

**MATEUS FORNAZARI ZANATTA**

**“HISTÓRIA NATURAL, SELEÇÃO DE FOLHAS E LOCAIS PARA  
NIDIFICAÇÃO E EFEITO DO CUIDADO MATERNO EM *AYSHA*  
*PIASSAGUERA* BRESCOVIT, 1992 (ARANEAE: ANYPHAENIDAE) NA  
SERRA DO JAPI, JUNDIAÍ-SP, BRASIL”**

**CAMPINAS  
2013**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE BIOLOGIA**

**MATEUS FORNAZARI ZANATTA**

**“HISTÓRIA NATURAL, SELEÇÃO DE FOLHAS E LOCAIS PARA  
NIDIFICAÇÃO E EFEITO DO CUIDADO MATERNO EM *AYSHA*  
*PIASSAGUERA* BRESCOVIT, 1992 (ARANEAE: ANYPHAENIDAE) NA  
SERRA DO JAPI, JUNDIAÍ-SP, BRASIL ”**

Este exemplar corresponde à redação final  
da tese defendida pelo(a) candidato (a)  
*Mateus Fornazari Zanatta*  
e aprovada pela Comissão Julgadora.

Dissertação apresentada ao Instituto de  
Biologia para obtenção do Título de  
Mestre em Ecologia.

*João Vasconcellos Neto*  
Orientador: Prof. Dr. João Vasconcellos Neto  
Co-orientador: Prof. Dr. Gustavo Quevedo Romero

CAMPINAS  
2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
MARA JANAINA DE OLIVEIRA – CRB8/6972  
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA - UNICAMP

Z15h Zanatta, Mateus Fornazari, 1985-  
História natural, seleção de folhas e locais para  
nidificação e efeito do cuidado materno em *Aysha*  
*piassaguera* Brescovit, 1992 (*Araneae: Anyphaenidae*)  
na Serra do Japi, Jundiaí – SP, Brasil / Mateus Fornazari  
Zanatta. – Campinas, SP: [s.n.], 2013.

Orientador: João Vasconcellos Neto.  
Coorientador: Gustavo Quevedo Romero.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de  
Campinas, Instituto de Biologia.

1. Desenvolvimento. 2. Características foliares. 3.  
Locais de oviposição. 4. Cuidado parental. 5. Defesa.  
I. Vasconcellos-Neto, João, 1952-. II. Romero, Gustavo  
Quevedo. III. Universidade Estadual de Campinas.  
Instituto de Biologia. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em Inglês:** Natural history, leaves and site selection for nest construction and effect of maternal care in *Aysha piassaguera* Brescovit, 1992 (*Araneae: Anyphaenidae*) in Serra do Japi, Jundiaí – SP, Brasil

**Palavras-chave em Inglês:**

Development

Leaf traits

Oviposition sites

Parental care

Defense

**Área de concentração:** Ecologia

**Titulação:** Mestre em Ecologia

**Banca examinadora:**

João Vasconcellos Neto [Orientador]

Marcelo de Oliveira Gonzaga

Paulo Sérgio Moreira Carvalho de Oliveira

**Data da defesa:** 21-02-2013

**Programa de Pós Graduação:** Ecologia

Campinas, 21 de fevereiro de 2013

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. João Vasconcellos Neto (Orientador)

  
Assinatura

Prof. Dr. Marcelo Oliveira Gonzaga

  
Assinatura

Prof. Dr. Paulo Sérgio Moreira Carvalho de Oliveira

  
Assinatura

Prof. Dr. Antonio Domingos Brescovit

\_\_\_\_\_  
Assinatura

Prof. Dr. Woodruff Whitman Benson

\_\_\_\_\_  
Assinatura

Some things in life are bad  
They can really make you mad  
Other things just make you swear and curse  
When you're chewing on life's gristle  
Don't grumble, give a whistle  
And this'll help things turn out for the best

Always look on the bright side of life (2x)

If life seems jolly rotten  
There's something you've forgotten  
And that's to laugh and smile and dance and sing  
When you're feeling in the dumps  
Don't be silly chumps  
Just purse your lips and whistle - that's the thing

And... always look on the bright side of life (2x)

For life is quite absurd  
And death's the final word  
You must always face the curtain with a bow  
Forget about your sin - give the audience a grin  
Enjoy it - it's your last chance anyhow

So always look on the bright side of death  
Just before you draw your terminal breath  
Life's a piece of shit  
When you look at it  
Life's a laugh and death's a joke, it's true  
You'll see it's all a show  
Keep 'em laughing as you go  
Just remember that the last laugh is on you

**Always look on the bright side of life**

**Composta por Eric Idle do grupo de humor inglês Monty Python  
Uma visão muito bem humorada da vida, que finaliza o ótimo “A vida de Brian”**

## **AGRADECIMENTOS**

Antes de tudo gostaria de agradecer a meus pais, Magali Fornazari e Edgar Zanatta, por todo apoio emocional e financeiro, por sempre me incentivarem a continuar e, obviamente, porque se não fosse a fusão daqueles dois gametas aleatórios há 27 anos eu sequer existiria. Agradeço à minha família como um todo, especialmente à minha irmã, Camila, que me agüenta desde que nasceu, às minhas tias Dilva, Isabel e Terezinha e à minha avó Rita que cuidaram de mim quando criança sempre que minha mãe precisou, ao meu primo Francisco que me ajudou em tudo que precisei, especialmente com meu computador, e à minha prima Aline que sempre me apoiou em tudo.

Agradeço especialmente a meu orientador, Prof. Dr. João Vasconcellos-Neto, por ter me inserido no mundo acadêmico, por tudo o que me ensinou, por sempre ter me ajudado com os experimentos, pelas idéias, pelas correções e por ter sido completamente compreensivo em relação aos empecilhos que enfrentei para terminar a tese. Agradeço também a meu coorientador, Prof. Dr. Gustavo Quevedo Romero, pelas idéias e correções, inclusive em relação à execução dos experimentos. Agradeço, ainda, aos membros da banca e pré-banca, professores Marcelo de Oliveira Gonzaga, Paulo Sergio Moreira Carvalho de Oliveira, Antônio Domingos Brescovit, Woodruff Whitman Benson e Eduardo Novaes Ramires, pelas correções e sugestões.

Ainda em relação aos professores, preciso agradecer a todos aqueles que influenciaram minha formação acadêmica e forma de pensar. Agradeço aos professores Ivan Sazima e Fernando Martins com os quais aprendi muito sobre como executar e redigir um trabalho científico e, mais importante, como observar o mundo com olhos de biólogo. Agradeço aos professores Benson e Louis Bernard, que muito me ensinaram sobre evolução, simplesmente o maior espetáculo da Terra. Agradeço aos professores Glauco

Machado e Paulo Oliveira por terem despertado meu interesse por comportamento animal e ecologia, principalmente evolutiva e comportamental, e ao professor André V. L. Freitas (Baku) por tudo que me ensinou sobre filogenia e por todas as oportunidades de monitoria em suas disciplinas.

Também devo agradecimentos aos meus amigos da Unicamp, em especial a Danilo, Mastronelli, Pedrinho e Mel, companheiros de pós-graduação, de debates acadêmicos e de sessões de cinema e vídeo games, e ao pessoal do laboratório, especialmente Jobber, Janaína, Danielle, Adriana e Suzana, por toda a ajuda e dicas com os experimentos. Agradeço aos meus amigos de Sorocaba, Rudge, João, Diego, Danilo e Stella, por todo o apoio e pelas lasanhas e, inclusive, agradeço aos pais do Rudge, Elizeti e Laerte Campos, pelos conselhos e por nos aturarem invadindo sua casa há anos. Não poderia deixar de agradecer à minha namorada, Angela por me acompanhar nessa jornada e me agüentar por tanto tempo e agradecer a todos eles pela diversão e pelas discussões proveitosas sobre a vida, o universo e tudo o mais.

Agradeço a todos que colaboraram com meu trabalho: ao Prof. Dr. Antonio Domingos Brescovit por ter identificado a espécies das aranhas; a Guilherme F. de Godoy por ir buscar as moscas usadas na alimentação das aranhas e ao laboratório do Prof. Dr. Louis B. Klaczko por fornecê-las; a Bruno H. P. Rosado pelo material sobre parâmetros foliares; ao Prof. Dr. José R. Trigo e ao Prof. Dr. André V. L. Freitas, pelos equipamentos usados na medição das folhas; ao Prof. Dr. Thomas M. Lewinsohn pela estufa; ao Prof. Dr. Paulo Enrique C. Peixoto e a Danilo G. Muniz pela ajuda com as análises estatísticas; e a Jobber F. Sobczak, Maicon D. Grella, Sebastian Felipe Sendoya, Herbert S. Souza, Yuri F. Messas e Nili J. B. Posada pela identificação de diversos predadores encontrados nos ninhos.

Agradeço a todo o apoio logístico oferecido pela equipe da Base Ecológica da Serra do Japi, especialmente ao seu Laurio, que cuida tão bem do alojamento e dos pesquisadores que dele utilizam.

Por fim, agradeço à agência de fomento CNPq pela bolsa de pesquisa, sem a qual eu não teria conseguido fazer esse mestrado e à Unicamp, por todas as bolsas de auxílio sociais, que me mantiveram durante toda minha graduação e sem as quais eu sequer teria conseguido sobreviver em Campinas e frequentar o curso de Ciências Biológicas.

## ÍNDICE

|   |     |
|---|-----|
| <b>Resumo</b> .....   | x   |
| <b>Abstract</b> .....   | xii |
| <b>Introdução Geral</b> .....   | 1   |
| Referências .....   | 11  |
| <b>Capítulo I: História natural e desenvolvimento pós-eclosão de <i>Aysha piassaguera</i>,<br/>Brescovit 1992 (Araneae: Anyphaenidae) em laboratório.</b>   |     |
| Resumo .....  | 18  |
| Abstract .....  | 19  |
| Introdução .....  | 20  |
| Material e Métodos .....  | 23  |
| Resultados .....  | 28  |
| Discussão .....   | 34  |
| Agradecimentos .....  | 42  |
| Referências .....   | 42  |
| Anexo 1: Informação nutricional da dieta artificial .....   | 49  |
| <b>Capítulo II: Seleção de folhas e locais para construção de ninhos e oviposição em<br/><i>Aysha piassaguera</i> Brescovit, 1992 (Araneae: Anyphaenidae), na Serra do Japi,<br/>Jundiá – SP, Brasil.</b> |     |
| Resumo .....  | 52  |
| Abstract .....  | 53  |
| Introdução .....  | 54  |
| Material e Métodos .....  | 57  |
| Resultados .....  | 64  |

|  |            |
|--|------------|
| Discussão .....  | 72         |
| Agradecimentos .....   | 77         |
| Referências .....  | 78         |
| <br>   |            |
| <b>Capítulo III: Efeito do cuidado materno na sobrevivência dos ovos em <i>Aysha</i></b> |            |
| <b><i>piassaguera</i> Brescovit, 1992 (Araneae: Anyphaenidae).</b>                       |            |
| Resumo .....   | 84         |
| Abstract .....   | 85         |
| Introdução .....   | 86         |
| Material e Métodos .....   | 88         |
| Resultados .....   | 91         |
| Discussão .....  | 94         |
| Agradecimentos .....   | 99         |
| Referências .....  | 100        |
| <b>Síntese Geral .....</b>   | <b>105</b> |

## RESUMO

As aranhas apresentam uma grande variedade de estilos de vida, comportamentos e interações ecológicas, mas pouco se sabe sobre a história natural da maioria delas. Existe uma diversidade de formas de cuidado materno em aranhas e ele costuma ser essencial para a proteção e sobrevivência da prole. A seleção de um local adequado para depositar os ovos é uma das primeiras e mais importantes decisões tomadas pelas fêmeas e pode afetar o desenvolvimento dos ovos, a capacidade de proteção das mães e a facilidade para obter alimento. *Aysha piassaguera* é uma aranha cursorial da família Anyphaenidae e suas fêmeas constroem ninhos em folhas de plantas da borda da mata, onde depositam seus ovos e cuidam deles até a eclosão e dispersão dos filhotes. Nesse trabalho estudamos alguns aspectos de sua história de vida, mais especificamente seu desenvolvimento (capítulo 1), preferência por locais para construção dos ninhos e oviposição (capítulo 2) e função de seu comportamento parental na sobrevivência dos ovos (capítulo 3). Para o estudo do desenvolvimento, coletamos algumas ootecas e criamos as aranhas em laboratório. As fêmeas depositaram em média 123,7 ovos, que levaram 14 dias para eclodir e mais 9,88 dias para dispersar. As aranhas emergiram já no 2º instar, onde a taxa de mortalidade foi maior (20,51%), cada instar durou em média 27,28 dias, a maturidade sexual foi atingida em torno do 11º instar, após uma média de 250,36 dias após a eclosão, sobrevivendo 77,68 dias como adultas. Investigamos se havia preferência por locais para construção dos ninhos em relação à altura do substrato (próximo ao solo ou à copa) e ao grupo de plantas (Monocotiledôneas ou Dicotiledôneas) comparando a proporção de ninhos construídos nesses lugares, além de analisarmos o quanto algumas características foliares (Razão comprimento/largura, Espessura, Força de dobra e MFA – massa foliar por área) explicam a utilização das folhas para a construção dos ninhos. Os ninhos foram construídos em maior

proporção na região próxima ao solo e em Monocotiledôneas, algo possivelmente relacionado ao modo de vida errante e arbustivo desta aranha e ao formato alongado das folhas dessas plantas. Inclusive, a característica foliar que melhor explicou a utilização das folhas foi a Razão comprimento/largura, com folhas mais compridas sendo preferidas, provavelmente por permitirem a construção de um ninho mais simétrico e fechado.

Considerando o cuidado materno, testamos a influência da presença da mãe e dos ninhos na sobrevivência dos ovos em três tratamentos: Controle (mãe presente e ninho fechado), Sem Mãe (mãe ausente e ninho fechado) e Aberto (mãe ausente e ninho aberto). A sobrevivência foi maior no Controle do que nos outros dois tratamentos, entre os quais não houve diferença. Como a principal causa de mortes foi ataques de inimigos naturais, isso sugere que a presença da mãe é importante para a proteção dos ovos, enquanto o abrigo sozinho é pouco eficiente nisso. Apesar disso, ele poderia influenciar na manutenção de um micro-ambiente propício ao desenvolvimento dos ovos ou facilitar a defesa dos ovos pela fêmea.

## ABSTRACT

Spiders display a wide range of lifestyles, behaviors and ecological interactions, but little is known about the natural history of the majority of them. There is a great variety of forms of maternal care in spiders and it is usually essential for the protection and survival of offspring. Selecting an appropriate site for egg laying is one of the first and most important decisions made by females and may affect egg development, the protective ability of mothers and the facility to obtain food. *Aysha piassaguera* is an anyphaenid hunting spider in which females build box-like nests by folding leaves of forest edge plants, in which females lay their eggs and guard them until hatching and dispersal. In this work we studied some aspects of its life history, particularly, its development (chapter 1), preference for nest building and oviposition sites (Chapter 2) and the effect of parental behavior on egg survival (chapter 3). To study development, we collected egg sacs and reared the spiderlings in the laboratory. Females laid on average 123,7 eggs per egg sac, eggs took 14 days to hatch and another 9,9 days for spiderlings to start dispersing. Spiderlings emerged already in the second instar, which had the higher death rate (20,5%). Each instar lasted 27,3 days, on average, and spiders reached sexual maturity around the 11<sup>o</sup> instar. From emergence it took an average of 250,4 days for a spider to become adult and the adults survived 77,68 days. We investigated whether females displayed preference for nest construction sites concerning substrate high (near the ground or on plants crowns) and group of plants (monocotyledons or dicotyledons) by comparing the proportion of nests built on those places and we also verified how much some leaf traits (length/width ratio, thickness, folding force and LMA – leaf mass per area) explain the use of leaves for nest construction. Female built their nests mainly near the ground and on monocots, which could be related to this being a wandering species that hunts and takes cover on the lower

part of the substrate and to the elongated shape of these plants' leaves, for the leaf trait that best explained leaf use was length/width ratio, with females preferring longer leaves, probably because elongated leaves allow the construction of a more symmetric and sealed nest. Concerning maternal care, we tested whether the presence of the mother and the nest affects egg survival using three treatments: Control (nest intact and mother present), Motherless (nest intact and mother removed) and Opened (nest opened and mother removed). Survival was higher on Control treatment than on the other two, which did not differ between each other. Considering that natural enemies' attacks were the main cause of deaths, this shows how the mother presence is crucial for egg protection, whereas the nest has no role in it. Nevertheless, they may help on the maintenance of a proper micro-environment for egg development or make it easier for the females to defend the eggs.

## INTRODUÇÃO GERAL

A história natural ocupa um papel central na história das ciências biológicas. Ela está intimamente ligada ao início do que hoje conhecemos como biologia, devido especialmente aos estudos da história de vida dos mais diversos organismos desenvolvidos por aqueles que, na época, eram chamados de naturalistas, justamente por se dedicarem ao estudo de alguma faceta do mundo natural, como era o caso do próprio Charles Darwin (Farber 2000, Mayr 2005). Apesar de existirem várias definições para história natural, elas são bastante abrangentes e diferem em poucos detalhes. Assim, de maneira geral, história natural pode ser entendida atualmente como o estudo, principalmente por meio de observação rigorosa, dos organismos, considerando os níveis de organização biológica e enfatizando identificação, história de vida, origem, evolução, distribuição, abundância, comportamento e interações com o ambiente e com outros organismos (Greene 1994, Eisner & Wilcove 2000, Herman 2002).

Como a própria definição deixa claro, o estudo de história natural engloba várias informações sobre a vida dos organismos, como onde eles vivem, como são, o que comem, seu período de atividade, quando e como se reproduzem, quantos filhotes geram, em quanto tempo completam seu desenvolvimento, onde e quando forrageiam, como se comportam em diversas situações, enfim, descrições de basicamente tudo o que são e fazem (Bartholomew 1986).

O conhecimento sobre a história natural de um organismo, embora muitas vezes seja sub-valorizado, é essencial para que se possa compreender o real significado biológico de resultados obtidos por estudos de diferentes níveis de complexidade, interpretando-os dentro do ambiente natural e da história evolutiva de tal organismo (Bartholomew 1986, Greene 2005). Além de ser necessário para que sejam formuladas questões mais precisas e

consistentes com o organismo de estudo, evitando o desperdício de tempo e recursos com projetos que podem simplesmente não fazer muito sentido para o organismo em questão (Bartholomew 1986, Greene 2005).

A importância da história natural fica evidente em campos que lidam com seres vivos de maneira mais direta, como manejo de vida selvagem e conservação da biodiversidade. Esse conhecimento é necessário para que a reprodução em cativeiro e reintrodução de espécies sejam bem sucedidas ou para que a delimitação de áreas de conservação respeite a área mínima necessária para o bem-estar das populações residentes (Newmark 1993, Greene 1994).

Além disso, os animais apresentam grande variedade de ciclos de vida e formas de desenvolvimento (Brusca & Brusca 2007), e informações sobre esses aspectos da história natural de um organismo, como onde ele se reproduz, quantos ovos ele deposita, em quanto tempo completa seu desenvolvimento, são essenciais e também possuem aplicações que podem passar despercebidas, como em políticas de saúde pública e de vigilância sanitária (Tauil 2006, Rey 2010). Um bom exemplo é o caso do vírus da dengue, que é combatido utilizando conhecimentos básicos sobre a reprodução e o desenvolvimento do mosquito transmissor *Aedes aegypti*, eliminando potenciais criadouros e locais para a deposição dos ovos pelas fêmeas (Tauil 2001, 2002 e 2006; Braga & Valle 2007 ).

Muitos fatores podem afetar o ciclo de vida de um organismo, dentre os quais estão as características abióticas do ambiente, como umidade relativa, temperatura, pH, salinidade, incidência solar, concentração de poluentes, e características bióticas, como competição intra e interespecífica, disponibilidade de alimento ao longo do desenvolvimento, susceptibilidade a predadores, doenças e parasitas (Begon *et al.* 2007).

Em geral os seres vivos possuem uma faixa de variação de condições ambientais nas quais eles conseguem sobreviver e uma faixa mais estreita na qual eles se desenvolvem, crescem e se reproduzem de maneira “otimizada”, o que diminui a capacidade de um organismo de viver em ambientes diversos e o limita a locais dentro de sua faixa de tolerância (Begon *et al.* 2007, Ricklefs 2011). Além disso, muitas vezes os lugares que apresentam as melhores condições para os adultos não correspondem aos locais mais adequados para o desenvolvimento dos ovos e dos filhotes, que geralmente possuem faixas de tolerância mais estreitas (Suter *et al.* 1987, Li & Jackson 1996, Pike *et al.* 2012).

Nesse sentido, a seleção de um local apropriado para depositar os ovos é crucial para animais ovíparos, pois as condições ambientais e a disponibilidade de recursos podem influenciar o desenvolvimento, crescimento e capacidade de sobrevivência e, conseqüentemente, de reprodução da prole, impactando o sucesso reprodutivo dos pais (Suter *et al.* 1987, Clutton-Brock 1991, Li & Jackson 1996, Shine & Harlow 1996, Begon *et al.* 2007). Assim, essa seleção varia de acordo com as necessidades básicas de condições favoráveis de cada organismo, estando intimamente relacionada à história de vida do animal e aos fatores bióticos e abióticos que afetam sua capacidade de se desenvolver, crescer e se reproduzir (Suter *et al.* 1987, Morse 1993, Li & Jackson 1996, Resetarits Jr. 1996, Shine & Harlow 1996).

Para o lagarto australiano *Bassiana duperreyi*, por exemplo, a temperatura média e a variação de temperatura dos locais onde os ovos são depositados afetam o seu período de incubação e desenvolvimento e também algumas características fenotípicas dos filhotes, como comportamento de termo-regulação, tamanho do corpo, nível de atividade e velocidade de corrida, o que pode influenciar em sua capacidade de sobrevivência (Shine & Harlow 1996). A perereca *Hyla crysoscelis* escolhe lagos e poças d’água pra depositar seus

ovos levando em consideração a presença de predadores e a densidade de co-específicos no local, evitando altos níveis de predação e de competição intra-específica (Resetarits Jr. & Wilbur 1989, Resetarits Jr. 1996). As aranhas achatadas *Hemicloaeae major* costumam viver sob rochas muito quentes, que contribuem para o aumento de sua temperatura corporal e metabolismo e aumentam o sucesso na captura de presas, mas selecionam locais mais frescos embaixo dessas rochas para colocar os ovos, evitando que eles enfrentem extremos de temperaturas que poderiam ser prejudiciais ou letais para seu desenvolvimento, conciliando seu ótimo térmico com o dos ovos (Pike et al. 2012).

