Parawixia bistriata*: a response to variable prey type. *Functional Ecology*, 8: 701–707.
- SCHNEIDER, J. M. (2002). Reproductive state and care giving in *Stegodyphus* (Araneae, Eresidae) and the implications for the evolution of sociality. *Animal Behaviour*, 63: 649–658.

- SCHNEIDER, J. M. & ANDRADE, M. (2011). Mating behaviour and sexual selection. *In*: Herberstein, M. E. (Ed.), *Spider behavior*. 215–174. Cambridge, Cambridge University Press.
- SCHULZ, S. (2004). Semiochemistry of spiders. *In*: Carde, R. T. & Millar, J. G. (Eds.), *Advances in Insect Chemical Ecology*. 110–150. Cambridge, Cambridge University Press.
- SHEAR, W. A. (1970). The evolution of social phenomena in spiders. *Bulletin of the British Arachnological Society*, 1(5): 65–76.
- SHERMAN, P. M. (1994). The orb-web: an energetic and behavioural estimator of a spider's dynamic foraging and reproductive success. *Animal Behavior*, 48:19–34.
- SHILLINGTON, C. & VERRELL, P. (1997). Sexual strategies of a North American “tarantula” (Araneae, Theraphosidae). *Ethology*, 103:588–598.
- SMITH, D. R. (1983). Ecological costs and benefits of communal behaviour in a presocial spider. *Behavioural Ecology & Sociobiology*, 13: 107–114.
- SUTER, R. B. (1978). *Cyclosa turbinata* (Araneae, Araneidae): Prey discrimination via web-borne vibrations. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 3: 283–296.
- SUTER, R. B. & RENKES, G. (1984). The courtship of *Frontinella pyramitela* (Araneae, Linyphiidae): patterns, vibrations and functions. *Journal of Arachnology*, 12: 37–54.
- TARSITANO, M. & KIRCHNER, W. H. (2001). Vibrational courtship signals of *Zygiella x-notata* (Clerck) (Araneae, Araneidae). *Bulletin of the British Arachnological Society*, 12(1): 26–32
- TIETJEN, W. J. & ROVNER, J. S. (1982). Chemical communication in lycosids and other spiders, 249–279. *In*: Rovner, J. S. & Witt, P. N. (Eds.), *Spider communication: mechanisms and ecological significance*. Princeton, Princeton University Press.
- TURNBULL, A. L. (1973). Ecology of the true spiders (Araneomorphae). *Annual Review of Entomology*, 18: 305–348
- UETZ, G. W. (1986). Web-building and prey capture in communal orb weavers. *In*: Shear, W. A. (Ed.), *Spiders: webs, behavior, and evolution*. 207–231. Stanford, Stanford University Press.
- UETZ, G. W. (1988). Risk sensitivity and foraging in colonial spiders. *In*: Slobodchikoff, C. N. (Ed.), *The ecology of social behaviour*. 353–377. San Diego, Academic Press.
- UETZ, G. W. (2000). Signals and multi-modal signaling in spider communication. *In*: Espmark, Y.; Amundsen, T.; Rosenqvist, G. (Eds.), *Animal signals: signalling and signal design in animal communication*. 387–405. Trondheim, Tapir Academic Press.

- UETZ, G. W. & BIERE, J. M. (1980) Prey of *Micrathena gracilis* (Walcknaer) (Araneae, Araneidae) in comparison with artificial webs and other trapping devices. *Bulletin of the British Arachnological Society*, 5(3): 101–107.
- UETZ, G. W. & HIEBER, C. S. (1997). Colonial web-building spiders: balancing the costs and benefits of group-living. *In*: Choe, J. C. & Crespi, B. J. (Eds.), *The evolution behaviour in insects and arachnids*. 458–475. Cambridge, Cambridge University Press.
- WALDORF, E. S. (1976). Spider size, microhabitat selection and use of food. *American Midland Naturalist*, 96:76–87.
- WICKLER, W. S. & SEIBT, U. (1993). Pedogenetic sociogenesis via the ‘‘sibling-route’’ and some consequences for *Stegodyphus* spiders. *Ethology*, 95: 1–18
- WILSON, E. O. (1971). *The insect societies*. Cambridge, Harvard University Press.
- WITT, P. N.; REED, C. F.; PEAKALL, D. B. (1968). *A spider web: problems in regulatory biology*. Berlin, Springer-Verlag.
- WHITEHOUSE, M. E. A. & LUBIN, Y. D. (2005). *Biological Reviews*, 80:1–15.
- WOLDA, H. (1988). Insect seasonality: why? *Annual Review of Ecology and Systematics*, 19: 1–18.
- YAÑEZ, M.; LOCHT, A.; MACÍAS-ORDÓÑEZ, R. (1999). Courtship and mating behavior of *Brachypelma klassi* (Araneae, Theraphosidae). *Journal of Arachnology*, 27:165–170.
- YIP, E.C. & RAYOR, L.S. (2014). Maternal care and subsocial behaviour in spiders. *Biological Reviews*, 89: 427–449.
- ZSCHOKKE, S. (1997). Factors influencing the size of the orb web in *Araneus diadematus*. *In*: Žabka, M. (Ed.): *Proceedings of the 16th European Colloquium of Arachnology*, Siedlce, 329–334.