A seleção de locais para depositar os ovos é uma das primeiras manifestações de cuidado parental nesses animais. O cuidado parental é de extrema importância para a sobrevivência da prole e o sucesso reprodutivo dos pais nos grupos que o apresentam, como acontece no opilião *Acutisoma proximum*, onde, mesmo embora as fêmeas que abandonam os ovos sejam mais fecundas, as fêmeas que cuidam possuem maior sucesso reprodutivo devido a um aumento na sobrevivência dos ovos por causa da proteção oferecida contra predação (Buzatto *et al.* 2007). De modo semelhante, a aranha *Amaurobius ferox* deixa os filhotes se alimentarem de seu corpo após a eclosão dos ovos, o que melhora o estado físico da prole no momento da dispersão e aumenta sua capacidade de captura de presas e sua sobrevivência em comparação a filhotes de fêmeas que não são canibalizadas e produzem outras ninhadas com menor taxa de sobrevivência (Kim *et al.* 2000).

Uma boa definição para cuidado parental é a de Clutton-Brock (1991, pág. 8), que em seu livro definiu cuidado parental como “qualquer forma de comportamento parental que pode aumentar o fitness da prole dos pais. Em seu sentido mais amplo isso inclui a preparação de ninhos e tocas, a produção de ovos grandes, com bastante vitelo, o cuidado dos ovos ou jovens dentro ou fora do corpo dos pais, o provimento aos jovens antes e

depois do nascimento e o cuidado da prole após a independência nutricional. Enquanto no sentido mais restrito, refere-se apenas ao cuidado dos ovos ou jovens quando eles já estão destacados dos corpos dos pais”.

O cuidado parental é encontrado em uma grande diversidade de formas na natureza que variam em intensidade e complexidade e que, de uma maneira geral, podem ser agrupadas em três tipos diferentes, de acordo com quem o oferece: (i) cuidado materno, quando apenas a mãe cuida da prole, (ii) cuidado paterno, quando é o pai quem oferece cuidado e (iii) cuidado biparental, quando ambos os pais cuidam concomitantemente (Clutton-Brock 1991, Alcock 2009).

Um dos padrões amplamente observados na natureza quando o assunto é cuidado parental é que as fêmeas são o sexo que cuida da prole mais freqüentemente enquanto os machos costumam competir por fêmeas, mas não ajudar no cuidado (Trivers 1972, Maynard-Smith 1977, Clutton-Brock 1991, Alcock 2009). Apesar disso, o tipo de cuidado predominante pode variar conforme o táxon considerado e a relação de custos e benefícios que afetam a vida desses animais ao longo de sua história evolutiva (Gross 2005, Alcock 2009). Por exemplo, em mamíferos o cuidado materno é quase unânime, existindo apenas algumas espécies com cuidado biparental e sendo praticamente inexistente o cuidado paterno exclusivo. Em aves o cuidado biparental é o que impera, destoando dos outros vertebrados e estando presente em cerca de 90% das espécies conhecidas, ao passo que em peixes o cuidado parental como um todo é raro, mas nos grupos onde ele existe o cuidado paterno é o mais comum. Por outro lado em artrópodes o materno é o mais freqüente, embora sua presença também seja rara como um todo (Clutton-Brock 1991, Gross 2005).

A evolução das diversas formas de comportamento parental e a razão da predominância do cuidado materno nos animais como um todo é alvo de pesquisas e

discussões há muito tempo (Trivers 1972, Dawkins & Carlisle 1976, Maynard Smith 1977). Trivers (1972) foi um dos primeiros a propor uma explicação para os padrões de escolha de parceiro sexual e de cuidado parental. Para isso ele usou o conceito de investimento parental, definido por ele como “qualquer investimento feito pelos pais em uma prole individual que aumente a chance de sobrevivência desta prole (e, portanto, de sucesso reprodutivo) ao custo da habilidade dos pais de investir em outras proles” (Trivers 1972, pág. 139), ou seja, qualquer comportamento dos pais que aumente o fitness da prole ao custo de seu próprio fitness.

Para Trivers (1972), a seleção favoreceria o abandono da prole pelo sexo que fez o menor investimento até o momento da cópula e o contínuo investimento na prole (através de cuidado, por exemplo) por aquele sexo que fez o maior investimento até aquele momento. É seguindo esse raciocínio que ele tenta explicar o padrão de predominância de cuidado materno na natureza, dizendo que as fêmeas, por produzirem poucos gametas grandes e ricos (bastante vitelo), fariam um investimento inicial na prole maior e ficariam impelidas a cuidar dela, pois teriam mais a perder caso houvesse uma sobrevivência menor dos filhotes devido à falta de cuidado (Trivers 1972).

Esse argumento, embora intuitivo, não se sustenta, pois, como Dawkins & Carlisle (1976) argumentaram, ele se baseia na ilusão de que o investimento passado *per se* torna mais rentável continuar uma atividade dispendiosa, ao invés de abandoná-la, e, além disso, a seleção tende a favorecer estratégias que maximizem o sucesso reprodutivo do indivíduo ao longo de sua vida, independente de seu investimento parental inicial. Um exemplo disso é o que acontece com muitas espécies de peixes, onde quem oferece cuidado e mais se beneficia disso são os machos, que conseguem cuidar de mais ovos do que as fêmeas, tornam-se mais atrativos quando estão cuidando e conseguem mais cópulas por isso, ao

passo que para as fêmeas, apesar do investimento inicial maior nos gametas, é mais vantajoso não cuidar, dado que elas não possuem a mesma capacidade de proteção dos machos e conseguem produzir mais ovos ao longo da vida quando não gastam energia provendo cuidado à prole (Gross 2005, Kokko & Jennions 2008, Alcock 2009).

Atualmente, um fator apontado como bastante influente na preponderância de cuidado materno entre os animais é o da menor “confiança” na paternidade dos machos (Alcock 2009): a fêmea quase sempre é a mãe certa de toda a prole, enquanto o macho pode ser pai de apenas uma fração dela, dado que as fêmeas da maioria das espécies aceitam esperma de mais de um indivíduo e a monogamia estrita é algo raro na natureza (Queller 1997, Kokko & Jennions 2008, Alcock 2009).

Adicionalmente, a mistura na paternidade da prole indica que os machos possuem oportunidades de cópula além daquelas com sua parceira atual, pois outras fêmeas também estão sendo infiéis. Isso aumentaria o incentivo dos machos para procurar por parceiras adicionais e, ao mesmo tempo, os benefícios de cuidar da prole diminuiriam com a menor “confiança” na paternidade (Queller 1997, Kokko & Jennions 2003, 2008). Assim, na ausência de fatores que tornem o cuidado paterno mais vantajoso, como a escassez de fêmeas receptivas, como uma regra geral os machos teriam mais vantagens em abandonar a prole do que em cuidar dela (Queller 1997, Kvarnemo 2006).

Além das tentativas de explicar o padrão geral de cuidado pelas fêmeas, alguns autores propuseram modelos para tentar explicar os padrões específicos observados em determinados grupos de organismos. Para isso é levada em consideração a interação entre vários fatores que poderiam influenciar a evolução do comportamento parental, como a proporção sexual da população, a quantidade de descendentes produzidos por fêmeas que cuidam e que abandonam a prole, a probabilidade de sobrevivência da prole sem cuidado e

sob cuidado de um ou de ambos os pais, a probabilidade de copular novamente ao abandonar a prole, o parentesco dos pais com a prole, entre outros (Maynard Smith 1977, Queller 1997, Wade & Shuster 2002, Kokko & Jennions 2008). Esses fatores afetam o fitness dos pais e influenciam a evolução de estratégias parentais específicas de acordo com o organismo considerado (Clutton-Brock 1991, Alcock 2009).

O fato é que, independente do tipo de cuidado parental e da forma na qual ele é oferecido, seja apenas escolhendo um lugar seguro para depositar os ovos, cuidando deles até a eclosão, protegendo e alimentando ativamente os filhotes, etc., os benefícios do cuidado parental são claros e geralmente residem na maior sobrevivência, crescimento e sucesso reprodutivo dos descendentes assistidos e a chave para compreender e explicar a diversidade de padrões de comportamento parental observada na natureza está na abordagem da relação entre custos e benefícios muito usada em ecologia comportamental (Clutton-Brock 1991, Alcock 2009).

Como dito anteriormente, dentre todos os organismos que compõem o reino animal apenas uns poucos possuem alguma parte de sua história natural descrita, incluindo seus diversos tipos de comportamento, como o comportamento parental, por exemplo, sendo que, em geral, as espécies mais conhecidas são aquelas mais carismáticas ou mais relevantes para os seres humanos, como mamíferos e aves, ao passo que grupos não tão populares, como os invertebrados em geral, são menos conhecidos do que deveriam, considerando que constituem a maior parte da diversidade animal do planeta (Wilson 1997, Primack & Rodrigues 2001, Greene 2005, Santos *et al.* 2007).

Entre esses, as aranhas despontam como alguns dos organismos mais conhecidos e diversos, explorando quase todo o ambiente terrestre, além de muitos habitats de água doce e entremarés, e apresentando uma gama de estilos de vida, com as mais variadas estratégias

de forrageio e uma miríade de comportamentos e interações ecológicas, inclusive tendo grande relevância como predadores na regulação de populações de outros artrópodes (Foelix 1996, Brusca & Brusca 2007, Romero 2007, Romero & Vasconcellos-Neto 2007).

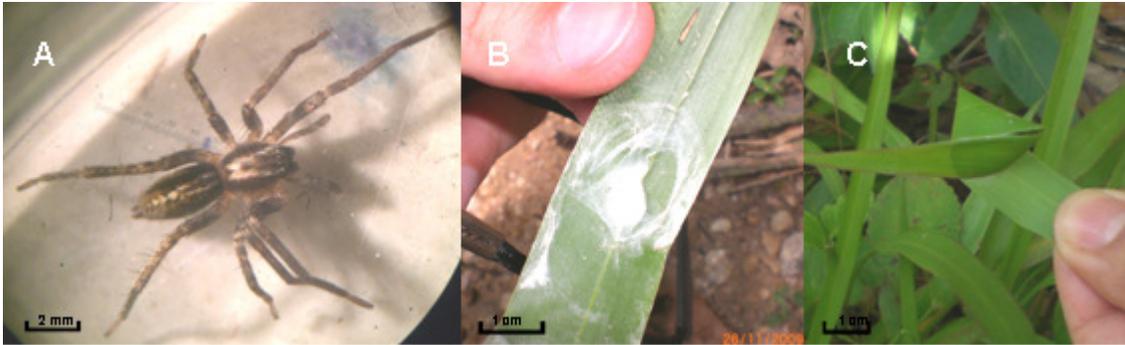
Há mais de 40 mil espécies de aranhas descritas nos dias atuais (Platnick 2012), mas, como ocorre com outros organismos (Greene 2005), pouco se sabe sobre qualquer aspecto da história natural da imensa maioria delas, sendo mais conhecidas apenas aquelas que apresentam alguma relação mais estreita com os seres humanos, como as espécies com alguma importância médica, ou aquelas de regiões com maior investimento científico, como os países desenvolvidos (Santos *et al.* 2007). Em sua maioria elas são solitárias e agressivas, inclusive a co-específicos, o que torna a presença de comportamento parental nesse grupo de organismos algo surpreendente, especialmente nos casos onde ele é mais elaborado e vai além do simples envolvimento dos ovos em casulos de seda, ocorrendo o cuidado dos filhotes recém eclodidos e até mesmo o provimento de alimento a eles (Gonzaga 2007).

A família Anyphaenidae é composta por cerca de 56 gêneros e 519 espécies de aranhas (Platnick 2012), que normalmente apresentam estilo de vida cursorial, sendo caçadoras ativas e solitárias de pequeno e médio porte, geralmente noturnas, que junto a outros grupos, como Salticidae e Thomisidae, representam uma grande parte dos predadores sobre a vegetação (Dondale & Redner 1982, Uetz *et al.* 1999, Höfer & Brescovit 2001). As fêmeas de *Aysha piassaguera* (Araneae: Anyphaenidae; figura 1) constroem ninhos na borda da mata, onde elas depositam seus ovissacos e cuidam dos ovos até que eles eclodam e os filhotes dispersem. O gênero *Aysha* ocorre predominantemente na América do Sul e essa espécie é encontrada apenas no Brasil (Platnick 2012), inclusive na Serra do Japi, uma região de Mata Atlântica do estado de São Paulo, onde a estudamos.

Essa aranha se reproduz essencialmente no verão, começando em novembro e diminuindo gradualmente a quantidade de ninhos que encontramos em campo até fevereiro. Os ninhos são construídos após a cópula, pela fêmea grávida, dobrando as folhas de plantas da borda da mata, executando três dobras oblíquas, até que elas formem uma “caixa” de arquitetura bastante distinta, com um formato meio “piramidal”, com quatro lados (figura 1).

Além dessas observações não publicadas de características básicas e conspícuas dessa aranha, nada se sabe sobre sua história de vida, incluindo informações sobre seu desenvolvimento, o comportamento parental e seu efeito na proteção da prole, e sobre o comportamento de escolha de locais para a construção de seus abrigos, de formato tão peculiar. Tendo isso em mente, nesse trabalho estudamos parte da história de vida dessa espécie.

Começamos no **Capítulo 1** descrevendo alguns aspectos de sua história natural, como número médio de ovos por fêmea, o tempo que leva para os ovos eclodirem; o tempo de desenvolvimento dessa espécie até o estágio adulto, as taxas de mortalidade e de crescimento ao longo do desenvolvimento (em laboratório), entre outros. Então, no **Capítulo 2** investigamos se as fêmeas apresentam algum tipo de preferência em relação a onde construir seus ninhos e depositar seus ovos, considerando a altura do substrato, o tipo de planta e algumas características das folhas onde eles são construídos e, por último, no **Capítulo 3**, avaliamos experimentalmente o efeito do cuidado materno e dos ninhos na sobrevivência dos ovos.



**Figura 1.** A. Fêmea de *Aysha piassaguera* vista sob um microscópio estereoscópico no aumento de 10x. B. Ovissaco de *Aysha piassaguera* em um ninho aberto. C. Ninho de *Aysha piassaguera* construído em folha de Gramínea, com seu formato distinto, uma “caixinha piramidal”.

## REFERÊNCIAS

- Alcock, J. 2009. *Animal Behavior: An Evolutionary Approach*. Ninth Edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 606p.
- Bartholomew, G. A. 1986. The role of natural history in contemporary biology. *BioScience* 36(5): 324-329.
- Begon, M., Townsend, C. R. & Harper, J. L. 2007. *Ecologia – De Indivíduos a Eossistemas*. Quarta edição. Editora Artmed, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 740p.
- Braga, I. A. & Valle, D. 2007. *Aedes aegypti*: histórico de controle no Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 16: 113-118.
- Brusca, R. C. & Brusca, G. J. 2007. *Invertebrados*. Segunda Edição. Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro. 968p.
- Buzatto, B. A., Requena, G. S., Eduardo, G. M. & Machado, G. 2007. Effects of maternal care on the lifetime reproductive success of females in a neotropical harvestman. *Journal of Animal Ecology* 76: 937-945.

- Clutton-Brock, T.H. 1991. *The Evolution of Parental Care*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 352p.
- Dawkins, R. & Carlisle, T.R. 1976. Parental investment, mate desertion and a fallacy. *Nature* 262: 131–133.
- Dondale, C. D. & Redner, J. H. 1982. *The Insects and Arachnids of Canada and Alaska, Part 9, The Sac Spiders of Canada and Alaska, Araneae: Clubionidae and Anyphaenidae*. Canadian Government Publishing Centre, Ottawa. 194p.
- Eisner, T., Wilcove, D. S. 2000. The impending extinction of natural history. *The Chronicle of Higher Education* 47.3 (Sept. 15): B24.
- Farber, P. L. 2000. *Finding order in nature: The naturalist tradition from Linnaeus to E. O. Wilson*. Johns Hopkins University Press, Maryland. 136p.
- Foelix, R F. 1996. *Biology of Spiders*. Second Edition. Oxford University Press, New York. 330p.
- Gonzaga, M. O. 2007. Socialidade e cuidado parental. Em: *Ecologia e comportamento de aranhas*. (Editado por M. O. Gonzaga, A. J. Santos & H. F. Japyassú), pp. 185-208. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Greene, H. W. 1994. Systematics and natural history, foundations for understanding and conserving biodiversity. *American Zoologist* 34: 48-56.
- Greene, H. W. 2005. Organisms in nature as a central focus for biology. *Trends in Ecology and Evolution* 20: 23-27.
- Gross, M.R. 2005. The evolution of parental care. *Quarterly Review of Biology* 80: 37–45.
- Herman, S. G. 2002. Wildlife biology and Natural History: Time for a reunion. *The Journal of Wildlife Management* 66: 933-946.

- Höfer, H. & Brescovit, A. D. 2001. Species and guild structure of a Neotropical spider assemblage (Araneae) from Reserva Ducke, Amazonas, Brazil. *Andrias* 15: 99-119.
- Kim, K. W., Roland, C. & Horel, A. 2000. Functional value of matrophagy in the spider *Amaurobius ferox*. *Ethology* 106: 729 -742.
- Kokko, H. & Jennions, M. 2003. It takes two to tango. *Trends in Ecology and Evolution* 18: 103–104.
- Kokko, H. & Jennions, M.D. 2008. Parental investment, sexual selection and sex ratios. *Journal of Evolutionary Biology* 21: 919-948.
- Kvarnemo, C. 2006. Evolution and maintenance of male care: is increased paternity a neglected benefit of care? *Behavioral Ecology* 17: 144-148.
- Li, D. & Jackson, R. R. 1996. How temperature affects development and reproduction in spiders: a review. *Journal of thermal biology* 21: 245-274.
- Maynard-Smith, J. 1977. Parental investment: a prospective analysis. *Animal Behaviour* 25: 1-9.
- Mayr, E. 2005. *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. Companhia das Letras, São Paulo. 266p.
- Morse, D. H. 1993. Some determinants of dispersal by crab spiderlings. *Ecology* 74: 427-432.
- Newmark, W. D. 1993. The role and design of wildlife corridors with examples from Tanzania. *Ambio* 22: 500-504.
- Pike, D. A., Webb, J. K. & Shine, R. 2012. Hot mothers, cool eggs: nest-site selection by egg-guarding spiders accommodates conflicting thermal optima. *Functional ecology* 26: 469-475.

- Platnick, N. I. 2012. The world spider catalog, version 13.0. American Museum of Natural History, online at <http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog>. DOI: 10.5531/db.iz.0001.
- Primack, R. B. & Rodrigues, E. 2001. *Biologia da conservação*. Efraim Rodrigues, Londrina. 328p.
- Queller, D.C. 1997. Why do females care more than males? *Proceedings of the Royal Society of London B* 264: 1555–1557.
- Resetarits Jr., W. J. 1996. Oviposition site choice and life history evolution. *American Zoologist* 36: 205-215.
- Resetarits Jr., W. J. & Wilbur, H. M. 1989. Choice of oviposition site by *Hyla chrysoscelis*: role of predator and competitors. *Ecology* 70: 220-228.
- Rey, L. 2010. *Bases da parasitologia médica*. 3ª edição. Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro. 391p.
- Ricklefs, R. E. 2011. *A Economia da Natureza*. Sexta edição. Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro. 546p.
- Romero, G. Q. 2007. Aranhas como agentes de controle biológico em agroecossistemas. Em: *Ecologia e comportamento de aranhas*. (Editado por M. O. Gonzaga, A. J. Santos & H. F. Japyassú), pp. 301-315. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Romero, G. Q. & Vasconcellos-Neto, J. 2007. Interações bióticas entre plantas, herbívoros e aranhas. Em: *Ecologia e comportamento de aranhas*. (Editado por M. O. Gonzaga, A. J. Santos & H. F. Japyassú), pp. 277-299. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Santos, A. J., Brescovit, A. D. & Japyassú, H. F. 2007. Diversidade de aranhas: sistemática, ecologia e inventários de fauna. Em *Ecologia e comportamento de aranhas*.

- (Editado por M. O. Gonzaga, A. J. Santos & H. F. Japyassú), pp. 1-23. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Shine, R. & Harlow, P. S. 1996. Maternal manipulation of offspring phenotypes via nest-site selection in an oviparous lizard. *Ecology* 77: 1808-1817.
- Suter, R. B., Doyle, G. & Shane, C. M. 1987. Oviposition site selection by *Frontinella pyramitela* (Araneae, Linyphiidae). *Journal of Arachnology* 15: 349-354.
- Tauil, P. L. 2001. Urbanização e ecologia do dengue. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro 17: 99-102.
- Tauil, P. L. 2002. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro 18: 867-871.
- Tauil, P. L. 2006. Perspectivas de controle de doenças transmitidas por vetores no Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 39: 275-277.
- Trivers, R. 1972. Parental investment and sexual selection. In *Sexual Selection and the Descent of Man 1871–1971* (Bernard Campbell Edition), pp. 139–179. Aldine Press, Chicago, Illinois.
- Uetz, G. W., Halaj, J. & Cady, A. B. 1999. Guild structure of spiders in major crops. *Journal of Arachnology* 27: 270-280.
- Wade, M.J. & Shuster, S.M. 2002. The evolution of parental care in the context of sexual selection: a critical reassessment of parental investment theory. *American Naturalist* 160: 285–292.
- Wilson, E. O. 1997. A situação atual da diversidade biológica. Em *Biodiversidade* (editado por E. O. Wilson & F. M. Peters), pp. 3-24. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro.



## **CAPÍTULO I**

**HISTÓRIA NATURAL E DESENVOLVIMENTO PÓS-ECLOSÃO DE *AYSHA*  
*PIASSAGUERA* BRESCOVIT, 1992 (ARANAE: ANYPHAENIDAE) EM  
LABORATÓRIO**

## **CHAPTER I**

**NATURAL HISTORY AND POST-HATCHING DEVELOPMENT OF *AYSHA*  
*PIASSAGUERA* BRESCOVIT, 1992 (ARANAE: ANYPHAENIDAE) IN THE  
LABORATORY**

## RESUMO

A aranha cursorial *Aysha piassaguera* (Araneae: Anyphaenidae) constrói ninhos dobrando folhas de plantas, onde ela deposita seus ovos e cuida deles até a eclosão. Neste trabalho estudamos alguns aspectos da história natural dessa espécie, focando principalmente em seu desenvolvimento pós-eclosão. Coletamos fêmeas com suas ootecas para determinar a quantidade de ovos depositados, o número de mudas antes de os filhotes deixarem a ooteca e o tempo até a eclosão dos ovos. Cada fêmea depositou em média 123,7 ovos, que levaram 14 dias para eclodir, sendo que os filhotes levaram mais 9,88 dias para dispersar, em média. Para estudar seu desenvolvimento, criamos as aranhas em recipientes de 8,3 cm de diâmetro por 6,5 cm de altura e as alimentamos com uma solução de leite em pó, suplemento protéico e manteiga nos primeiros instares e com uma mistura dessa solução e de indivíduos de *Drosophila* posteriormente. Anotamos a duração de cada instar e medimos a área do cefalotórax das aranhas em cada um deles. As aranhas realizaram uma muda dentro do ovissaco e eclodiram já no 2º instar, que apresentou a maior taxa de mortalidade (20,51%) dentre todos. Cada instar durou em média 27,28 dias, sendo que os cinco primeiro instares foram mais curtos que os demais. A partir do 4º instar elas ficaram grandes o suficiente para se alimentarem de moscas e, provavelmente, devido a essa adição alimentar a taxa de crescimento desse instar foi a maior de todo o período de desenvolvimento. Elas atingiram a maturidade sexual em média no 11º instar, depois de realizarem nove mudas, demorando em média 250,36 dias para ficarem adultas e sobrevivendo mais 77,68 dias como tal.

## ABSTRACT

The hunting spider *Aysha piassaguera* (Araneae: Anyphaenidae) makes nests by folding leaves of plants on the forest edge, where it lays its eggs and guard them until hatching. We studied some aspects of this species' natural history, focusing on its post-hatching development. We collected females with their respective egg sacs to determine the number of eggs laid, the time elapsed until egg hatching, and the number of molts before spiderlings left the egg sac. Females laid on average 123,7 eggs, which took 14 days to hatch and another 9,88 days for spiderlings to start dispersing. We raised spiderlings in containers measuring 8,3 cm diameter by 6,5 cm tall and fed them on a powdered milk, butter and protein supplement solution during the first instars, and with a blend of this medium and *Drosophila* afterwards. We registered the duration of each instar and measured carapace area of each. Spiderlings molted once inside the egg sac and emerged as second instars. This instar had the higher death rate (20,5%) among all of them. Instars lasted 27,3 days, on average, but the first five instars were shorter than later ones. From the 4° instar on, spiderlings were large enough to feed on flies and probably due to better nutrition the growth rate of this instar was the highest of all development period. Spiders reached sexual maturity during the 11° instar, after undergoing nine molts. It took an average of 250,4 days to become adult and spiders survived another 77,7 days as such.

## INTRODUÇÃO

Informações sobre a história natural de uma espécie são fundamentais para a realização de trabalhos em várias áreas da biologia, como a ecologia, por exemplo, onde elas são necessárias para a formulação e o desenvolvimento de pesquisas (Newmark 1993, Buddle 2000). As aranhas compõem uma grande parcela da fauna de predadores de vários ecossistemas terrestres, alimentando-se principalmente de pequenos invertebrados e podendo, inclusive, exercer um efeito considerável sobre suas populações (Riechert 1974, Foelix 1996, Amalin *et al.* 2001a, Romero 2007, Romero & Vasconcellos-Neto 2007), porém pouco se sabe sobre a história de vida de sua grande maioria (Santos *et al.* 2007).

Existe uma quantidade ainda menor de estudos abordando o desenvolvimento das aranhas e apenas poucas espécies tiveram seu ciclo completo de desenvolvimento descrito (Jackson 1978, Opell 1982, Peaslee & Peck 1983, Downes 1987, Foelix 1996, Amalin *et al.* 1999, Buddle 2000, Marchioro *et al.* 2005). Isso ocorre principalmente devido às dificuldades para acompanhar o crescimento das aranhas no ambiente natural, especialmente as errantes, por ser difícil identificá-las enquanto estão imaturas, já que a identificação das espécies é feita com base nos órgãos copulatórios, presentes apenas nos adultos (Santos *et al.* 2007). Além disso, há complicações óbvias para marcar os imaturos, uma vez que as marcações se perdem após cada ecdise.

Essas dificuldades tornam a criação de aranhas em laboratório uma alternativa mais factível para estudar seu desenvolvimento, mesmo embora outros obstáculos tenham de ser superados, como a manutenção de uma temperatura adequada (Downes 1988), a escolha de uma dieta equilibrada, podendo ser natural (presas vivas) ou artificial (Uetz *et al.* 1992, Amalin *et al.* 1999, Amalin *et al.* 2001b) e a escolha de um ambiente adequado ao modo de

vida da aranha – errante ou construtora de teia – (Opell 1982, Peaslee & Peck 1983, Amalin *et al.* 2001a).

O desenvolvimento pós-embriônico é bastante variável em aranhas, havendo diferenças, por exemplo, em relação à duração de cada instar, ao tempo de desenvolvimento e ao número de mudas realizadas até o estágio adulto entre as diferentes espécies existentes (Jackson 1978, Downes 1987, Li & Jackson 1996, Amalin *et al.* 2003, Fischer & Vasconcellos-Neto 2005). Essas características sofrem influência de diversos fatores, como tamanho final do adulto (aranhas pequenas sofrem menos mudas e demoram menos tempo para atingir a maturidade do que aranhas grandes), sexo (machos geralmente sofrem menos mudas e se tornam adultos mais cedo do que as fêmeas) e condições ambientais (temperaturas mais baixas podem prolongar o tempo necessário para que a próxima ecdise ocorra) (Cloudsley-Thompson 1968, Jackson 1978, Downes 1987, Lowrie 1987, Foelix 1996, Amalin *et al.* 2003, Fischer & Vasconcellos-Neto 2005).

Isso pode ser observado na aranha Salticidae *Phidippus johnsoni*, na qual os machos maturam mais cedo, passam por menos mudas, vivem menos como adultos e são menores do que as fêmeas e, além disso, o ambiente no qual essas aranhas vivem influencia a duração da época reprodutiva e da longevidade dos adultos, com indivíduos que habitam praias sobrevivendo e se reproduzindo ao longo da maior parte do ano, ao passo que as aranhas de ambientes mais distantes do litoral, onde há maior variação sazonal do clima, se reproduzem e sobrevivem apenas em uma parte limitada do ano (Jackson 1978).

Similarmente, na aranha *Achaearanea tepidariorum* os machos completam o desenvolvimento antes das fêmeas e o fotoperíodo pode influenciar o tempo necessário para atingir a maturidade nos dois sexos, sendo que aranhas que são expostas a um fotoperíodo

mais longo (mais horas de luz) tornam-se adultas em menos tempo e passam por menos mudas do que aquelas criadas em fotoperíodos mais curtos (Miyashita 1987).

O tipo de alimentação dos indivíduos ao longo do desenvolvimento também é importante e a quantidade e qualidade de alimento ingerido podem influenciar o tamanho final do adulto e a quantidade de ovos que ele pode depositar, com aranhas que se alimentam melhor tornando-se maiores e gerando mais filhotes (Fritz & Morse 1985, Lowrie 1987, Amalin *et al.* 2001b, Marchioro *et al.* 2005). A influência da variedade nutricional da dieta (quantidade de presas diferentes consumidas) no desenvolvimento fica evidente em aranhas *Lycosa* sp. e *Loxosceles* sp., onde indivíduos alimentados com uma dieta variada de presas apresentam maior sobrevivência até a maturidade e maior longevidade como adultos, além de se tornarem adultos em menos tempo e atingirem tamanhos corporais maiores do que os indivíduos criados com uma dieta mais limitada (Lowrie 1987, Uetz *et al.* 1992).

A qualidade da dieta também pode afetar a fecundidade das aranhas, pois a quantidade de ovos que uma aranha pode depositar tende a estar positivamente relacionada ao seu tamanho, ou seja, fêmeas maiores geralmente colocam mais ovos do que fêmeas menores (Marshall & Gittleman 1994, Head 1995, Simpson 1995, Prenter *et al.* 1999). A fecundidade também pode variar de acordo com o modo de forrageamento da aranha e, como regra geral, aranhas construtoras de teia, que são predadores “senta e espera”, costumam produzir mais ovos do que aranhas errantes de tamanho similar que são caçadoras ativas, algo que pode estar relacionado à maior abundância e tamanho de presas que podem ser capturadas em teias e ao baixo custo energético de ser um predador “senta e espera” (Nentwig & Wissel 1986, Head 1995, Simpson 1995, Prenter *et al.* 1999).

A família Anyphaenidae é composta de aranhas caçadoras ativas de pequeno e médio porte que costumam ser noturnas e, junto a outros grupos, como Lycosidae, Salticidae e Thomisidae, representa uma grande parte dos predadores sobre a vegetação (Uetz *et al.* 1999, Souza 2007). *Aysha piassaguera* é uma espécie de Anyphaenidae encontrada na Serra do Japi, uma região de Mata Atlântica do estado de São Paulo, Brasil, que se reproduz essencialmente na estação quente do ano (entre novembro e fevereiro) e constrói ninhos de formato peculiar, semelhantes a uma “caixa piramidal”, dobrando folhas da borda da mata onde ela deposita seus ovos e cuida deles até a eclosão e dispersão dos filhotes.

Nesse trabalho descrevemos aspectos da história natural dessa espécie, com foco em seu desenvolvimento em laboratório, abordando a quantidade de ovos depositada em média pelas fêmeas, a quantidade de mudas realizadas antes da saída do ovissaco, o tempo até a eclosão dos ovos, o tempo de desenvolvimento e o número de instares da eclosão até a maturidade sexual e as taxas de mortalidade e de crescimento ao longo de seu desenvolvimento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### ***Área de coleta***

Coletamos os ninhos de *A. piassaguera* em uma região de borda de mata próxima à Base Ecológica da Serra do Japi (23° 14' S, 46° 56' W), que se localiza na Serra do Japi, Jundiaí – SP, uma área onde predominam florestas mesófilas semidescuidais e florestas semidescuidais de altitude (Leitão-Filho 1992). Fizemos as coletas durante os verões de 2008, 2009 e 2010, período em que essa espécie se reproduz.

### ***Informações básicas sobre a história natural***

Para calcularmos a quantidade média de ovos depositada por fêmea e se havia relação desse número com o tamanho das fêmeas, coletamos 57 ninhos no início de 2008, com as aranhas e suas respectivas ootecas (havia uma ooteca em cada ninho). No laboratório contamos o número de ovos em cada ooteca e medimos o comprimento e a largura do cefalotórax das mães em um microscópio estereoscópico com ocular micrométrica (aumento de 40x), para calcular a área do cefalotórax, que usamos como medida do tamanho das fêmeas.

Para determinar a quantidade de mudas realizadas antes da saída do ovissaco, usamos 24 ninhos coletados no final de 2009 e início de 2010. Comparamos o número de ovos de cada ooteca com o número de exúvias presentes em cada uma delas, obtendo a proporção de exúvias por ovo. Por exemplo, caso o número de exúvias seja o mesmo que o de filhotes (proporção igual a um), podemos inferir que os imaturos realizam apenas uma muda antes de deixarem o ovissaco.

Por fim, usando oito ootecas recém colocadas medimos também: (1) o tempo de desenvolvimento dos ovos, considerado o número de dias entre a deposição dos ovos e a eclosão; (2) o tempo decorrido entre a eclosão dos filhotes e sua dispersão dos ninhos; e (3) o tempo total entre a deposição dos ovos e a dispersão dos filhotes dos ninhos (tempo 1 mais tempo 2).

### ***Criação em laboratório***

Em janeiro de 2008, coletamos cinco fêmeas com seus respectivos ninhos e ootecas no campo e as trouxemos para o laboratório, onde os individualizamos em recipientes de

plástico de 8,3 cm de diâmetro e 6,5 cm de altura no laboratório até a saída dos filhotes do ovissaco.

Para contemplar melhor a variação no tempo de desenvolvimento da espécie, separamos 10 filhotes provenientes de cada uma das fêmeas, exceto em dois casos, nos quais os recipientes haviam sido atacados por fungos, de onde retiramos apenas oito filhotes.

Individualizamos os filhotes em recipientes fechados de 8,3 cm de diâmetro e 6,5 cm de altura e os alimentamos com uma dieta artificial nos dois primeiros instares após a saída do ovissaco e, nos instares posteriores, além da dieta oferecemos também indivíduos de *Drosophila sp.*. Isso foi feito porque as aranhas, por serem muito pequenas nos dois primeiros instares, não conseguiam se alimentar das moscas, sendo possível começar a alimentação com presas vivas apenas a partir do quarto instar, quando elas adquiriram tamanho suficiente para capturá-las. Ainda assim, mantivemos a dieta artificial nos outros instares como uma suplementação à dieta monoespecífica de moscas, que poderia impor uma restrição nutricional.

Baseamos a dieta artificial naquelas desenvolvidas por Amalin *et al.* (1999, 2001b) e elaboramos uma solução composta de leite em pó, suplemento protéico e manteiga (anexo 1), chamada solução LPM. Usamos o leite em pó por possuir carboidratos e várias vitaminas e minerais, o suplemento protéico por ter todos os aminoácidos necessários e a manteiga por conter colesterol, o precursor na síntese do hormônio ecdisona, necessário para a realização da ecdise (Hetru *et al.* 1982, Amalin *et al.* 1999).

Durante os dois primeiros instares alimentávamos as aranhas por quatro dias seguidos da semana (segunda a quinta-feira) com a solução LPM embebida em um algodão, que era trocado diariamente, e as deixávamos por outros três dias seguidos (quando não

estávamos no laboratório) com um algodão contendo apenas água. Nos instares seguintes passamos a alimentar os imaturos duas vezes por semana: uma vez com a solução LPM embebida em um algodão, que permanecia dois dias nos recipientes e uma segunda vez com indivíduos de *Drosophila sp.* e um algodão contendo água.

Mantivemos o laboratório à temperatura constante de 24°C, os recipientes sempre fechados com suas respectivas tampas para evitar o ataque por formigas e limpávamos os recipientes com um algodão embebido em álcool cada vez que os juvenis eram alimentados, para evitar o crescimento de fungos. Tomamos esses cuidados porque altas temperaturas, formigas e fungos foram as principais causas de mortes dos imaturos em um ensaio de criação realizado em 2007.

### ***Coleta de dados sobre o desenvolvimento***

A partir da saída dos filhotes do ovissaco, anotamos o dia de cada ecdise para que o tempo total de desenvolvimento até o estágio adulto, a duração média de cada instar e a quantidade média de instares até o estágio adulto pudessem ser calculados.

Anotamos os instares nos quais as mortes ocorriam para que a taxa de mortalidade de cada instar pudesse ser calculada e anotamos os dias nos quais os adultos morriam, para que o tempo médio de vida no estágio adulto pudesse ser calculado.

Medimos em cada instar, logo após as ecdises, o comprimento e a largura do cefalotórax (em mm) de cada aranha por meio de um microscópio estereoscópico com uma ocular micrométrica no aumento de 40x. Usamos essas medidas para calcular, de maneira aproximada, a área do cefalotórax das aranhas, multiplicando o comprimento pela largura. Usamos a área do cefalotórax como medida do tamanho das aranhas e, a partir dela, calculamos a taxa de crescimento de cada instar, dividindo a área do cefalotórax do instar

posterior por aquela do instar anterior de cada indivíduo. Lembramos que a medida da área do cefalotórax não corresponde ao valor exato da área da carapaça, mas, sim, apenas uma aproximação do valor.

Muitos estudos usam o comprimento (Jackson 1978, Gasnier 2002) ou a largura (Fischer & Vasconcelos-Neto 2005, Marchioro *et al.* 2005) do cefalotórax como medidas do crescimento de aranhas, pois ele é composto por uma exocutícula rígida que sofre variações de tamanho apenas através das mudas (Foelix 1996). Como não sabíamos qual dessas medidas seria mais adequada para a espécie estudada, usamos a área do cefalotórax por considerarmos-la uma medida igualmente apropriada.

Consideramos as aranhas como adultas após o desenvolvimento completo dos órgãos copulatórios. A maturidade sexual também pôde ser identificada pelo fato de as aranhas não realizarem mais mudas após terem-na atingido (Foelix 1996).

### ***Análise dos dados***

Para determinar se havia relação entre o tamanho das fêmeas adultas e a quantidade de ovos depositados por elas realizamos uma correlação linear simples e, além disso, usamos esses dados para calcular a média de ovos depositados por fêmea.

Como os dados de crescimento e de tempo de desenvolvimento não apresentaram uma distribuição normal (teste Shapiro-Wilks,  $p < 0,05$ ), usamos o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para comparar o tempo médio de duração de cada instar e para comparar as taxas de crescimento dos diferentes instares. Utilizamos o teste U de Mann-Whitney para comparar o tempo médio de duração dos instares iniciais (2° a 6°) com o tempo médio de duração dos instares finais (7° a 11°), pois pareceu haver diferença entre esses dois grupos

de instares. O 12º instar não foi usado na comparação porque apenas um indivíduo passou por ele.

Separamos os dados referentes ao tempo de desenvolvimento até a maturidade, tempo de duração de cada instar, tempo de duração de vida dos adultos, de tamanho do cefalotórax dos adultos, de razão de crescimento de cada instar e de número de mudas até a maturidade em machos e fêmeas e os comparamos entre si para determinar se havia diferença entre os sexos para essas variáveis.

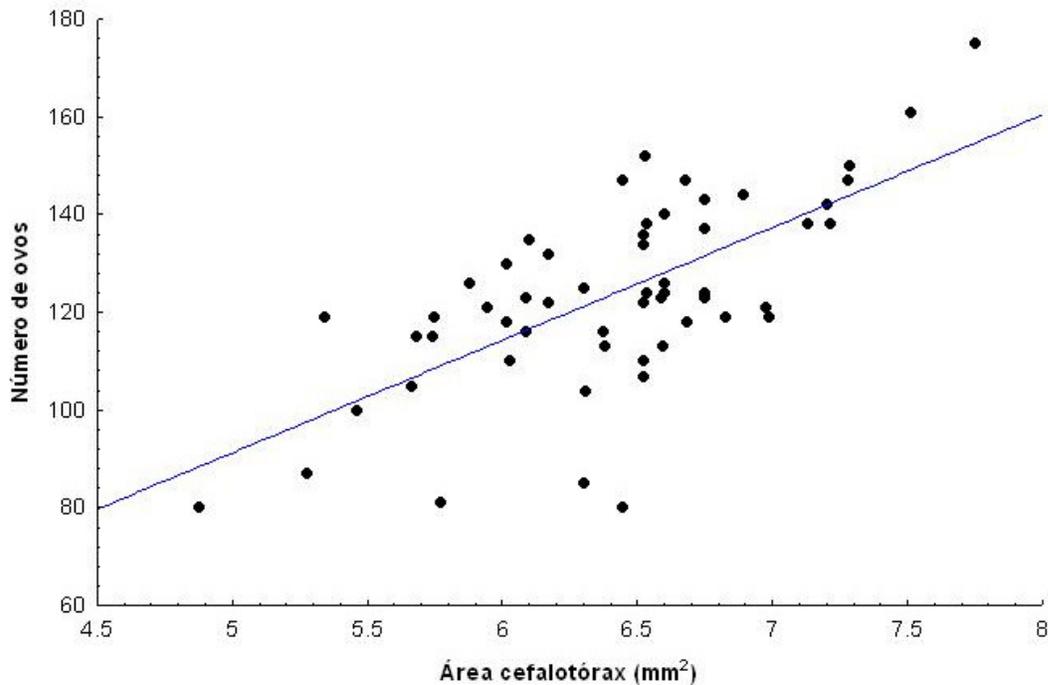
Usamos o teste paramétrico t de *Student* para comparar o tempo de desenvolvimento até a maturidade, o tempo de duração de vida dos adultos e o tamanho final dos adultos de machos e de fêmeas, pois esses dados apresentaram uma distribuição normal (teste Shapiro-Wilks,  $p > 0,05$ ). Para comparar os dados de número de mudas até a maturidade, de tempo médio de duração de cada instar e de taxa de crescimento de cada instar de machos e de fêmeas usamos o teste U de Mann-Whitney, pois esses dados não apresentaram uma distribuição normal (teste D'Agostinho para  $n > 50$ ,  $p < 0,05$ ).

## **RESULTADOS**

### ***Informações básicas sobre a história natural***

As fêmeas colocaram, em média,  $123,7 \pm 19,4$  ( $n = 57$  ovissacos) ovos, o tamanho médio destas fêmeas foi de  $6,4 \pm 0,6 \text{ mm}^2$  ( $n = 57$ ) de área de cefalotórax. Este tamanho mostrou uma correlação positiva com o número de ovos (figura 1; Correlação linear simples,  $r^2 = 0,454$ , g.l. = 1,  $p < 0,000001$ ). Assim, quanto maior a fêmea maior a quantidade de ovos depositados, mas, apesar disso, o valor baixo de  $r^2$  indica que o tamanho da fêmea não é o único fator influenciando o aumento da fecundidade. A proporção média entre o número de ovos e o número de exúvias presentes em cada

ovissaco foi de  $0,98 \pm 0,11$  ( $n = 24$ ), o que significa que as aranhas dessa espécie normalmente passam por apenas uma muda antes de deixarem o ovissaco, emergindo no 2º instar. Baseado em observações em 8 ovissacos, os ovos levaram em média  $14 \pm 0$  dias para eclodir e os filhotes começaram a dispersar depois de  $9,88 \pm 0,99$  dias após a eclosão, totalizando  $23,88 \pm 0,99$  ( $n = 8$ ) dias entre a oviposição e a dispersão dos filhotes.



**Figura 1.** Correlação linear simples mostrando a relação entre a área do cefalotórax das fêmeas adultas e o número de ovos colocado por elas.  $N = 57$ ,  $r^2 = 0,454$ , g.l.= 1,  $p < 0,000001$ .

### ***Tempo de desenvolvimento***

As aranhas demoraram em média  $250 \pm 17,8$  ( $n = 25$ , amplitude 223 - 292) dias e sofreram em média  $8,9 \pm 0,8$  ( $n = 25$ , amplitude 7 - 11) mudas desde a saída da ooteca até o estágio adulto, ou seja, praticamente realizaram nove mudas e atingiram a maturidade, em média, no 11º instar, considerando que ao sair do ovissaco elas já estavam no 2º instar.

A duração média de cada instar foi de  $27,2 \pm 12,1$  ( $n = 296$ , amplitude 12 - 70) dias e variou entre os indivíduos (Kruskal-Wallis,  $H = 193,33$ , g.l. = 9,  $p < 0,0001$ ). Os instares

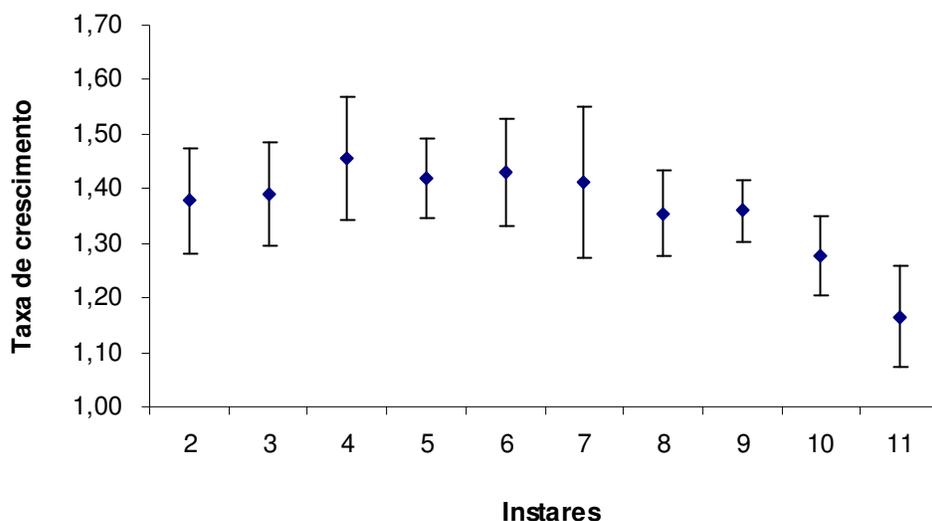
mais tardios (7º ao 11º) foram mais longos (Mann-Whitney,  $U = 1394$ ,  $p < 0,0001$ ) do que os cinco instares iniciais (tabela 1). O 12º instar não foi considerado nessas análises por apresentar apenas um indivíduo.

**Tabela 1.** Duração (em dias) dos instares dos filhotes após a saída do ovissaco.

| Instar | N   | Média ± DP  | Amplitude |
|--------|-----|-------------|-----------|
| 2º     | 37  | 23,3 ± 5,8  | 15 - 34   |
| 3º     | 36  | 19,2 ± 5,7  | 14 - 29   |
| 4º     | 36  | 16,8 ± 4,8  | 13 - 36   |
| 5º     | 35  | 18,2 ± 3,5  | 13 - 28   |
| 6º     | 34  | 24,5 ± 6,9  | 14 - 45   |
| 7º     | 33  | 32,8 ± 10,7 | 16 - 65   |
| 8º     | 31  | 35,5 ± 10,8 | 21 - 69   |
| 9º     | 27  | 45,9 ± 10,9 | 28 - 70   |
| 10º    | 21  | 39,7 ± 9,7  | 28 - 63   |
| 11º    | 5   | 33 ± 6,1    | 26 - 42   |
| 12º    | 1   | 12          | -         |
| Total  | 296 | 27,2 ± 12,1 | 13 - 70   |

### ***Crescimento***

As taxas de crescimento de cada instar diferiram entre si (Kruskal-Wallis,  $H = 70,23$ , g.l. = 9,  $p < 0,0001$ ) e a taxa de crescimento observada para o 4º instar foi maior do que aquelas observadas para os demais instares (figura 2, Kruskal-Wallis,  $H = 70,23$ , g.l. = 9,  $p < 0,05$  para as comparações entre o 4º e os outros instares). Adicionalmente, as taxas de crescimento começaram a diminuir a partir do 8º instar e a taxa média de crescimento geral (considerando-se todos os instares) foi de  $1,39 \pm 0,1$  ( $n = 293$ , amplitude 1,06 – 1,98). Os tamanhos médios dos indivíduos em cada instar estão relacionados na tabela 2.



**Figura 2.** Médias e desvios das taxas de crescimento de cada instar. A taxa de crescimento de um instar foi obtida dividindo-se a área do cefalotórax do instar imediatamente posterior a ele por ele mesmo.  $N_2 = 36$ ,  $N_3 = 36$ ,  $N_4 = 36$ ,  $N_5 = 35$ ,  $N_6 = 34$ ,  $N_7 = 33$ ,  $N_8 = 31$ ,  $N_9 = 27$ ,  $N_{10} = 21$ ,  $N_{11} = 4$ , onde N é o número de medidas em cada instar.

**Tabela 2.** Áreas do cefalotórax (em  $\text{mm}^2$ ) das aranhas ao longo do desenvolvimento.

| Instar          | N  | Média $\pm$ DP  | Amplitude   |
|-----------------|----|-----------------|-------------|
| 2 <sup>o</sup>  | 46 | 0,38 $\pm$ 0,05 | 0,3 - 0,47  |
| 3 <sup>o</sup>  | 37 | 0,53 $\pm$ 0,05 | 0,42 - 0,68 |
| 4 <sup>o</sup>  | 36 | 0,74 $\pm$ 0,08 | 0,54 - 0,87 |
| 5 <sup>o</sup>  | 36 | 1,08 $\pm$ 0,13 | 0,69 - 1,28 |
| 6 <sup>o</sup>  | 35 | 1,53 $\pm$ 0,21 | 1,2 - 1,87  |
| 7 <sup>o</sup>  | 34 | 2,18 $\pm$ 0,36 | 1,52 - 2,53 |
| 8 <sup>o</sup>  | 33 | 3,08 $\pm$ 0,67 | 2,15 - 5    |
| 9 <sup>o</sup>  | 31 | 4,23 $\pm$ 0,87 | 3,03 - 6,57 |
| 10 <sup>o</sup> | 27 | 5,59 $\pm$ 0,94 | 4,2 - 8,49  |
| 11 <sup>o</sup> | 21 | 6,94 $\pm$ 0,92 | 4,92 - 8,48 |
| 12 <sup>o</sup> | 4  | 6,98 $\pm$ 0,59 | 6,48 - 7,83 |

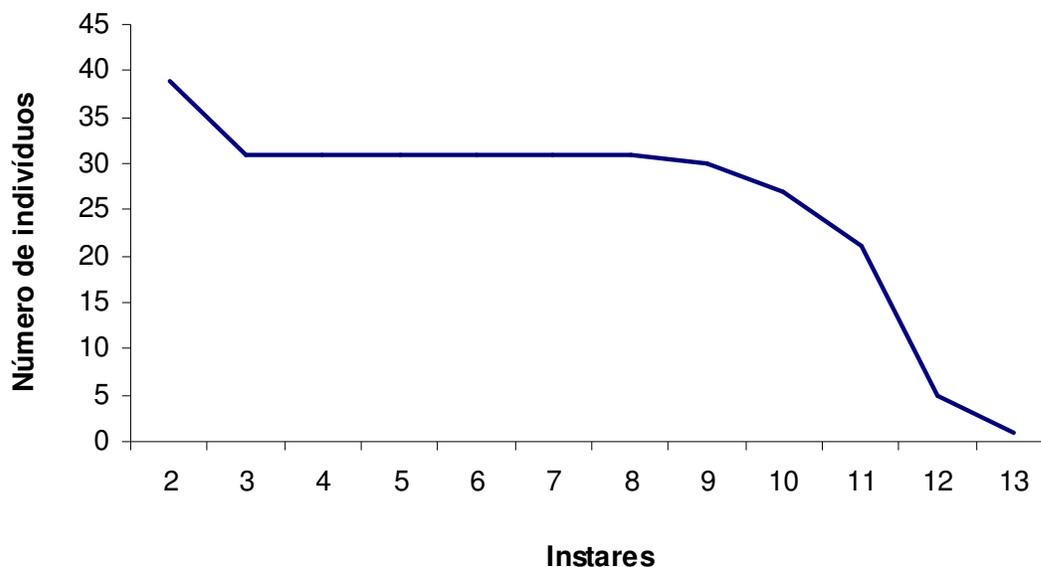
### ***Sobrevivência***

Para calcular os resultados referentes à sobrevivência e mortalidade dos indivíduos consideramos apenas aqueles que morreram por causas naturais. Os indivíduos que morreram devido a acidentes ao alimentar as aranhas (7) foram subtraídos do número total de indivíduos (46). Dessa maneira os cálculos de sobrevivência foram realizados com base

num total de 39 aranhas, para que os resultados refletissem a quantidade de indivíduos que sobreviveria ou morreria naturalmente, sem a influência de fatores não relacionados à sua biologia.

Das 39 aranhas consideradas, 36% morreram antes de se tornarem adultas. As 64% que atingiram a maturidade viveram em média  $77,68 \pm 28,99$  ( $n = 25$ , amplitude 7 – 143) dias como adultos.

A maior parte das mortes de imaturos ocorreu durante o 2º instar (57,1 % de todas as mortes de imaturos), que apresentou uma taxa de mortalidade geral (considerando-se as 39 aranhas) de 20,5%. Não houve mortes nos instares intermediários (3º a 7º), mas mortes de imaturos voltaram a ocorrer nos instares finais (8º a 11º; figura 3). As mortes ocorridas nos últimos instares foram resultado de ecdises mal sucedidas, mas não foi possível determinar as causas das mortes ocorridas no 1º instar. Apenas um indivíduo passou pelo 12º instar e morreu durante a muda para o 13º.



**Figura 3.** Curva de sobrevivência das aranhas ao longo do desenvolvimento.

### ***Comparações entre machos e fêmeas***

As características de machos e de fêmeas não apresentaram diferenças entre si (tabela 3). O tempo de desenvolvimento até a maturidade foi semelhante para machos e para fêmeas (t de *Student*,  $t = -0,115$ , g.l. = 23,  $p > 0,05$ ); o tempo médio de duração de cada instar foi o mesmo para ambos os sexos (Mann-Whitney,  $U = 5326$ ,  $p > 0,05$ ); o tempo médio de duração de vida dos adultos também não apresentou qualquer diferença (t de *Student*,  $t = -0,0498$ , g.l. = 20,  $p > 0,05$ ); não houve diferenças no número de mudas realizadas até a maturidade para machos e para fêmeas (Mann-Whitney,  $U = 46,5$ ,  $p > 0,05$ ); a taxa média de crescimento de cada instar foi semelhante para ambos os sexos (Mann-Whitney,  $U = 4605$ ,  $p > 0,05$ ) e o tamanho dos adultos também foi semelhante para os dois sexos (tabela 2, t de *Student*,  $t = -0,1686$ , g.l. = 23,  $p > 0,05$ ).

**Tabela 3.** Valores das características analisadas de machos e de fêmeas.

|  | Machos (n= 8)    |             | Fêmeas (n= 17)   |             |
|--|------------------|-------------|------------------|-------------|
|  | Média $\pm$ DP   | Amplitude   | Média $\pm$ DP   | Amplitude   |
| Tempo de duração de cada instar (dias)             | 28,96 $\pm$ 14,5 | 13 - 69     | 27,3 $\pm$ 11,6  | 13 - 70     |
| Tempo de desenvolvimento até a maturidade (dias)   | 249,8 $\pm$ 14,1 | 231 - 272   | 250,7 $\pm$ 19,8 | 223 - 292   |
| Tempo de duração de vida dos adultos (dias)        | 77,2 $\pm$ 22,1  | 43 - 100    | 77,9 $\pm$ 31,9  | 7 - 143     |
| Número de mudas até a maturidade                   | 8,7 $\pm$ 0,9    | 7 - 9       | 9,9 $\pm$ 0,7    | 8 - 11      |
| Taxa de crescimento de cada instar                 | 1,4 $\pm$ 0,1    | 1,24 - 1,96 | 1,4 $\pm$ 0,1    | 1,12 - 1,98 |
| Área do cefalotórax dos adultos (mm <sup>2</sup> ) | 7,1 $\pm$ 1,2    | 4,68 - 8,48 | 7,1 $\pm$ 0,7    | 5,9 - 8,49  |

## DISCUSSÃO

### *Informações básicas sobre a história natural*

A relação positiva entre o tamanho das fêmeas de *A. piassaguera* e a quantidade de ovos que elas depositam é bastante comum em aranhas (Marshall & Gittleman 1994, Head 1995, Simpson 1995, Prenter *et al.* 1999) e outros artrópodes (Honek 1993). Como, em aranhas, o sucesso reprodutivo tende a aumentar com a fecundidade, a fecundidade aumenta com o tamanho e essa relação se mantém independente de fatores filogenéticos, então, uma das principais forças seletivas atuando no tamanho das fêmeas deve ser a pressão para o aumento da fecundidade (Marshall & Gittleman 1994, Head 1995, Prenter *et al.* 1999).

Head (1995) e Prenter *et al.* (1999) argumentam que a pressão para aumento da fecundidade seria um dos fatores mais influentes na evolução do dimorfismo sexual presente em aranhas: as fêmeas seriam selecionadas para serem tão grandes quanto possível, pois isso maximizaria a produção de ovos e, conseqüentemente, o seu sucesso reprodutivo. Dessa maneira, espécies onde a seleção para a fecundidade for mais forte devem ter fêmeas maiores e um dimorfismo sexual mais acentuado do que aquelas sob uma seleção mais branda. Apesar disso, outras variáveis também podem afetar a fecundidade da fêmea, como seu estado nutricional no momento da cópula e sua alimentação ao longo do desenvolvimento, que também influencia o crescimento das aranhas e poderia explicar o baixo valor de  $r^2$  (Fritz & Morse 1985, Foelix 1996, Buddle 2000).

A realização de uma muda antes de deixar o ovissaco ocorre na maioria das espécies de aranhas (Jackson 1978, Peaslee & Peck 1983, Foelix 1996), sendo necessária para que o desenvolvimento de alguns órgãos dos imaturos, especialmente órgão sensoriais, seja completado antes que eles saiam da ooteca (Foelix 1996). Infelizmente, não fomos capazes

de determinar o tempo entre a fertilização da fêmea e a deposição dos ovos, pois não encontramos nenhuma cópula ocorrendo em campo. Conseguimos apenas observar uma fêmea grávida construindo um ninho durante a noite, um indicativo de que a cópula ocorre antes que o ninho seja construído e não dentro dele e que os ovos são depositados durante a noite, após a construção ter sido concluída.

### ***Tempo de desenvolvimento***

O tempo de desenvolvimento e o número de mudas realizadas até a maturidade observados em laboratório não necessariamente correspondem aos valores que seriam observados para a espécie em seu ambiente natural. Fatores como variações de temperatura e de alimentação podem afetar tanto o tempo de desenvolvimento quanto o número de mudas. Em temperaturas baixas, como durante o inverno, aranhas, assim como outros animais ectotérmicos, sofrem uma queda de seu metabolismo, se alimentam menos e crescem menos (Aitchison 1981, Crouch & Lubin 2000).

Adicionalmente, uma mesma espécie de aranha criada com diferentes dietas pode apresentar diferentes tempos de desenvolvimento até a maturidade para cada dieta (Lowrie 1987, Uetz *et al.* 1992, Marchioro *et al* 2005). Como mantivemos a temperatura do laboratório, a dieta das aranhas e o suprimento de comida constantes, podemos supor que as aranhas tenham atingido a maturidade mais cedo do que elas atingiriam no campo, já que elas não enfrentaram baixas temperaturas ao longo do ano (mais comuns na Serra do Japi, que fica em uma altitude mais elevada) e não passaram por qualquer tipo de depressão metabólica visível que pudesse atrasar seu desenvolvimento. De fato, Jackson (1978) observou que os indivíduos da aranha *Phidippus johnsoni* (Araneae: Salticidae) criados em

laboratório atingiram a maturidade em um período menor de tempo do que aqueles que se desenvolveram em campo, inclusive sofrendo menos mudas.

Devido às condições favoráveis do laboratório (temperatura constante e alimento abundante) é possível que os indivíduos de *A. piassaguera* também tenham sofrido menos mudas do que sofreriam naturalmente, mas, por outro lado, um atraso no desenvolvimento durante o inverno do ambiente natural não necessariamente resultaria em menos mudas, poderia apenas resultar em uma demora maior para passar de um determinado instar para outro, devido à menor quantidade de alimento ingerido (Foelix 1996). Infelizmente não podemos dizer isso com certeza, pois não acompanhamos o desenvolvimento dos filhotes em campo devido às dificuldades para marcá-los (assim que eles fizessem uma muda perderíamos a marcação) e para identificá-los, já que os imaturos de diversas espécies são bastante semelhantes entre si e a identificação é feita, principalmente, através de características de seus órgãos copulatórios, que só aparecem quando já estão adultos (Foelix 1996, Santos *et al.* 2007).

A diferença entre a duração de instares iniciais e instares mais tardios, sendo os iniciais de mais curta duração do que os tardios também foi observada por Jackson (1978), Opell (1982) e Fischer & Vasconcelos-Neto (2005) e parece ser um padrão amplamente observado em aranhas (Foelix 1996). Isso ocorre porque os intervalos entre mudas são dependentes do estado nutricional do indivíduo, que precisa alcançar uma quantidade mínima de massa corporal para estar apto a realizar a ecdise, sendo que esse limiar aumenta conforme o crescimento do indivíduo, assim, indivíduos nos instares iniciais precisam ganhar menos massa do que aqueles que estão nos instares finais para sofrer uma muda e, por isso, demoram menos tempo para atingir o mínimo necessário (Foelix 1996).

## ***Crescimento***

O pequeno tamanho das aranhas nos dois instares iniciais e o fato de terem se alimentado da solução LPM presente no algodão indica que essas aranhas podem recorrer a recursos diferentes de presas animais para sobreviver durante esse estágio de seu desenvolvimento, incluindo líquidos. De fato, espécies de Thomisidae, de Salticidae, de Miturgidae e de outros grupos já foram observadas se alimentando de néctar (Pollard *et al* 1995, Jackson *et al* 2001, Taylor 2004) e não seria tão inesperado se algumas espécies de Anyphaenidae também apresentassem esse tipo de comportamento. Podemos realizar outros estudos envolvendo a observação dessa espécie em campo para conseguirmos evidências em relação a esse assunto.

A taxa de crescimento maior para o 4º instar pode estar relacionadas à mudança na alimentação dos imaturos, que a partir do 4º instar começamos a fazer com *Drosophila sp.*, além da solução LPM, algo que poderia ter causado uma melhora repentina no estado nutricional dos indivíduos. Já a diminuição da taxa de crescimento a partir do 8º instar poderia estar relacionada ao fato de que as aranhas pareceram ter parado de se alimentar da solução LPM presente no algodão e ter passado a se alimentar apenas das moscas. Isso limitaria a diversidade e quantidade de nutrientes presentes em sua dieta e poderia diminuir sua taxa de crescimento. Inclusive, Mayntz & Toft (2001) mostraram que aranhas alimentadas com moscas de frutas criadas em um meio de cultura comum apresentam menores taxas de crescimento do que aquelas alimentadas com moscas criadas em meios de cultura enriquecidos com uma diversidade maior de nutrientes.

De fato, nos trabalhos de criação de aranhas com *Loxosceles sp.* e *Lycosa spp.*, de Lowrie (1987) e Uetz *et al.* (1992), respectivamente, os indivíduos que foram criados com uma diversidade maior de espécies de presas atingiram a maturidade mais rapidamente,

passaram por menos mudas, apresentaram tamanhos corporais maiores como adultos e tiveram uma maior taxa de sobrevivência do que aquelas criadas com uma dieta mais limitada. A diversificação no consumo de presas pode ser importante porque o valor nutricional varia de acordo com a espécie de presa, sendo necessário se alimentar de diferentes espécies para obter uma dieta mais completa (Toft & Wise 1999). Inclusive existem evidências de que aranhas da família Lycosidae balanceiam a proporção de espécies de presas das quais se alimentam, capturando indivíduos de diferentes espécies independentemente da abundância delas no ambiente, de maneira a otimizar a composição de nutrientes em sua dieta (Greenstone 1979).

### ***Sobrevivência***

No geral, a sobrevivência dos indivíduos observada ao longo do desenvolvimento pode ser considerada relativamente alta em comparação a trabalhos semelhantes (Amalin *et al.* 1999, 2001b) e provavelmente teve como principal causa a criação das aranhas ter sido feita em condições laboratoriais controladas e com constante suprimento de comida. Jackson (1978) também obteve uma taxa de sobrevivência alta em condições laboratoriais controladas e Lowrie (1987) mostrou que indivíduos de *Loxosceles laeta* (Araneae: Sicariidae) criados com uma dieta mais completa possuem taxas de sobrevivência melhores. Como obtivemos uma boa taxa de sobrevivência, pode-se dizer que a dieta artificial usada foi eficiente e poderíamos aplicá-la a outras espécies de aranhas, para testar melhor sua eficiência, especialmente nos instares iniciais, quando os indivíduos não são capazes de alimentar-se de moscas. Caso sua eficiência seja alta com outras espécies também, essa dieta poderia tornar-se uma boa alternativa para a criação de aranhas em laboratório.

A taxa mais alta de mortalidade observada para o segundo instar pode ser devido à inanição, pois é provável que alguns indivíduos não tenham tentado sugar a solução presente no algodão. Mortes ocorridas durante as mudas nos instares mais tardios parecem ser comuns nesse tipo de experimento e uma das razões são falhas durante a realização das mudas (Jackson 1978, Lowrie 1987, Fischer & Vasconcelos-Neto 2005). O processo de ecdise é um processo complexo fisiologicamente (Foelix 1996) e nos parece bastante provável que erros possam ocorrer com certa frequência, impedindo que a aranha complete o processo adequadamente.

A longevidade apresentada pelos adultos de *A. piasaguera* indica que essas aranhas possivelmente são semélparas, ou seja, possuem apenas um evento reprodutivo durante a vida, já que elas não sobrevivem como adultas ao longo de todo o ano e a época reprodutiva é limitada à estação mais quente (novembro – fevereiro). Isso pode significar que o cuidado materno presente até a dispersão dos filhotes é essencial para o sucesso reprodutivo das fêmeas, uma vez que elas podem não ter oportunidade de depositar outras ninhadas. Além disso, mesmo que elas consigam depositar novas ootecas caso abandonem a primeira, há evidências para outras espécies de aranhas semélparas de que o sucesso reprodutivo proporcionado pelo cuidado materno é maior do que o proporcionado por múltiplas ninhadas, pois a sobrevivência de uma ninhada sob cuidado é superior àquela de sucessivas ninhadas sem nenhum (Kim *et al.* 2000, Toyama 2001).

### ***Comparações entre machos e fêmeas***

A falta de dimorfismo sexual em relação ao tamanho do adulto, tempo de desenvolvimento, crescimento e tempo de duração da vida adulta pode ser uma característica própria dessa espécie ou pode ter resultado da riqueza nutricional da dieta

utilizada. As aranhas, em geral, apresentam uma grande amplitude de dimorfismos sexuais (Fairbairn *et al.* 2007). Há espécies onde as fêmeas são muito maiores que os machos, algo comum em espécies construtoras de teias orbiculares (Foelix 1996, Hormiga *et al.* 2000, Fairbairn *et al.* 2007); espécies onde o dimorfismo é reduzido ou inexistente (Gasnier *et al.* 2002, Fairbairn *et al.* 2007) e espécies onde os machos são maiores do que as fêmeas (Schütz 2003). Os dois últimos casos são mais presentes em aranhas errantes, para as quais supõe-se que a pressão seletiva para aumento de fecundidade nas fêmeas (e conseqüente aumento de tamanho) seja menor devido ao modo de vida cursorial (Head 1995, Prenter *et al.* 1999, Fairbairn *et al.* 2007).

Head (1995) sugere que as aranhas construtoras de teia por serem predadores sedentários que gastam pouca energia para obter alimento e por conseguirem capturar presas maiores e em maior quantidade (Nentwig & Wissel 1986), possuem mais energia disponível para investir em crescimento e produção de ovos. Mas o contrário ocorreria para as aranhas caçadoras ativas, que possuem um alto custo energético para obter alimento, diminuindo a energia disponível para aumento da fecundidade e crescimento das fêmeas, tendendo a haver pouco ou nenhum dimorfismo sexual de tamanho nessas espécies (Head 1995). Assim, é possível que a falta de dimorfismo encontrada em *A. piassaguera* seja devida ao modo de vida errante desta aranha, que é uma caçadora ativa.

Essa hipótese parece ainda mais provável diante do fato de que em geral as espécies da família Anyphaenidae apresentam pouco ou nenhum dimorfismo sexual de tamanho, havendo espécies onde as fêmeas são um pouco maiores que os machos e vice-versa, e espécies onde os dois sexos possuem o mesmo tamanho (Dondale & Redner 1982, Brescovit 1996, Brescovit 1999). Além disso, caso houvesse influência da dieta no crescimento dos machos, as fêmeas também teriam crescido mais, pois foram alimentadas

com a mesma dieta, e a diferença de tamanho seria mantida proporcionalmente. Para elucidar essa questão seria necessário coletar indivíduos adultos dos dois sexos dessa espécie em campo. Como não houve diferença entre o tamanho de machos e de fêmeas adultos e o tempo de desenvolvimento e o número de mudas variam proporcionalmente ao tamanho do adulto (Foelix 1996), isso poderia explicar a falta de dimorfismo sexual para essas características também.

Os machos de aranhas geralmente vivem menos tempo como adultos do que as fêmeas, pois param de se alimentar para ir à procura de uma parceira e morrem pouco depois da cópula, enquanto as fêmeas costumam viver mais tempo por terem de cuidar dos ovos e, às vezes, dos filhotes (Foelix 1996). Nesse caso os machos não puderam ir à procura de fêmeas e continuaram a serem alimentados com frequência, o que pode ter prolongado seu tempo de vida como adultos, tornando-o semelhante ao das fêmeas.

## **Conclusão**

Os indivíduos dessa espécie concluem seu desenvolvimento em menos de um ano, mudam mais rapidamente nos cinco primeiros instares e crescem mais durante instares intermediários.

A sobrevivência geral alta indicou uma boa eficiência da dieta artificial na alimentação dos indivíduos e as semelhanças entre machos e fêmeas indicam que essa trata-se de uma espécie com pouco ou nenhum dimorfismo sexual para tamanho, tempo de desenvolvimento e outras características,

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à agência de fomento CNPq pela bolsa de pesquisa que nos proveu recursos para executar os experimentos. Agradecemos às pessoas do nosso laboratório pela ajuda na preparação e execução do experimento de criação das aranhas, Adriana Salomão, Janaína Cortinoz, Jobber Fernando Sobczak, Suzana Diniz que ajudaram a preparar os recipientes para as aranhas e a mantê-las sob as condições necessárias no laboratório e, em especial, a Guilherme Filippi de Godoy que, além de colaborar com as ações acima, buscava as moscas para alimentarmos nossas aranhas e ao pessoal do Laboratório de Genética, Ecologia e Evolução de *Drosófila* do Prof. Dr. Louis Bernard Klaczko, que as fornecia. Agradecemos também ao Prof. Dr. Antonio Domingos Brescovit por ter identificado a espécie das aranhas. Por último agradecemos à equipe da reserva Biológica da Serra do Japi que e à Prefeitura Municipal de Jundiá que nos deu a autorização para realizarmos o presente trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Aitchison, C. W. 1981. Feeding and growth of *Coelotes atropos* (Araneae, Agelenidae) at low temperatures. *Journal of Arachnology* 9: 327-330.
- Amalin, D.M., Reiskind, J., R. McSorley & J. Peña. 1999. Survival of the hunting spider, *Hibana velox* (Araneae, Anyphaenidae), raised on different artificial diets. *Journal of Arachnology* 27: 692–696.
- Amalin, D.M., Reiskind, J., McSorley, R. & Peña, J. 2001a. Predatory behavior of three species of sac spiders attacking citrus leafminer. *Journal of Arachnology* 29: 72-81.

- Amalin, D.M., Reiskind, J., McSorley, R. & Peña, J. 2001b. Comparison of the survival of three species of sac spiders on natural and artificial diets. *Journal of Arachnology* 29: 253-262.
- Amalin, D.M., Peña, J. & McSorley, R. 2003. Development of three sac spiders occurring on lime orchards at Homestead, Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 116: 44-46.
- Brescovit, A. D. 1996. Revisão de Anyphaeninae Bertkau a nível de gêneros na região neotropical (Araneae, Anyphaenidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 13: 1-187.
- Brescovit, A. D. 1999. Revisão das aranhas do gênero *Lupettiana* Brescovit (Araneae, Aniphaenidae, Anyphaeninae). *Revista Brasileira de Zoologia* 16: 63-76.
- Buddle, C. M. 2000. Life history of *Pardosa moesta* and *Pardosa mackenziana* (Araneae: Lycosidae) in Central Alberta, Canada. *Journal of Arachnology* 28: 319–328.
- Cloudsey-Thompson, J. L. 1968. *Spiders, scorpions, centipedes and mites*. Pergamon Press, London. 278p.
- Crouch, T. E. & Lubin, Y. 2000. Effects of climate and prey availability on foraging in a social spider, *Stegodyphus mimosarum* (Araneae: Eresidae). *Journal of Arachnology* 28: 158–168.
- Dondale, C. D. & Redner, J. H. 1982. *The Insects and Arachnids of Canada and Alaska, Part 9, The Sac Spiders of Canada and Alaska, Araneae: Clubionidae and Anyphaenidae*. Canadian Government Publishing Centre, Ottawa. 194p.
- Downes, M. F. 1987. Postembryonic development of *Lactrodectus hasselti* Thorell (Araneae, Theridiidae). *Journal of Arachnology* 14: 293-301.

- Downes, M . F. 1988 . The effect of temperature on oviposition interval and early development in *Theridion rufipes* Lucas (Araneae, Theridiidae). *Journal of Arachnology* 16: 41-45.
- Fairbairn, D. J., Blanckenhorn, W. U. & Székely, T. 2007. *Sex, Size, and Gender Roles: Evolutionary Studies of Sexual Size Dimorphism*. Oxford University Press, New York. 266p.
- Fischer, M. L. & Vasconcelos-Neto, J. 2005. Development and life tables of *Loxosceles intermedia* Mello-Leitão 1934 (Araneae: Sicariidae). *Journal of Arachnology* 33: 758–766.
- Foelix, R F. 1996. *Biology of Spiders*. Second Edition. Oxford University Press, New York. 330p.
- Fritz, R. S. & Morse, D. H. 1985. Reproductive success and foraging of the crab spider *Misumena vatia*. *Oecologia* 65: 194-200.
- Gasnier, T. R., Azevedo, C. S., Torres-Sanchez, M. P. & Höfer, H. 2002. Adult size of eight hunting spider species in Central Amazonia: temporal variations and sexual dimorphisms. *Journal of Arachnology* 30: 146–154.
- Greenstone, M. H. 1979. Spider feeding behaviour optimizes dietary essential amino acid composition. *Nature* 282: 501-503.
- Head, G. 1995. Selection on fecundity and variation in the degree of sexual size dimorphism among spider species (Class Araneae). *Evolution* 49: 776-781.
- Hetru, C. C., Kappler, C., Hoffmann, J. A., Nearn, R., Bang, L. & Horn, D. H. S. 1982. The biosynthetic pathway of ecdysone: studies with vitellogenic ovaries of *Locusta migratoria* (Orthoptera). *Molecular and Cellular Endocrinology* 26: 51-80.

- Honek, A. 1993. Intraspecific variation in body size and fecundity in insects: a general relationship. *Oikos* 66: 483-492.
- Hormiga, G., Scharff, N. & Coddington, J. A. 2000. The Phylogenetic Basis of Sexual Size Dimorphism in Orb-Weaving Spiders (Araneae, Orbiculariae). *Systematic Biology* 49: 435-462.
- Jackson, R. R. 1978. The life history of *Phidippus johnsoni* (Araneae: Salticidae). *Journal of Arachnology* 6: 1-29.
- Jackson, R. R., Pollard, S. D., Nelson, X. J., Edwards, G. B. & Barrion, A. T. 2001. Jumping spiders (Araneae: Salticidae) that feed on nectar. *Journal of Zoology* 255: 25-29.
- Kim, K. W., Roland, C. & Horel, A. 2000. Functional value of matiphagy in the spider *Amaurobius ferox*. *Ethology* 106: 729 -742.
- Leitão-Filho, H.F 1992. *História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. Editora da Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP. 324p.
- Li, D. & Jackson, R. R. 1996. How temperature affects development and reproduction in spiders: a review. *Journal of thermal biology* 21: 245-274.
- Lowrie, D. C. 1987. Effects of diet on the development of *Loxosceles laeta* (Nicolet) (Araneae: Loxoscelidae). *Journal of Arachnology* 15: 303-308.
- Marchioro, C. A., Marques-da-Silva, E. & Fischer, M. L. 2005. Desenvolvimento pós-embrionário de *Loxosceles intermedia* Mello-Leitão, 1934, *L. laeta* (Nicolet, 1849) e *L. gauchoi* Gertsch, 1967 (Araneae: Sicariidae) criadas sob condições de alimentação monoespecífica. *Biotemas* 18: 93-112.

- Marshall, S. D. & Gittleman, J. L. 1994. Clutch size in spiders: is more better? *Functional Ecology* 8: 118-124.
- Mayntz, D. & Toft, S. 2001. Nutrient composition of the prey's diet affects growth and survivorship of a generalist predator. *Oecologia* 127: 207-213.
- Miyashita, K. 1987. Development and egg sac production of *Achaearanea tepidariorum* (C. L. Koch) (Araneae, Theridiidae) under long and short photoperiods. *Journal of Arachnology* 15: 51-58.
- Nentwig, W. & Wissel, C. 1986. A comparison of prey lengths among spiders. *Oecologia* 68: 595-600.
- Newmark, W. D. 1993. The role and design of wildlife corridors with examples from Tanzania. *Ambio* 22: 500-504.
- Opell, B. D. 1982. Post-hatching development and web production of *Hyptiotes cavatus* (Hentz) (Araneae: Uloboridae). *Journal of Arachnology* 10:185-191.
- Peaslee, J. E. and Peck, W. B. 1983. The biology of *Octonoba octonarius* (Muma) (Araneae: Uloboridae). *Journal of Arachnology* 11: 51-67.
- Pollard, S. D., Beck, M. W. & Dodson, G. N. 1995. Why do male crab spiders drink nectar? *Animal Behaviour* 49: 1443 – 1448.
- Prenter, J., Elwood, R. W. & Montgomery, W. I. 1999. Sexual size Dimorphism and reproductive investment by female spiders: a comparative analysis. *Evolution* 53: 1987-1994.
- Riechert, S.E. 1974. Thoughts on the ecological significance of spiders. *BioScience* 24: 352–356.

- Romero, G. Q. 2007. Aranhas como agentes de controle biológico em agroecossistemas. Em: *Ecologia e comportamento de aranhas*. (Editado por M. O. Gonzaga, A. J. Santos & H. F. Japyassú), pp. 301-315. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Romero, G. Q. & Vasconcellos-Neto, J. 2007. Interações bióticas entre plantas, herbívoros e aranhas. Em: *Ecologia e comportamento de aranhas*. (Editado por M. O. Gonzaga, A. J. Santos & H. F. Japyassú), pp. 277-299. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Santos, A. J., Brescovit, A. D. & Japyassú, H. F. 2007. Diversidade de aranhas: sistemática, ecologia e inventários de fauna. Em *Ecologia e comportamento de aranhas*. (Editado por M. O. Gonzaga, A. J. Santos & H. F. Japyassú), pp. 1-23. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Schütz, D. & Taborsky, M. 2003. Adaptations to an aquatic life may be responsible for the reversed sexual size dimorphism in the water spider, *Argyroneta aquatica*. *Evolutionary Ecology Research* 5: 105–117.
- Simpson, M. R. 1995. Covariation of spider egg and clutch size: the influence of foraging and parental care. *Ecology* 76: 795-800.
- Souza, A. L. T. 2007. Influência da estrutura do *habitat* na abundância e diversidade de aranhas. Em *Ecologia e comportamento de aranhas*. (Editado por M. O. Gonzaga, A. J. Santos & H. F. Japyassú), pp. 25-43. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Taylor, R. M. 2004. Plant nectar contributes to the survival, activity, growth, and fecundity of the nectar-feeding wandering spider *Cheiracanthium inclusum* (Hentz) (Araneae: Miturgidae). Dissertation for the degree Doctor of Philosophy. Ohio. Graduate School of the Ohio State University. 151p.
- Toft, S. & Wise, D. H. 1999. Growth, development, and survival of a generalist predator fed single- and mixed-species diets of different quality. *Oecologia* 119: 191-197.

- Toyama, M. 2001. Adaptive advantages of matrophagy in the foliage spider, *Chiracanthium japonicum* (Araneae: Clubionidae). *Journal of Ethology* 19: 69-74.
- Uetz, G.W., Bischoff, J. & Rover, J. 1992. Survivorship of wolf spiders (Lycosidae) reared on different diets. *Journal of Arachnology* 20: 207–221.
- Uetz, G. W., Halaj, J. & Cady, A. B. 1999. Guild structure of spiders in major crops. *Journal of Arachnology* 27: 270-280.

**ANEXO 1.** Informação nutricional por porção de 10g da dieta artificial LPM.

| <b>Quantidade por porção de 10g</b>       |            |
|---|------------|
| Valor energético                          | 52,57Kcal  |
| Carboidratos                              | 2,21g      |
| Proteínas                                 | 3,23g      |
| Gorduras totais                           | 3,45g      |
| Gorduras saturadas                        | 1,27g      |
| Gorduras trans                            | 0,27g      |
| Colesterol                                | 4,93mg     |
| Ácido linoléico                           | 0,19g      |
| Ácido a linolênico                        | 23,89mg    |
| Fibra alimentar<br>(frutooligossacarídeo) | < que 0,5g |
| Cálcio                                    | 58,33mg    |
| Ferro                                     | 0,32mg     |
| Sódio                                     | 32,61mg    |
| Potássio                                  | 41,55mg    |
| Cloreto                                   | 30,12mg    |
| Fósforo                                   | 26,56mg    |
| Magnésio                                  | 3mg        |
| Selênio                                   | 0,52µg     |
| Iodo                                      | 2,14µg     |
| Zinco                                     | 0,25mg     |
| Vitamina A                                | 15,49µg    |
| Vitamina D                                | 0,2µg      |
| Vitamina E                                | 0,21mg     |
| Vitamina K                                | 0,81µg     |
| Vitamina C                                | 1,71mg     |
| Vitamina B1                               | 0,02mg     |
| Vitamina B2                               | 0,03mg     |
| Vitamina PP (Niacina)                     | 0,28mg     |
| Vitamina B6                               | 0,02mg     |
| Vitamina B12                              | 0,05µg     |
| Ácido fólico                              | 6,41µg     |
| Ácido Pantotênico                         | 0,09mg     |
| Inositol                                  | 0,99mg     |
| Biotina                                   | 2,14µg     |
| Colina                                    | 2,14mg     |
| Taurina                                   | 2,14mg     |



## **CAPÍTULO II**

**SELEÇÃO DE FOLHAS E LOCAIS PARA CONSTRUÇÃO DE NINHOS E OVIPOSIÇÃO  
EM *AYSHA PIASSAGUERA* BRESCOVIT, 1992 (ARANEAE: ANYPHAENIDAE), NA  
SERRA DO JAPI, JUNDIAÍ – SP, BRASIL**

## **CHAPTER II**

**LEAVES AND SITE SELECTION FOR NEST CONSTRUCTION AND OVIPOSITION IN  
*AYSHA PIASSAGUERA* BRESCOVIT, 1992 (ARANEAE: ANYPHAENIDAE), IN  
SERRA DO JAPI, JUNDIAÍ – SP, BRASIL**

## RESUMO

As fêmeas da aranha cursorial *Aysha piassaguera* constroem ninhos usando folhas de plantas da borda da mata, onde elas depositam seus ovissacos e cuidam dos ovos até que eles eclodam. Esses ninhos possuem uma arquitetura distinta, com um formato “piramidal”, mas não se sabe se há alguma preferência em relação a sua localização ou às folhas utilizadas na sua construção. Investigamos se as fêmeas possuíam preferência por local de construção dos ninhos em relação à altura do substrato (próximo ao solo ou à copa) e em relação ao tipo de plantas (Monocotiledôneas ou Dicotiledôneas) comparando a proporção de ninhos construídos nesses lugares, além de verificarmos o quanto algumas características foliares (Razão comprimento/largura, Espessura, Força de dobra e MFA – massa foliar por área) explicam a utilização das folhas para a construção dos ninhos por meio de uma regressão logística múltipla. As aranhas construíram seus ninhos em maior proporção na região próxima ao solo e em Monocotiledôneas, algo que pode estar relacionado ao modo de vida errante dessas aranhas, que caçam e se abrigam nessa região mais baixa do substrato, e ao formato das folhas dessas plantas, pois elas possuem folhas mais alongadas e a característica foliar que melhor explicou a utilização das folhas para a construção dos ninhos foi a Razão comprimento/largura, com as aranhas utilizando folhas mais compridas. Uma explicação possível para isso é que, considerando a arquitetura do ninho, folhas mais alongadas devem permitir a construção de um envelope mais simétrico e fechado, com menos aberturas para ataques de predadores e parasitóides.

## ABSTRACT

Females of the hunting spider *Aysha piassaguera* build nests for their eggs folding the leaves of plants on the forest edge and guard them until hatching of the spiderlings. These nests have a distinct architecture, with a “pyramid-like” form, but nothing is known about whether there is some kind of preference for its location or for the leaves used on its construction. We investigated whether females displayed preference for nest construction sites concerning substrate height (near the ground or on plants crowns) and group of plants (Monocotyledons or Dicotyledons) by comparing the proportion of nests built on those places and we also verified how much some leaf traits (length/width ratio, thickness, folding force and LMA – leaf mass per area) explain the use of leaves for nest construction using a multiple logistic regression. Females built their nests mainly near the ground and on monocots, which could be related to the life history of this spider, since *A. piassaguera* is a wandering spider that hunts and takes cover on this lower part of the substrate. This preference also could be related to the shape of these plants’ leaves, because they have elongated leaves and the leaf trait that best explained leaf use for nest construction was Length/width ratio, with females using longer leaves. It is likely that, considering nest architecture, elongated leaves allow the construction of a more symmetric and sealed envelope, with less openings for predator and parasitoids attacks.

## INTRODUÇÃO

Uma das decisões mais importantes tomadas por animais que depositam ovos é a seleção de um local adequado para a oviposição, pois isso pode desempenhar um papel crucial em seu sucesso reprodutivo (Morse 1990; Siva-Jothy *et al.* 1995), através de diversos fatores, como a escolha de um microambiente adequado ao desenvolvimento dos ovos (Schwarzkopf & Brooks 1987, Machado & Oliveira 2002, Osses *et al.* 2008), ou de um local onde os ovos e os pais, caso haja cuidado parental após a oviposição, estejam menos suscetíveis à ação de predadores, parasitas ou parasitóides (Resetarits Jr. & Wilbur 1989, Morse 1990, Freitas & Oliveira 1996) ou, até mesmo, de um local que permita aos filhotes encontrarem alimento e abrigo prontamente após a eclosão (Morse 1993). Por isso, não é a toa que muitas espécies de animais apresentam algum comportamento de seleção de locais para depositar seus ovos (Nilsson 1984, Morse 1985, Schwarzkopf & Brooks 1987, Resetarits Jr. & Wilbur 1989, Freitas *et al.* 1999,).

As preferências apresentadas por animais que depositam ovos em relação aos seus sítios de oviposição são bastante diversas e sofrem influência de fatores que afetam a história de vida desses animais (Schwarzkopf & Brooks 1987, Resetarits Jr. 1996, Machado & Oliveira 2002). Por exemplo, alguns pássaros como o Chapim-azul (*Cyanistes caeruleus*), o Estorninho-comum (*Sturnus vulgaris*) e a Trepadeira-azul (*Sitta europaea*) escolhem locais mais altos das árvores que habitam para construir seus ninhos, provavelmente por causa da proteção oferecida pela altura, já que locais mais baixos apresentam uma taxa maior de predação (Nilsson 1984). Já a libélula *Calopteryx splendens* apresenta preferência por locais onde a água flui rapidamente para depositar seus ovos, possivelmente porque nesses locais a taxa de eclosão dos ovos é maior, pois não há o crescimento de algas sobre eles, o que dificulta a eclosão (Siva-Jothy *et al.* 1995).

Outro exemplo onde a preferência está relacionada a fatores físicos e estruturais do meio é o caso das fêmeas do opilião *Bourguyia hamata*, que preferem ovipor em rosetas da bromélia *Aechmea nudicaulis* que são mais longas e parcialmente inclinadas e, assim, acumulam mais água e menos detritos internamente, condições que são importantes para o desenvolvimento adequado dos ovos, por manterem um micro-ambiente úmido que evita sua dessecação (Osses *et al.* 2008).

As aranhas não são diferentes neste aspecto e também apresentam uma grande variedade de locais onde depositam seus ovos, indo desde suas próprias tocas até a construção de ninhos em lugares mais específicos (Morse 1985, Foelix 1996). Em geral, as aranhas construtoras de teia depositam seus ovos em suas próprias teias (Suter *et al.* 1987, Foelix 1996) e, assim, a escolha do local de construção da teia é o que determina o local de oviposição e pode ser influenciada tanto por fatores estruturais e microclimáticos quanto pela disponibilidade e facilidade de captura de presas no local (Lubin *et al.* 1993, Mcnett & Rypstra 2000, Harwood *et al.* 2003). Uma exceção é o caso da aranha *Frontinella pyramitela*, que costuma construir suas teias em locais mais altos na vegetação, mas deposita sua ooteca próxima ao solo, em um local mais úmido que evita a dessecação dos ovos, os quais perdem água mais rapidamente do que os de outras aranhas construtoras de teias (Suter *et al.* 1987).

No caso das aranhas errantes, algumas depositam os ovos em seus próprios abrigos (Foelix 1996), ao passo que outras apresentam preferências mais elaboradas, com a escolha de locais mais específicos, como é o caso da aranha “papa-moscas” *Psecas chapoda* (Romero & Vasconcelos-Neto 2005). Essa aranha habita indivíduos da bromélia *Bromelia balansae* e deposita seus ovos nas folhas das camadas mais internas da roseta, escolhendo um micro-ambiente onde os filhotes terão mais facilidade para encontrar abrigo e ficarem

mais protegidos contra canibalismo e dessecação após emergirem das ootecas (Romero & Vasconcelos-Neto 2005). Um caso ainda mais elaborado é o da aranha *Misumena vatia*, que constrói ninhos em folhas nos quais ela deposita sua ooteca e apresenta preferência por plantas com folhas de um formato determinado que permita a construção de um ninho mais fechado e eficiente na proteção dos ovissacos (Morse 1985, 1990).

As fêmeas da aranha cursorial *Aysha piassaguera* (Araneae: Anyphaenidae) constroem ninhos na borda da mata, onde elas depositam seus ovissacos e cuidam dos ovos até que eles eclodam e os filhotes dispersem. Essa aranha é encontrada na Serra do Japi, uma região de Mata Atlântica do estado de São Paulo, Brasil, e se reproduz essencialmente no verão, começando em novembro e diminuindo gradualmente a quantidade de ninhos que encontramos em campo até fevereiro. Esses ninhos são construídos após a cópula, pela fêmea grávida, dobrando as folhas de plantas da borda da mata até que elas formem um envelope de arquitetura bastante distinta, com um formato meio “piramidal”, mas não se sabe quais fatores influenciam na escolha das folhas para a construção dos ninhos nem se há alguma preferência em relação a sua localização.

Nesse trabalho, investigamos se as fêmeas de *Aysha piassaguera* possuem alguma preferência em relação a onde construir seus ninhos, primeiramente em relação à borda ou ao interior da mata e, posteriormente, considerando a altura do substrato (próximo ao solo ou na copa das árvores) e o grupo de plantas (Dicotiledôneas ou Monocotiledôneas). Devido ao formato peculiar do ninho, também investigamos se há algum tipo de característica das folhas que influencie em sua utilização para a construção dos ninhos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

Realizamos o estudo na Serra do Japi, Jundiaí – SP, em uma trilha próxima à Base Ecológica da Serra do Japi (23° 14' S, 46° 56' W). A Serra do Japi é uma área de mata Atlântica onde ocorrem florestas mesófilas semidescíduas e florestas semidescíduas de altitude (Leitão-Filho 1992). Fizemos as observações e coletas de dados no período de novembro a dezembro de 2010, época da reprodução de *Aysha piassaguera*, quando ela constrói seus ninhos (figura 1).



**Figura 1.** Ninho de *Aysha piassaguera* construído em folha de *Crocosmia crocosmiiflora* (Iridaceae), com seu formato distinto, semelhante a uma pirâmide.

### Local de construção e grupo de plantas

Para determinar se as fêmeas de *Aysha piassaguera* possuíam preferência por local e grupo de plantas para a construção de seus ninhos, investigamos onde eles ocorriam em maior proporção considerando os seguintes critérios: posição em relação à mata (Borda ou Interior); altura do substrato, separado em parte superior (Copa) e parte inferior (Base);

grupo de plantas, separadas em dois grandes grupos, Monocotiledôneas e Dicotiledôneas; e família de Monocotiledôneas, separadas em Gramineae e Iridaceae. Para isso, ao longo da borda da mata delineamos 22 parcelas de 5 m de comprimento por 1 m de largura e 2 m de altura. Havia uma distância de 5 m separando cada parcela e consideramos o um metro mais próximo ao chão como a parte inferior do substrato (Base) e o um metro mais alto como a parte superior (Copa), que ficava um pouco mais próxima do interior da mata do que a Base. Também delineamos 10 parcelas com as mesmas dimensões no interior da mata, para a comparação entre borda e interior.

Em cada parcela contamos a quantidade total de ramos existentes e a quantidade de ramos ocupados por *A. piassaguera* (com pelo menos um ninho) para cada grupo (Interior, Borda, Base, Copa, Monocotiledôneas, Dicotiledôneas, Gramineae e Iridaceae). A partir desses dados, calculamos a proporção de ramos ocupados de um grupo em relação à quantidade total de ramos desse grupo na parcela e comparamos essas proporções de ocupação por *A. piassaguera* entre os grupos de cada critério considerado (Borda vs Interior, Base vs Copa, Monocotiledôneas vs Dicotiledôneas e Gramineae vs Iridaceae) usando o teste não-paramétrico de Mann-Whitney para comparação de dois grupos independentes. Usamos um teste não-paramétrico porque os dados não possuíam uma distribuição normal em nenhum dos grupos de dados (Altura do substrato: Teste Shapiro-Wilk,  $W = 0,806$ ,  $p < 0,01$ ; Grupo de plantas: Teste Shapiro-Wilk,  $W = 0,763$ ,  $p < 0,01$ ; Família de Monocotiledôneas: Teste Shapiro-Wilk,  $W = 0,774$ ,  $p < 0,01$ ).

Adicionalmente, contamos a quantidade total de ramos disponíveis, a quantidade de ramos disponíveis de cada grupo, a quantidade total de ramos ocupados e a quantidade de ramos ocupados de cada grupo em toda a área analisada, ou seja, somando todas as parcelas. Então, para identificar se a proporção de ramos ocupados de cada grupo seguia a

disponibilidade de ramos desses grupos na área de estudo, calculamos a proporção esperada de ramos ocupados de cada grupo com base na proporção de ramos disponíveis do grupo em questão e a comparamos com a proporção observada de ramos ocupados desse grupo por meio de um teste  $\chi^2$  de aderência.

Como Monocotiledôneas estavam presentes apenas na região da Base, a comparação de ocorrência dos ninhos em relação ao grupo de plantas foi realizada considerando-se apenas as plantas localizadas na parte inferior do substrato. Além disso, usamos apenas as famílias Gramineae e Iridaceae no critério de ocupação de famílias de Monocotiledôneas porque o número de indivíduos de outras famílias desse grupo presentes no local era irrisório. Para este estudo consideramos um ramo como qualquer galho ou porção de uma planta que estivesse visivelmente isolada das outras e possuísse uma quantidade suficiente de vegetação para ser considerada um uma massa única de folhas.

### **Características foliares**

Para testar quais características foliares mais influenciavam a utilização de uma folha por fêmeas de *A. piassaguera* para a construção de seus ninhos, coletamos por ordem de avistamento folhas de diferentes plantas que possuíam ninhos de *A. piassaguera* (n=18 folhas) e folhas de duas plantas vizinhas que não possuíam ninhos (n=36), sendo colhidas duas folhas sem ninhos para cada folha com ninho. Então, utilizamos uma regressão logística múltipla, tendo como variáveis dicotômicas dependentes a presença ou não de aranha na folha e como variáveis preditoras os valores das características foliares descritos abaixo para testar quais deles mais se relacionavam com a presença dos ninhos. Além disso, usamos o critério de Akaike (AIC) junto à regressão para diferenciar quais características ou grupos de características foliares explicavam melhor a presença de ninhos nas folhas. O

valor do “AIC” define quais os conjuntos de variáveis (modelos) que possuem maior poder explicativo para a relação observada e, quanto menor for esse valor, maior o poder explicativo do modelo apresentado.

Utilizamos as seguintes características foliares:

- (i) A espessura da folha (em mm), visto que uma folha mais espessa deve ser mais difícil de ser dobrada.
- (ii) A razão entre o comprimento (em mm) e a largura (em mm) da folha, usada como uma aproximação do formato foliar, pois supusemos que o formato da folha seria importante para a construção de um abrigo com a estrutura adequada;
- (iii) A força em mN necessária para se dobrar a folha ao meio em um ângulo de 90° (Força de dobra). Usamos esse parâmetro por supormos que folhas que exigissem menor esforço para serem dobradas seriam mais utilizadas;
- (iv) Massa foliar por área (MFA, em  $\text{mg}/\text{mm}^2$ ), que é a massa seca de uma folha dividida pela área dessa folha enquanto ainda estava fresca. Folhas com maior MFA tendem a apresentar maiores investimentos em “defesas” foliares, especialmente estruturais, o que pode deixar a folha mais rígida (Cornelissen *et al.* 2003).

Obtivemos as medidas das características foliares por meio dos seguintes procedimentos:

- (i) Espessura da folha: foi medida em milímetros (mm), tomando-se por base o centro da folha, por meio de um paquímetro digital com precisão de duas casas decimais;

- (ii) Razão comprimento/largura: escaneamos as folhas em preto e branco e, posteriormente, utilizamos o programa Image J de edição de imagens para medir seu comprimento e sua largura de maneira precisa. Então, dividimos a primeira medida pela segunda e obtivemos a razão entre comprimento e largura.

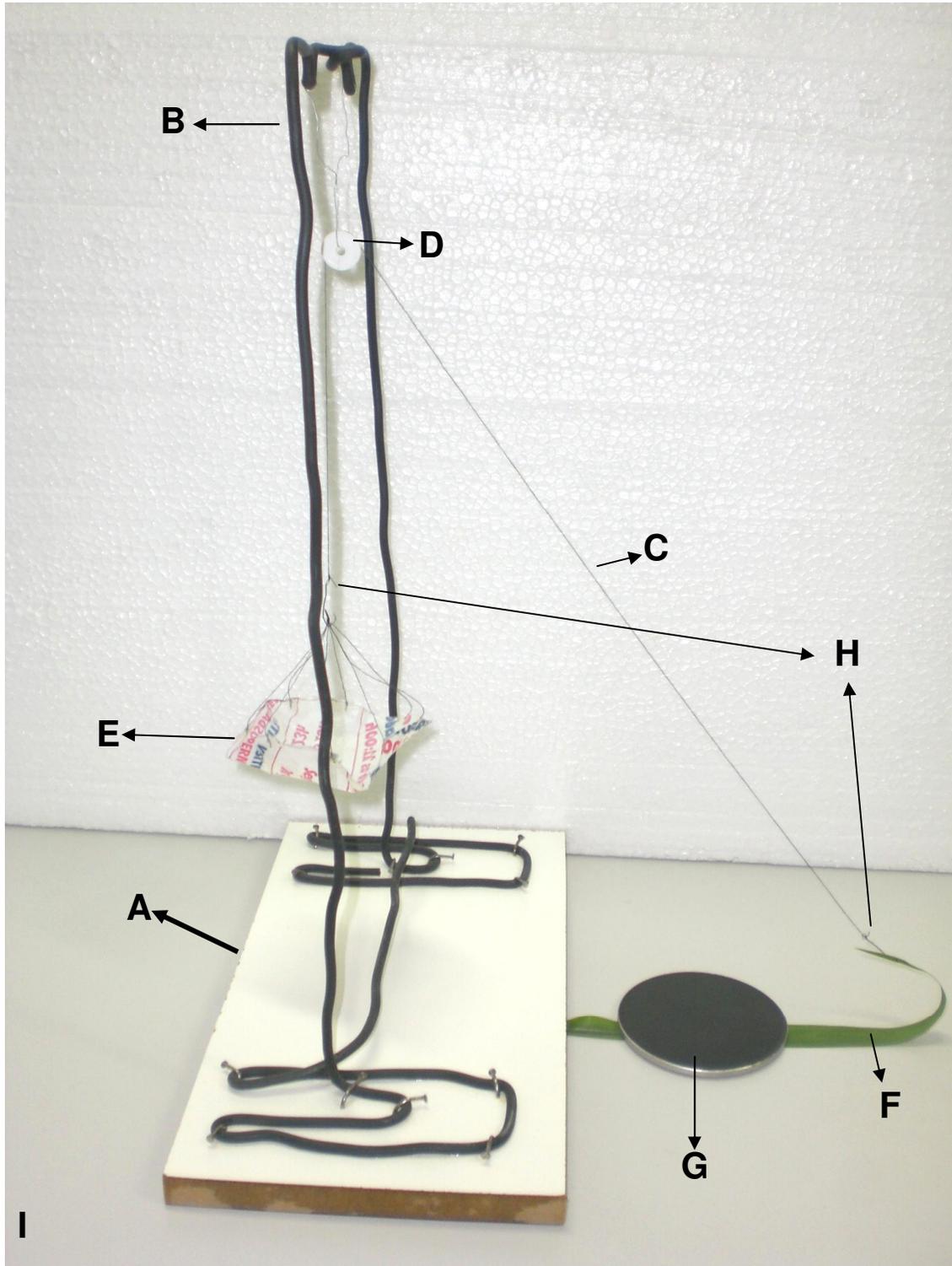
Tomamos as medidas em milímetros (mm), tendo como base o centro das folhas para o comprimento e a região mais larga para a largura;

- (iii) Força de dobra: desenvolvemos um aparelho composto por um suporte de madeira de 15cm x 20cm e uma armação construída com fios de energia sobre o suporte, que possuía o formato de um U invertido e tinha cerca de 30cm de altura por 15cm de largura (figura 2). No centro da parte superior da armação colocamos uma roldana que era atravessada por uma linha de costura fina. Em cada uma das extremidades dessa linha havia um pequeno gancho. Colocávamos a folha analisada deitada sobre a mesa, próxima ao suporte, com um peso sobre ela para segurar sua metade mais basal. Então, fixávamos a ponta da folha em uma das extremidades da linha com o gancho. No gancho da outra extremidade, colocávamos um saquinho plástico com a forma de uma bacia no qual acrescentávamos farinha lentamente até que a folha dobrasse ao meio, formando um ângulo de 90° em relação à mesa. Nesse ponto, retirávamos o saquinho com a farinha necessária para realizar a dobra da folha e medíamos sua massa, em gramas (g). Como o saquinho descia em linha reta em direção ao solo, multiplicávamos a massa obtida (em g) pela aceleração da gravidade (usamos  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ) para obter a força Peso (em mN) (Soares & Ferraro 2009) necessária para dobrar a folha ao meio, que chamamos de Força de dobra. Mantivemos

constante o ângulo entre as linhas dos dois lados da roldana para evitar efeitos deste ângulo nas medições realizadas.

- (iv) MFA (em  $\text{mg}/\text{mm}^2$ ): para obtermos a massa seca das folhas, cortamos as folhas em pedaços com uma área conhecida e padronizada, desidratamos esses pedaços em uma estufa a  $80^\circ\text{C}$  por 48h (Cornelissen *et al.* 2003) e, após a desidratação, medimos suas massas em miligramas (mg). Por fim, dividimos o valor da massa seca (desidratada) pela área dos pedaços de folhas para obter a medida da MFA de cada folha.

Todas as medidas de massa foram obtidas por meio de uma balança analítica com precisão de quatro casas decimais.



**Figura 2.** Dispositivo usado para medir a Força de dobra das folhas. A. Suporte do dispositivo. B. Armação do dispositivo. C. Linha de costura. D. Roldana. E. Saquinho plástico onde a farinha era adicionada. F. Folha analisada. G. Peso para segurar a folha. H. Ganchos para prender o saquinho e a ponta da folha. I. Mesa.

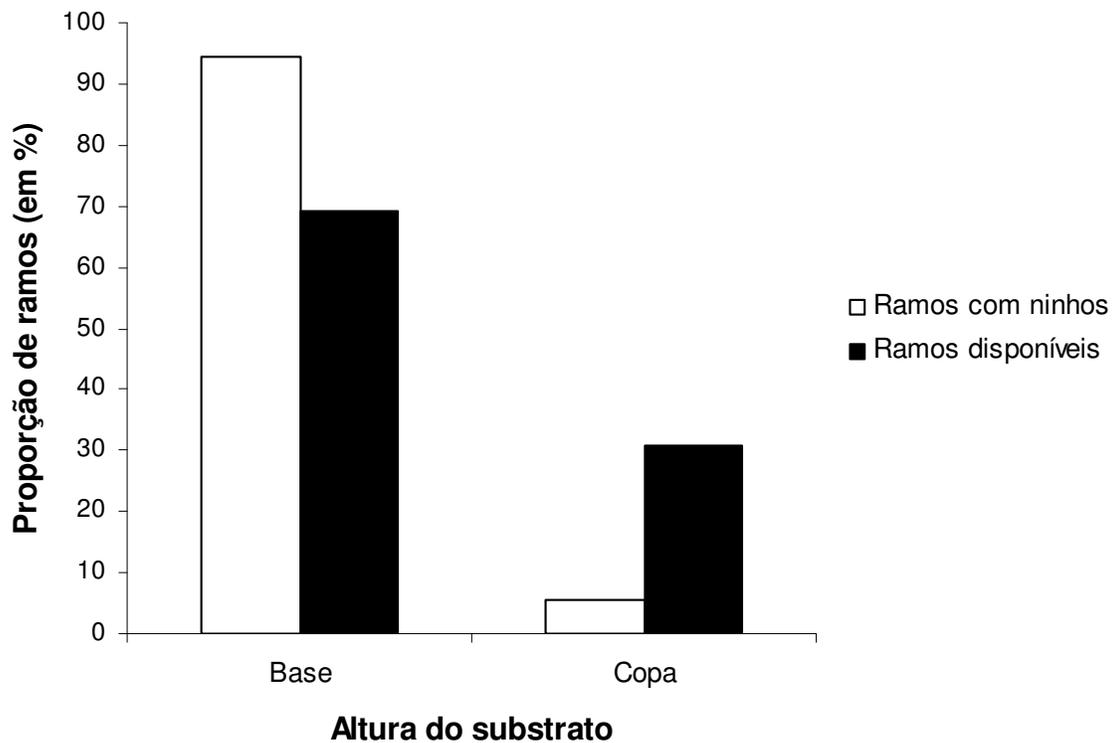
## RESULTADOS

### Local de construção do ninho

Não encontramos nenhum ninho de *A. piassaguera* no interior da mata. Os ninhos foram construídos exclusivamente na borda das matas e, por isso, todas as outras comparações foram realizadas tendo por base a vegetação desse local. Em relação à altura do substrato, as aranhas construíram seus ninhos com maior frequência em ramos de plantas localizados na parte inferior do substrato do que na parte superior (figura 3; Mann-Whitney,  $U = 65$ , g.l. = 1,  $p < 0,0001$ ). A proporção de ramos da Base com ninhos de *A. piassaguera* foi maior do que seria esperado segundo a disponibilidade de ramos nessa altura do substrato na área analisada como um todo (considerando todas as parcelas) (figura 4; teste  $\chi^2 = 48,7$ , g.l. = 1,  $p < 0,0001$ ).



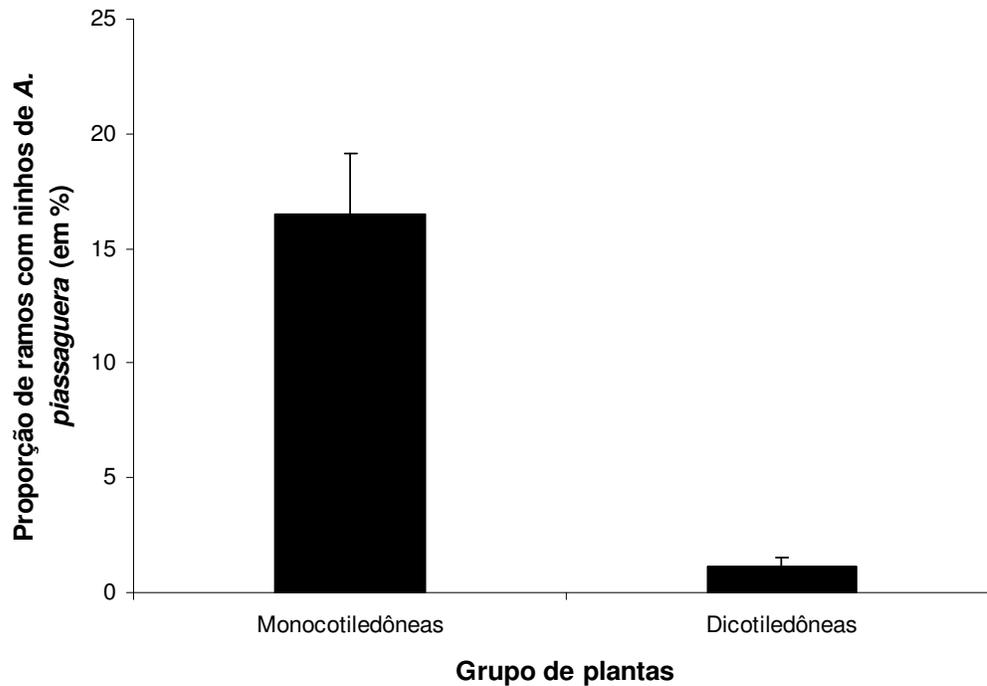
**Figura 3.** Proporções médias de ramos com ninhos de *A. piassaguera* em cada altura considerada da vegetação. Barras de erros representam  $\pm 1$  erro padrão.  $N_{\text{Base}} = 1828$ ,  $N_{\text{Copa}} = 817$ .



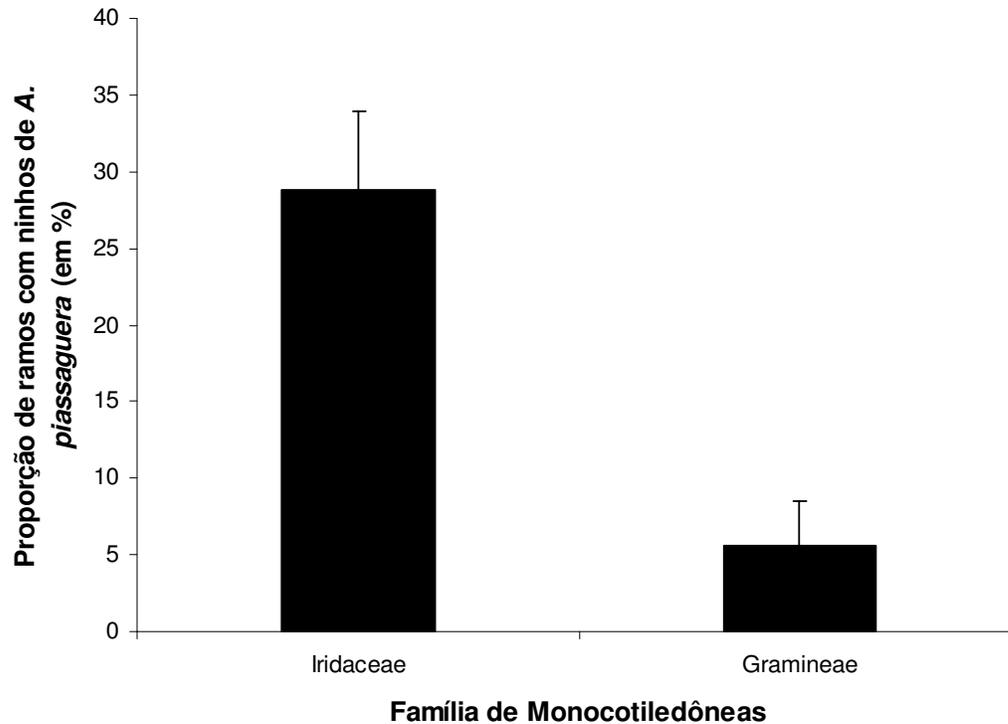
**Figura 4.** Comparação entre a proporção de ramos disponíveis e a proporção de ramos com ninhos de *A. piassaguera* em cada altura do substrato de toda a área analisada (considerando todas as parcelas).  $N_{\text{Ramos com ninhos}} = 162$ ,  $N_{\text{Ramos disponíveis}} = 2645$ .

### Grupos de plantas utilizados

Considerando os grupos de plantas da parte inferior do substrato, os ninhos foram construídos mais frequentemente em Monocotiledôneas do que em Dicotiledôneas (figura 5; Mann-Whitney,  $U = 43,5$ , g.l. = 1,  $p < 0,0001$ ) e, dentro de Monocotiledôneas, ele foram construídos em maior proporção em indivíduos de Iridaceae do que de Gramineae (figura 6; Mann-Whitney,  $U = 64$ , g.l. = 1,  $p < 0,0001$ ).

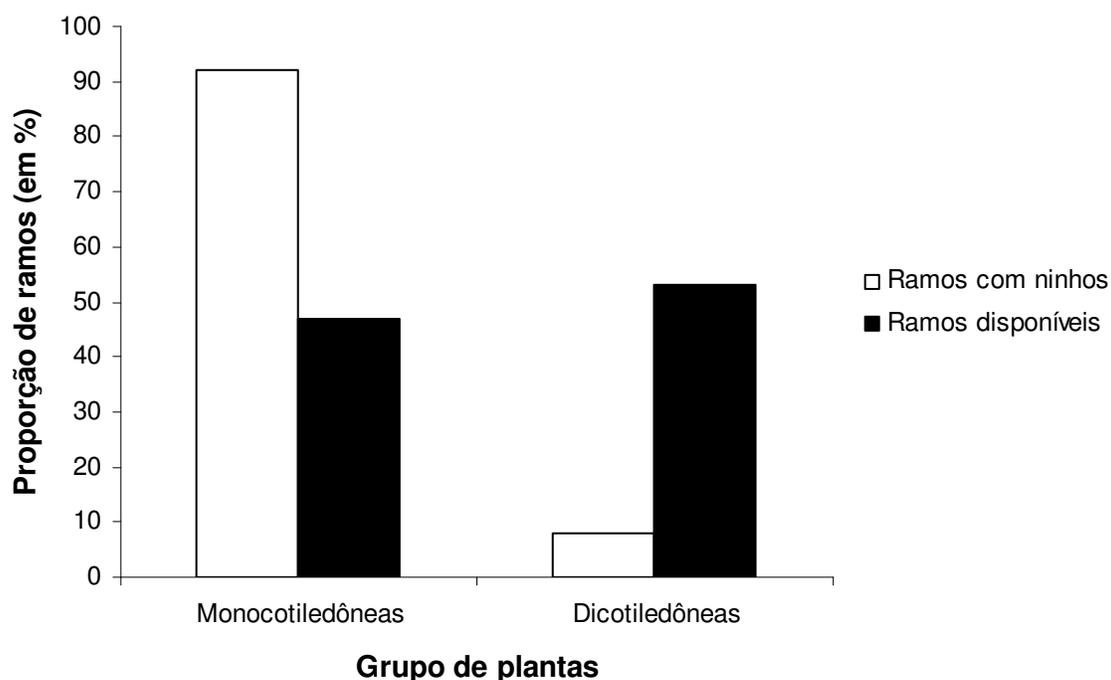


**Figura 5.** Proporções médias de ramos com ninhos de *A. piassaguera* em cada grupo de plantas na parte inferior da borda. Barras de erros representam  $\pm 1$  erro padrão.  $N_{\text{Monocotiledôneas}} = 857$ ,  $N_{\text{Dicotiledôneas}} = 971$ .

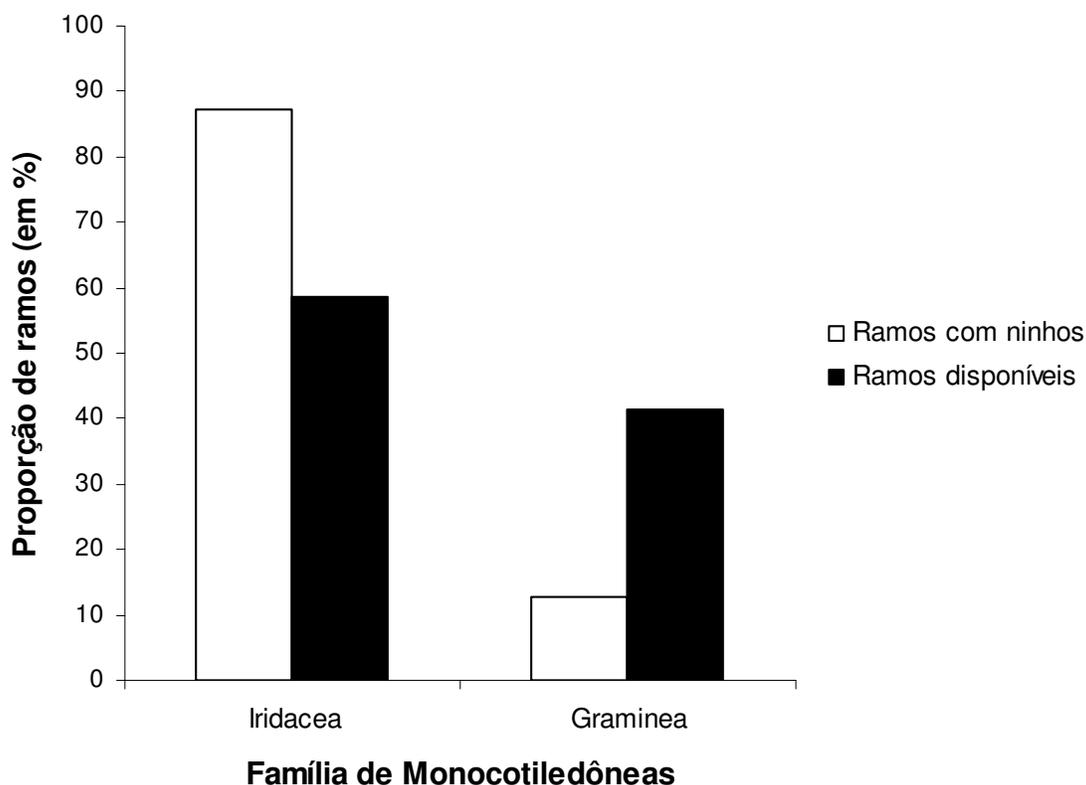


**Figura 6.** Proporções médias de ramos com ninhos de *A. piassaguera* em cada família de Monocotiledôneas na parte inferior da borda. Barras de erros representam  $\pm 1$  erro padrão.  $N_{\text{Iridaceae}} = 502$ ,  $N_{\text{Gramineae}} = 355$ .

A proporção de ramos de Monocotiledôneas com ninhos de *A. piassaguera* foi maior do que seria esperado segundo a disponibilidade de ramos desse grupo de plantas na parte inferior do substrato de toda a área analisada (todas as parcelas) (figura 7; teste  $\chi^2 = 125,9$ , g.l. = 1,  $p < 0,0001$ ). Da mesma maneira, considerando apenas as Monocotiledôneas, a proporção de ramos de Iridaceae com ninhos de *A. piassaguera* foi maior do que seria esperado segundo a disponibilidade de ramos dessa família de plantas na área de estudo (todas as parcelas) (figura 8; teste  $\chi^2 = 47,7$ , g.l. = 1,  $p < 0,0001$ ).



**Figura 7.** Comparação entre a proporção de ramos disponíveis e a proporção de ramos com ninhos de *A. piassaguera* em cada grupo de plantas da parte inferior do substrato de toda a área analisada (considerando todas as parcelas).  $N_{\text{Ramos com ninhos}} = 153$ ,  $N_{\text{Ramos disponíveis}} = 1828$ .



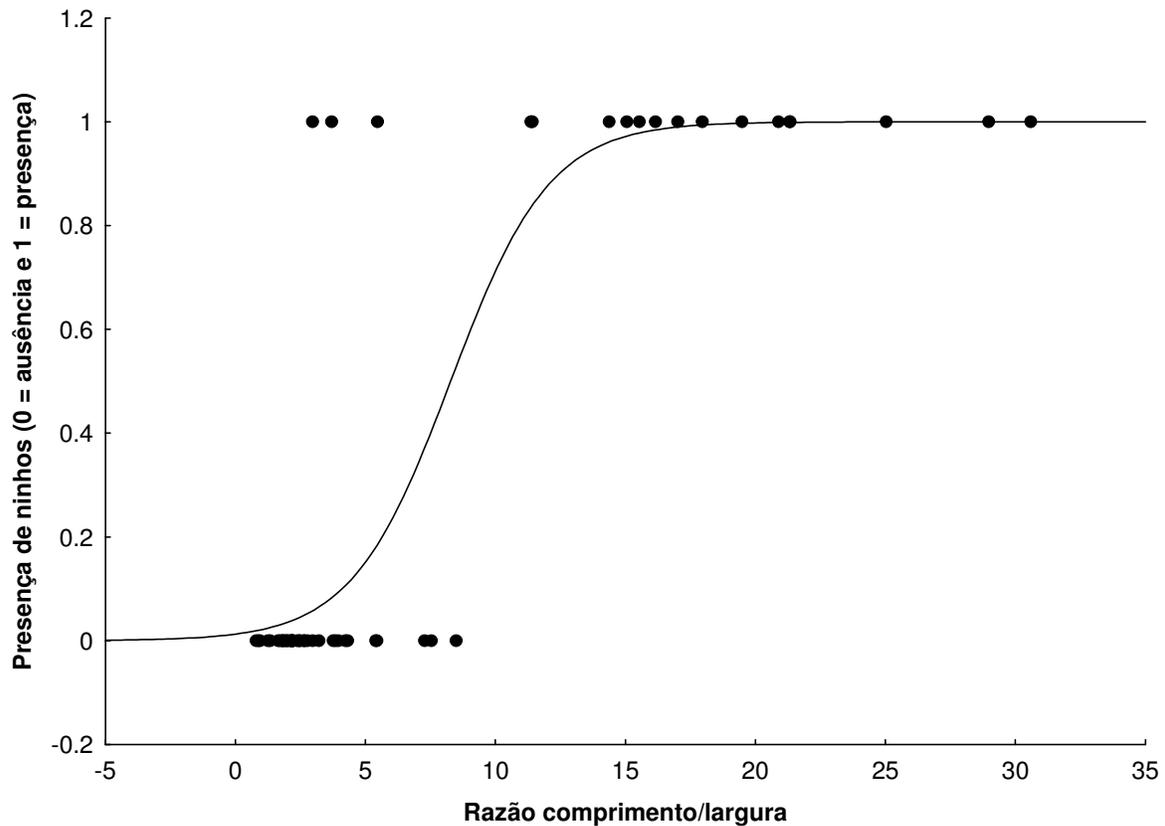
**Figura 8.** Comparação entre a proporção de ramos disponíveis e a proporção de ramos com ninhos de *A. piassaguera* em cada família de Monocotiledôneas da parte inferior do substrato de toda a área analisada (considerando todas as parcelas).  $N_{\text{Ramos com ninhos}} = 141$ ,  $N_{\text{Ramos disponíveis}} = 857$ .

### Características foliares

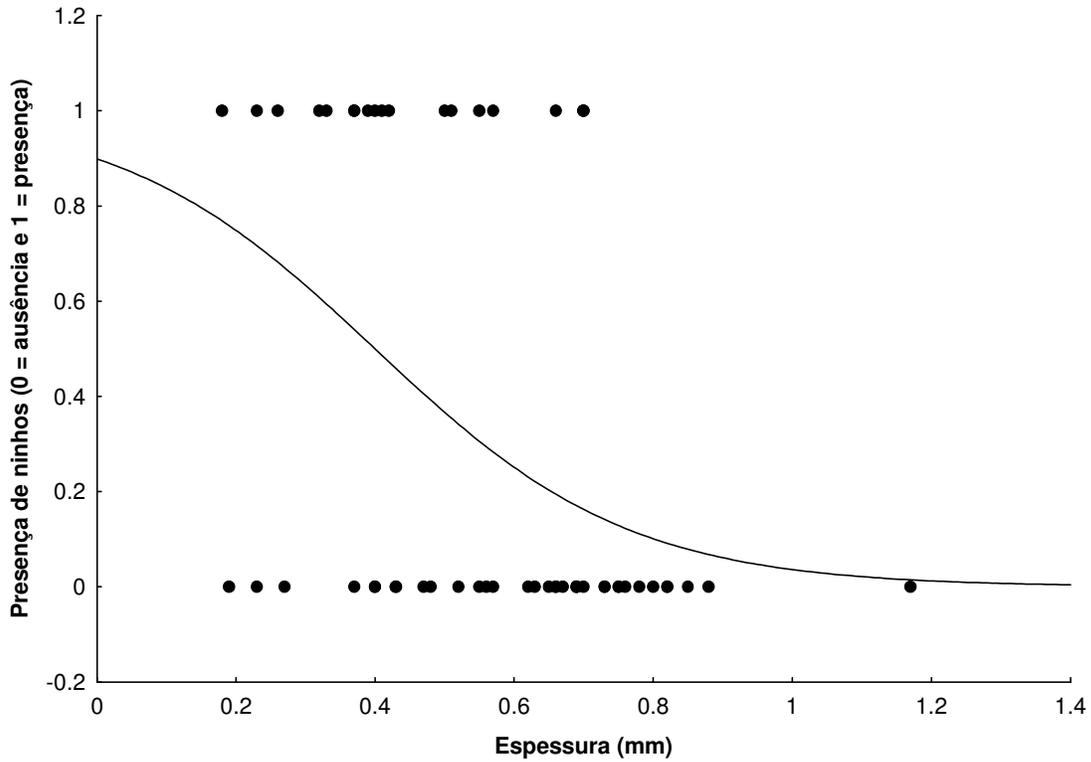
A característica foliar que melhor explicou a presença de ninhos nas folhas estudadas foi a Razão comprimento/largura (figura 9; Regressão logística múltipla,  $\chi^2 = 46,4$ , AIC = 26,31, g.l. = 1,  $p < 0,000001$ ), sendo que folhas com um valor maior dessa razão, ou seja, mais compridas, foram mais utilizadas do que folhas com valores menores, ou seja, mais largas. As outras características, quando consideradas isoladamente, não foram preditoras tão boas da presença de ninhos nas folhas. A Espessura foi o 11º modelo a melhor explicar a relação entre ninhos e folhas escolhidas, havendo mais ninhos em folhas menos espessas (figura 10; Regressão logística múltipla,  $\chi^2 = 10,95$ , AIC = 61,79, g.l. = 1,  $p$

< 0,001), a Força de dobra foi o 13º, com mais ninhos em folhas mais fáceis de dobrar (figura 11; Regressão logística múltipla,  $\chi^2 = 7,92$ , AIC = 64,83, g.l. = 1,  $p < 0,01$ ) e a MFA foi o 15º e o único a não explicar a relação (figura 12; Regressão logística múltipla,  $\chi^2 = 0,88$ , AIC = 71,87, g.l. = 1,  $p = 0,35$ ).

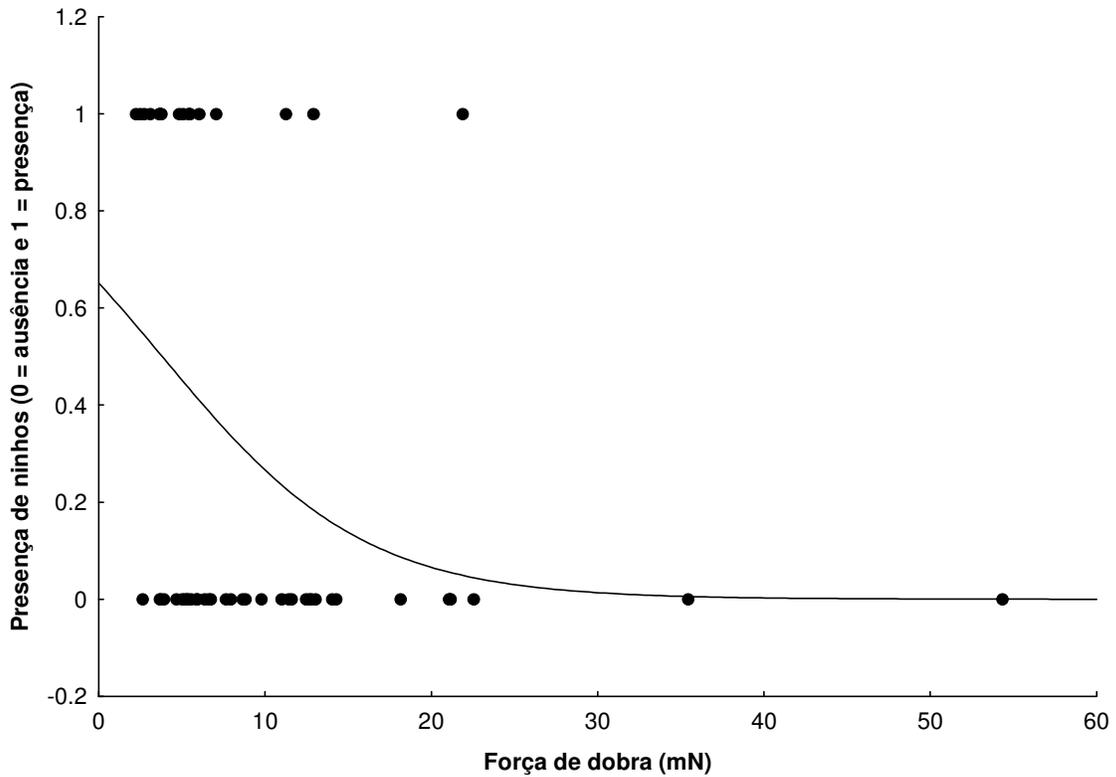
Além da Razão comprimento/largura, os outros modelos que foram bons preditores da presença de ninhos nas folhas envolveram mais de uma característica foliar em conjunto, como Espessura e Razão comprimento/largura, o modelo com o 2º maior poder explicativo (Regressão logística múltipla,  $\chi^2 = 46,57$ , AIC = 28,18, g.l. = 1,  $p < 0,000001$ ) e o conjunto Razão comprimento/largura e Força de dobra, o 3º colocado (Regressão logística múltipla,  $\chi^2 = 46,52$ , AIC = 28,22, g.l. = 1,  $p < 0,000001$ ). Os resultados de outros modelos podem ser vistos na Tabela 1.



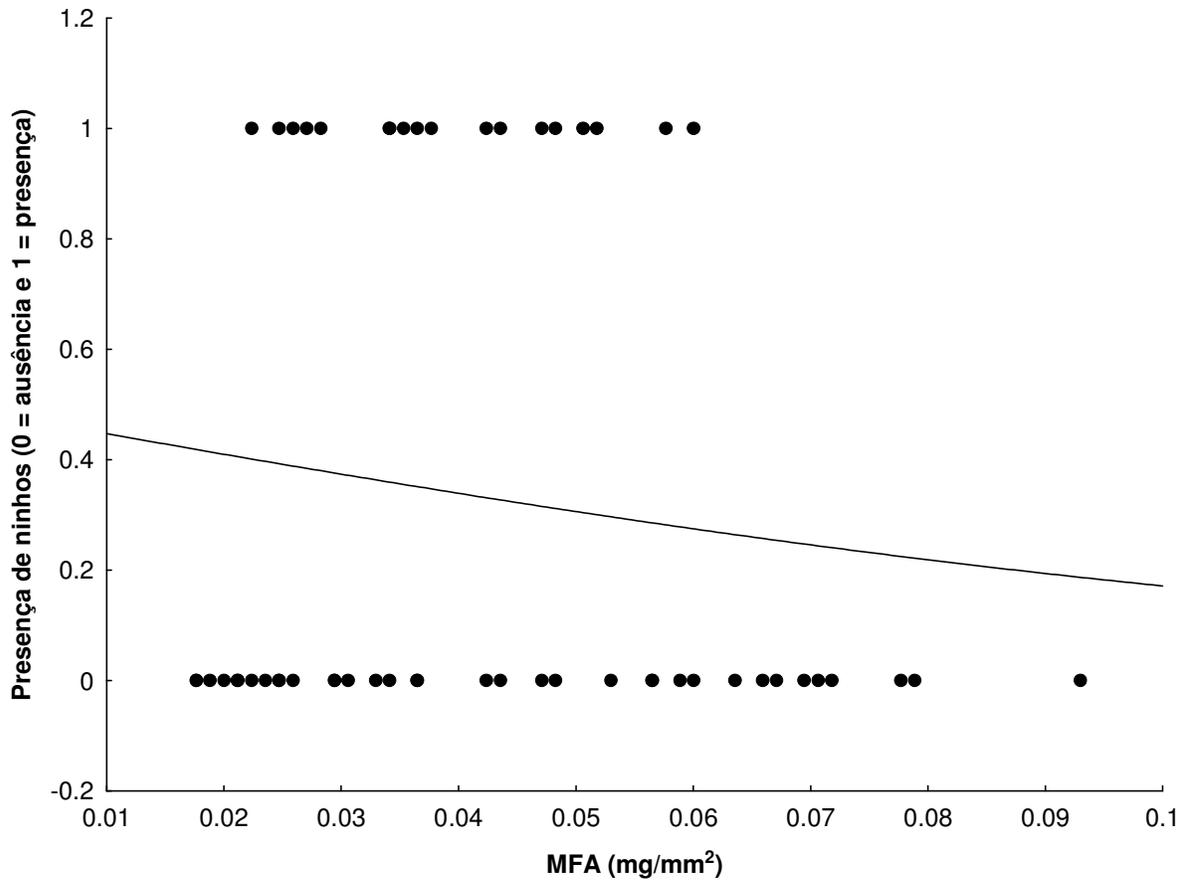
**Figura 9.** Regressão logística mostrando o efeito da razão comprimento/largura das folhas analisadas na presença (1) ou ausência (0) de ninhos de *A. piassaguera*.  $N_0 = 36$ ,  $N_1 = 18$ .



**Figura 10.** Regressão logística mostrando o efeito da espessura das folhas analisadas na presença (1) ou ausência (0) de ninhos de *A. piassaguera*.  $N_0=36$ ,  $N_1=18$ .



**Figura 11.** Regressão logística mostrando o efeito da Força de dobra das folhas analisadas na presença (1) ou ausência (0) de ninhos de *A. piassaguera*.  $N_0=36$ ,  $N_1=18$ .



**Figura 12.** Regressão logística mostrando o efeito da MFA das folhas analisadas na presença (1) ou ausência (0) de ninhos de *A. piassaguera*.  $N_0= 36$ ,  $N_1= 18$ .

**Tabela 1.** Modelos construídos a partir da regressão logística com os dados foliares para explicar a ocorrência ou não de ninhos de *A. piassaguera* nas folhas analisadas.

| Posição do modelo | Características foliares que compõem o modelo |                           |                           |                           | AIC    | p        |
|-------------------|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------|----------|
|                   | Característica 1                              | Característica 2          | Característica 3          | Característica 4          |        |          |
| 1                 | Razão Comprimento/largura                     |                           |                           |                           | 26,31  | 0,000000 |
| 2                 | Espessura (mm)                                | Razão Comprimento/largura |                           |                           | 28,18  | 0,000000 |
| 3                 | Razão Comprimento/largura                     | Força de dobra (mN)       |                           |                           | 28,22  | 0,000000 |
| 4                 | Razão Comprimento/largura                     | MFA (mg/mm <sup>2</sup> ) |                           |                           | 28,28  | 0,000000 |
| 5                 | Espessura (mm)                                | Razão Comprimento/largura | Força de dobra (mN)       |                           | 29,898 | 0,000000 |
| 6                 | Espessura (mm)                                | Razão Comprimento/largura | MFA (mg/mm <sup>2</sup> ) |                           | 30,05  | 0,000000 |
| 7                 | Razão Comprimento/largura                     | Força de dobra (mN)       | MFA (mg/mm <sup>2</sup> ) |                           | 30,22  | 0,000000 |
| 8                 | Espessura (mm)                                | Razão Comprimento/largura | Força de dobra (mN)       | MFA (mg/mm <sup>2</sup> ) | 31,89  | 0,000000 |
| 9                 | Espessura (mm)                                | Força de dobra (mN)       |                           |                           | 60,17  | 0,000686 |
| 10                | Espessura (mm)                                | Força de dobra (mN)       | MFA (mg/mm <sup>2</sup> ) |                           | 60,296 | 0,000918 |
| 11                | Espessura (mm)                                |                           |                           |                           | 61,79  | 0,000935 |
| 12                | Espessura (mm)                                | MFA (mg/mm <sup>2</sup> ) |                           |                           | 63,57  | 0,003757 |
| 13                | Força de dobra (mN)                           |                           |                           |                           | 64,83  | 0,004898 |
| 14                | Força de dobra (mN)                           | MFA (mg/mm <sup>2</sup> ) |                           |                           | 66,33  | 0,014930 |
| 15                | MFA (mg/mm <sup>2</sup> )                     |                           |                           |                           | 71,87  | 0,349047 |

## DISCUSSÃO

A ausência de ninhos no interior da mata pode ser devida à falta de plantas com folhas no sub-bosque dessas parcelas, onde encontramos uma grande quantidade de caules e poucos arbustos com folhas, provavelmente não havendo substrato adequado para a construção dos ninhos. Na borda da mata, a maior proporção de ninhos construídos na parte inferior da vegetação do que na copa indica uma preferência das fêmeas de *A. piassaguera* por essa camada do substrato. Isso pode ser consequência do modo de vida dessas aranhas, pois as aranhas da família Anyphaenidae são caçadoras ativas cursoriais, geralmente

noturnas, freqüentemente encontradas no folhiço da mata e em substratos arbustivos próximos ao solo (Dondale & Redner 1982, Uetz *et al.* 1999, Höfer & Brescovit 2001, Souza 2007). Assim, a probabilidade de construírem ninhos na região mais baixa da vegetação deve ser maior, considerando que o custo de deixar esse habitat com o qual já estão habituadas e procurar locais na copa das árvores deve ser mais elevado.

A vegetação mais próxima ao solo também pode representar uma região mais adequada para que os filhotes encontrem abrigo e comecem a procurar alimento. Os jovens são bem pequenos (ver capítulo 1) quando deixam o ovissaco e a serrapilheira e os arbustos costumam ser ricos em colêmbolas e outros pequenos artrópodes, como ácaros (Stork 1988), que seriam presas mais adequadas e fáceis de capturar nesse estágio de vida. Isso porque, apesar de essas aranhas serem corredoras (Uetz *et al.* 1999, Höfer & Brescovit 2001) capazes de se deslocar com rapidez pelo substrato para capturar presas em meio às folhagens (Dondale & Redner 1982, Souza 2007), elas possuem visão de curto alcance e, normalmente, são ineficientes na captura de insetos alados (Souza 2007).

De fato, a escolha do local de oviposição pela fêmea é uma decisão importante, pois pode afetar a sobrevivência dos filhotes, influenciando a capacidade da mãe em proteger o ninho e a facilidade que os filhotes terão para encontrar alimento e abrigo após a eclosão (Morse 1990, Morse 1993). Morse (1993), por exemplo, mostrou que o lugar onde as fêmeas de *Misumena vatia* (Araneae: Thomisidae) constroem seus ninhos influencia o comportamento de dispersão de seus filhotes, de maneira que aqueles nascidos em plantas que são bons sítios de forrageamento demoram mais tempo para dispersar e abandonar seu local de nascimento do que aqueles nascidos em plantas que são sítios ruins. Isso pode ocorrer devido à necessidade de se encontrar alimento rapidamente nessa fase da vida, já

que os imaturos que não obtiverem alimento o quanto antes podem morrer de fome (Morse 1993).

Em relação aos tipos de plantas da região inferior do substrato, as fêmeas de *A. piassaguera* utilizaram mais Monocotiledôneas para a construção de seus ninhos quando comparadas às Dicotiledôneas, o que pode estar relacionado ao formato das folhas. Considerando que a Razão comprimento/largura foi a característica foliar que melhor explicou a utilização das folhas para a construção dos ninhos, havendo maior uso de folhas compridas, esse pode ser o principal fator influenciando a preferência por plantas Monocotiledôneas, pois essas plantas costumam ter folhas mais alongadas do que as Dicotiledôneas (Bell 1991, Vidal & Vidal 2003). Isso também pode ser aplicado para a maior utilização de ramos da família Iridaceae, que geralmente possuem folhas mais compridas do que os indivíduos de Gramineae. Inclusive, a maioria dos indivíduos de Iridaceae pertencia à espécie *Crocasmia crocosmiiflora* (observação pessoal), uma espécie invasora na Serra do Japi (Lombardi *et al.* 2012) que possui folhas bem longas e foi a mais usada por *A. piassaguera*.

Os ninhos de *A. piassaguera* possuem uma arquitetura de “caixa piramidal”, onde a folha é dobrada duas vezes para formar um envelope fechado com quatro faces. A preferência por folhas compridas pode ocorrer porque esse formato deve permitir uma melhor construção do ninho, de maneira que haja comprimento suficiente de folha para que todas as dobras sejam executadas e que o ninho fique mais simétrico e melhor fechado. De fato, os ninhos construídos em outros formatos de folhas eram mais frouxos e tinham aberturas maiores ou uma quantidade maior de partes fechadas apenas com uma camada de seda do que aqueles de folhas mais alongadas (observação pessoal).

A construção de um ninho bem fechado pode ser importante para facilitar a defesa dos ovos pela mãe e dificultar o acesso de predadores e parasitóides, uma vez que há uma única abertura para entrada, o que permitiria à fêmea estar preparada para o ataque ou, no mínimo, poder lidar com um atacante por vez. Além disso, eventuais parasitóides poderiam ter mais dificuldade para atingir os ovos com seus ovipositores através das folhas (Morse 1988, Morse 1990), embora não tenhamos observado nenhum ataque.

Morse (1985, 1990) obteve evidências semelhantes de que o formato das folhas influencia na escolha das aranhas para a construção de seus ninhos. As fêmeas grávidas de *Misumena vatia* preferiam construir seus ninhos em folhas de tamanho mediano de *Asclepias syriaca* e tinham mais dificuldade para atingir a simetria adequada dos ninhos quando utilizavam folhas maiores (Morse 1985). Como os ninhos construídos nas folhas das outras plantas estudadas ficavam mais assimétricos e com mais imperfeições (partes fechadas apenas com seda) do que aqueles construídos em *A. syriaca*, Morse (1990) sugeriu que o principal fator responsável pela escolha das aranhas era o formato da folha, principalmente porque os ninhos construídos em *A. syriaca* foram menos atacados pela vespa *Trychosis cyperia* (Ichneumonidae), que costuma ovipor através das junções de seda dos ninhos (Morse 1988).

Dessa maneira, um ninho mais fechado dificultaria o acesso das vespas aos ovos e, além disso, as folhas de *A. syriaca* possuem canais de látex que poderiam entupir o ovipositor de *T. cyperia*, o que as forçaria a procurar as junções de seda para ovipor, que são menos conspícuas nos ninhos construídos em folhas dessa planta. Forças seletivas semelhantes poderiam estar atuando em *A. piassaguera* na escolha de folhas para a construção de seus ninhos, algo que pretendemos investigar no futuro verificando a taxa de sucesso de ninhos construídos em diferentes formatos de folhas.

Existe também a possibilidade de o ninho ajudar a proteger os ovos e as fêmeas de condições climáticas adversas, como ventanias e temporais que poderiam arrancar as mães de perto das ootecas e deixá-las expostas. Dessa maneira, o formato mais fechado poderia impedir a inundação do ninho durante as chuvas, especialmente em uma área de Mata Atlântica onde a pluviosidade costuma ser alta e as chuvas são bem comuns na estação quente do ano, época na qual essas aranhas se reproduzem (Leitão-Filho 1992, Rodrigues & Shepherd 1992).

As características foliares Espessura e Força de dobra também tiveram algum poder explicativo na utilização das folhas para a construção dos ninhos pelas aranhas. Eles apresentaram valores um pouco menores nas folhas utilizadas como ninhos, algo que pode ter ocorrido porque essas folhas devem oferecer menos resistência para serem dobradas e manipuladas pelas fêmeas de *A. piassaguera*. A única característica foliar que não apresentou relação com a presença das aranhas foi a MFA, o que pode significar que, apesar de a folha ser mais resistente quando possui uma quantidade maior de massa seca (Cornelissen *et al.* 2003), elas não se tornam rígidas a ponto de impedir a construção dos ninhos pelas aranhas.

Apesar de essas outras características ainda possuírem algum poder explicativo para a construção dos ninhos, principalmente quando em conjunto, como fica evidente nos modelos de posição 2 a 10 (tabela 1), nenhuma delas explicou tão bem, sozinha, a utilização das folhas pelas aranhas quanto a Razão comprimento/largura, o que indica que esta característica deve ser a mais limitante para a construção dos ninhos. O ponto é que os valores de Espessura, Força de dobra e MFA das folhas da área de estudo não parecem ter atingido valores extremos o suficiente para atuarem como empecilhos para que as fêmeas de *A. piassaguera* conseguissem manipulá-las e construir seus ninhos. De fato, observamos

aranhas construindo ninhos em folhas que, aparentemente, eram um pouco mais rígidas sem muita dificuldade. Assim, as aranhas analisadas provavelmente possuem força suficiente para transpor eventuais dificuldades provenientes de espessura ou rigidez maior das folhas da área analisada, mas não conseguem superar a dificuldade para manter a simetria do ninho em outros formatos de folhas, dada sua arquitetura.

Concluimos que as fêmeas de *Aysha piassaguera* constroem seus ninhos preferencialmente em plantas da região mais próxima ao solo, especialmente em Monocotiledôneas, sendo que essa preferência parece estar associada à história de vida dessa família de aranhas e ao formato das folhas dessas plantas, que permitiria a construção de um ninho mais simétrico e fechado, provavelmente mais eficiente na proteção dos ovos contra inimigos naturais.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à agência de fomento CNPq pela bolsa de pesquisa que nos proveu recursos para executar os experimentos. Agradecemos ao Dr. Bruno Henrique Pimentel Rosado pela elucidação em relação a como medir as características foliares, ao Prof. Dr. André Victor Lucci Freitas, ao Prof. Dr. José Roberto Trigo e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Unicamp pelo empréstimo dos materiais necessários para efetuar as medições de algumas características foliares e ao Prof. Dr. Thomas Michael Lewinsohn pelo uso da estufa e da balança analítica. Agradecemos também ao Prof. Dr. Paulo Enrique Cardoso Peixoto e a Danilo Germano Muniz da Silva pela ajuda com a análise estatística dos dados foliares. Por último agradecemos à equipe da reserva Biológica da Serra do Japi que nos ajudou no trabalho e proveu as instalações necessárias para que

podéssemos executar os experimentos e à Prefeitura Municipal de Jundiá que nos deu a autorização para realizarmos o presente trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Bell, A. D. 1991. *Plant form: An illustrated guide to flowering plant morphology*. Oxford University Press, Oxford. 342p.
- Cornelissen, J. H. C., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D. E., Reich, P. B., ter Steege, H., Morgan, H. D., van der Heijden, M. G. A., Pausas, J. G. & Poorter, H. 2003. A handbook for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51: 335-380.
- Dondale, C. D. & Redner, J. H. 1982. *The Insects and Arachnids of Canada and Alaska, Part 9, The Sac Spiders of Canada and Alaska, Araneae: Clubionidae and Anyphaenidae*. Canadian Government Publishing Centre, Ottawa. 194p.
- Foelix, R F. 1996. *Biology of Spiders*. Second Edition. Oxford University Press, New York. 330p.
- Freitas, A. V. L. & Oliveira, P. S. 1996. Ants as selective agents on herbivore biology: effects on the behaviour of a non-myrmecophilous butterfly. *Journal of Animal Ecology* 65: 205-210.
- Freitas, A. V. L., Leal, I. R. & Ferreira, S. O. 1999. Selection of oviposition sites by a lepidopteran community of a tropic forest in Southeastern Brazil. *Biotropica* 31: 372-375.
- Harwood, J. D., Sunderland, K. D. & Symondson, W. O. C. 2003. Web-location by linyphiid spiders: prey-specific aggregation and foraging strategies. *Journal of Animal Ecology* 72: 745-756.

- Höfer, H. & Brescovit, A. D. 2001. Species and guild structure of a Neotropical spider assemblage (Araneae) from Reserva Ducke, Amazonas, Brazil. *Andrias* 15: 99-119.
- Leitão-Filho, H. L. 1992. A flora arbórea da Serra do Japi. Em *História natural da Serra do Japi* (Editado por L. P. C. Morelato), pp.40-62. Editora da UNICAMP, Campinas.
- Lombardi, J. A., Carvalho, C. S., Biral, L., Saka, M. N. & Hieda, S. M. 2012. Vascular flora of Serra do Japi Biological Reserve, Jundiaí, southeastern Brazil. *Rodriguésia* 63: 333-340.
- Lubin, Y., Ellner, S. & Kotzman, M. 1993. Web relocation and habitat selection in desert widow spider. *Ecology* 74: 1915-1928.
- Machado, G. & Oliveira, P. S. 2002. Maternal care in the neotropical harvestman *Bourguyia albiornata* (Arachnida: Opiliones): oviposition site selection and egg protection. *Behaviour* 139: 1509-1524.
- Mcnett, B. J. & Rypstra, A. L. 2000. Habitat selection in a large orb weaving spider: vegetational complexity determines site selection distribution. *Ecological Entomology* 25: 423-432.
- Morse, D.H. 1985. Nests and nest-site selection of the crab spider *Misumena vatia* (Araneae, Thomisidae) on milkweed. *Journal of Arachnology* 13: 383-389.
- Morse, D. H. 1988. Interactions between the crab spider *Misumena vatia* (Clerk) (Araneae) and its ichneumonid egg predator *Trychosis cyperia* Townes (Hymenoptera). *Journal of Arachnology* 16: 132-135.
- Morse, D. H. 1990. Leaf choices of nest-building crab spiders (*Misumena vatia*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 27: 265-267.
- Morse, D. H. 1993. Some determinants of dispersal by crab spiderlings. *Ecology* 74: 427-432.

- Nilsson, S. G. 1984. The evolution of nest-site selection among hole-nesting birds: the importance of nest predation and competition. *Ornis Scandinavica* 15: 167-175.
- Osses, F., Martins, E. G. & Machado, G. 2008. Oviposition site selection by the bromeliad-dweller harvestman *Bourguyia hamata* (Arachnida: Opiliones). *Journal of Ethology* 26: 233-241.
- Resetarits Jr., W. J. 1996. Oviposition site choice and life history evolution. *American Zoologist* 36: 205-215.
- Resetarits Jr., W. J. & Wilbur, H. M. 1989. Choice of oviposition site by *Hyla chrysoscelis*: role of predator and competitors. *Ecology* 70: 220-228.
- Rodrigues, R. R. & Shepherd, G. J. 1992. Análise da variação estrutural e fisionômica da vegetação e características edáficas, num gradiente altitudinal na Serra do Japi. Em *História natural da Serra do Japi* (Editado por L. P. C. Morelato) pp. 64-96. Editora da UNICAMP, Campinas.
- Romero, G. Q. & Vasconcellos-Neto, J. 2005. Spatial distribution and microhabitat preferentes of *Psecas chapoda* (Peckham & Peckham) (Araneae, Salticidae). *Journal of Arachnology* 33: 124-134.
- Schwarzkopf, L. & Brooks, R. J. 1987. Nest-site selection and offspring sex ratio in painted turtles, *Chrysemys picta*. *Copeia* 1987 (1): 53-61.
- Siva-Jothy, M. T., Gibbons, D. W. & Pain, D. 1995. Female oviposition-site preference and egg hatching success in the damselfly *Calopteryx splendens xanthostoma*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 37: 39-44.
- Soares, P. T. & Ferraro, N. G. 2009. *Física Básica – Volume único*. 3ª edição. Editora Atual, São Paulo. 639p.

- Souza, A. L. T. 2007. Influência da estrutura do *habitat* na abundância e diversidade de aranhas. Em *Ecologia e comportamento de aranhas*. (Editado por M. O. Gonzaga, A.J. Santos & H.F. Japyassú), pp. 25-43. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Stork, N. E. 1988. Insect diversity: facts, fiction and speculation. *Biological Journal of the Linnean Society* 35: 321-337.
- Suter, R. B., Doyle, G. & Shane, C. M. 1987. Oviposition site selection by *Frontinella pyramitela* (Araneae, Linyphiidae). *Journal of Arachnology* 15: 349-354.
- Uetz, G. W., Halaj, J. & Cady, A. B. 1999. Guild structure of spiders in major crops. *Journal of Arachnology* 27: 270-280.
- Vidal, W. N. & Vidal, M. R. R. 2003. *Botânica – Organografia: Quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos*, 4ª Edição, 2ª reimpressão. Editora UFV, Viçosa. 124p.



## **CAPÍTULO III**

**EFEITO DO CUIDADO MATERNO NA SOBREVIVÊNCIA DOS OVOS EM *AYSHA*  
*PIASSAGUERA* BRESCOVIT, 1992 (ARANEAE: ANYPHAENIDAE)**

## **CHAPTER III**

**MATERNAL CARE EFFECT ON EGGS SURVIVAL IN *AYSHA PIASSAGUERA*  
BRESCOVIT, 1992 (ARANEAE: ANYPHAENIDAE)**

## RESUMO

Aranhas apresentam uma grande diversidade de formas de cuidado materno. Fêmeas de *Aysha piassaguera* constroem um abrigo para seus ovos, dobrando as folhas de plantas da borda da mata, e vigiam eles até sua eclosão. Investigamos se o cuidado provido pelas fêmeas e a presença dos abrigos afeta a sobrevivência dos ovos. Separamos os abrigos encontrados em campo em três tratamentos: Controle (mãe presente e ninho fechado), Sem Mãe (mãe ausente e ninho fechado) e Aberto (mãe ausente e ninho aberto). Então, após duas semanas, comparamos a sobrevivência dos ovos entre os tratamentos. A sobrevivência foi maior no Controle do que nos outros dois tratamentos, Sem Mãe e Aberto, entre os quais não houve diferença. Adicionalmente, testamos se o período de exposição dos abrigos afetava a quantidade de ataques sofrida entre os tratamentos, usando dois ensaios, um com 1 semana de exposição e outro com 2 semanas. A quantidade de ataques diferiu para os três tratamentos no ensaio de 1 semana, mas no de 2 semanas os tratamentos Sem Mãe e Aberto foram igualmente atacados. A presença da mãe foi o principal fator responsável pela proteção dos ovos, sendo que o abrigo sozinho não afetou sua sobrevivência. Os ensaios com tempo de exposição mostraram que para obter resultados mais acurados em relação ao efeito do ninho na proteção dos ovos é necessário deixá-los expostos o máximo de tempo possível. A principal causa de mortes, que foram ataques por inimigos naturais, mostra como a fêmea é importante na proteção dos ovos, enquanto o abrigo sozinho é pouco eficiente nisso. Apesar disso, o abrigo pode influenciar na manutenção de um micro-ambiente propício ao desenvolvimento dos ovos ou facilitar a defesa dos ovos pela fêmea.

## ABSTRACT

Spiders display a great variety of forms of maternal care. Females of *Aysha piassaguera* build a nest for their eggs folding the leaves of plants on the forest edge and guard them until hatching of the spiderlings. In this study, we investigated how the presence of the guarding females and the nests affects offspring survival. We assigned the egg sacs found on the field to three treatments: Control (nest intact and mother present), Motherless (nest intact and mother removed) and Opened (nest opened and mother removed). After two weeks we compared eggs survival between treatments. Survival was higher on Control than on the other two treatments, Motherless and Opened, among which there was no difference. We also tested whether the exposure period of the nests influences the amount of attacks suffered among treatments using two trials, one with 1 week exposure and another with two weeks. There was difference on number of attacks among all treatments on the 1 week trial, but on the two weeks trial Motherless and Opened treatments were equally attacked. Mother presence was the main factor responsible for eggs protection, while the nest *per se* had no effect on their survival. The exposure period trials showed that in order to obtain more accurate results regarding the nest effect on egg sacs protection it is necessary to leave them exposed as long as possible. The main cause of deaths, natural enemies attacks, shows the importance of females for eggs protection. Even though nests seemed to have no function on protection, they might play a role on the maintenance of an appropriate micro-environment for eggs development or on facilitating egg sacs defense by the females.

## INTRODUÇÃO

Cuidado parental é qualquer forma de comportamento parental que possa aumentar a aptidão da prole de um indivíduo (Clutton-Brock 1991) e inclui desde formas passivas de cuidado como a preparação de ninhos e tocas (Kurczewski 2001, O'Neill 2001), até formas mais elaboradas, como o provisionamento dos filhotes após o nascimento (Collopy 1984) e a proteção ativa da prole após a independência nutricional (Harcourt & Stewart 1987). Os benefícios do cuidado parental geralmente consistem na sobrevivência, crescimento e sucesso reprodutivo aprimorados da prole que recebe tal assistência (Clutton-Brock 1991, Alcock 2009).

As aranhas exibem uma grande variedade de formas de cuidado materno, desde o simples envolvimento dos ovos em seda até o caso extremo da matrifagia, onde a fêmea deixa os filhotes consumirem seu próprio corpo (Gonzaga 2007b). A maioria das espécies de aranhas envolve seus ovos em seda (Foelix 1996) e algumas espécies podem construir ninhos e abrigos usando folhas ou outros materiais encontrados no ambiente (Konigswald *et al.* 1990, Morse 1990). Outras formas de cuidado como o transporte e a proteção ativa dos ovos e imaturos são menos comuns (Eason 1969, Schneider & Lubin 1997, Vieira & Romero 2008) e os ainda mais elaborados são bem raros, como o provimento de presas para os filhotes (Gundermann *et al.* 1988), a regurgitação de alimento liquefeito a eles e a matrifagia (Kullmann 1972, Foelix 1996, Kim *et al.* 2000, Gonzaga 2007b).

Todas estas formas de cuidado parental desempenham papéis importantes na sobrevivência e crescimento da prole. O fornecimento de alimentos para os jovens, além de melhorar a sobrevivência, ajuda-os a crescer e se desenvolver mais rápido, atingindo tamanhos corporais maiores em ínstares iniciais, tornando-se capaz de se alimentar de presas por si mesmos e chegar a ínstares avançados mais cedo em sua vida (Kim & Roland

2000, Kim *et al.* 2000, Toyama 2001). Adicionalmente, a proteção é um benefício muito proeminente do cuidado (Toyama 1999, Vieira & Romero 2008), envolvendo o aumento da sobrevivência da prole, e pode ser proporcionada até mesmo pelo simples envolvimento dos ovos em seda, o que pode dificultar o acesso de predadores e parasitas aos ovos (Hieber 1992, Foelix 1996 ).

Formas mais ativas de proteção ocorrem quando a mãe guarda a prole contra inimigos em potencial, atacando-os e evitando que os ovos e os juvenis sejam danificados (Fink 1986, 1987, Schneider & Lubin 1997). Mas mesmo formas mais passivas de proteção, como a construção de um ninho ou de um abrigo feito de folhas, de detritos ou de seda, podem diminuir a taxa de predação da prole, ao tornar mais difícil para inimigos naturais avistarem e até mesmo alcançarem a aranha e o ovissaco (Königswald *et al.* 1990, Toyama, 1999).

Algumas aranhas Lycosidae (Araneae), por exemplo, carregam sua ootecas para qualquer lugar que estejam indo, defendem-nas vigorosamente, atacando cada possível ameaça para a prole e, após a eclosão, elas fazem o mesmo com os filhotes, que montam na fêmea e são carregadas em seu dorso (Eason 1969). A aranha lince verde, *Peucetia viridans* (Araneae: Oxyopidae), afixa com seda seu ovissaco na vegetação e o guarda, atacando agressivamente formigas e outros predadores que podem causar danos aos ovos, além de também mudar a ooteca de lugar sempre que necessário para torná-la mais difícil de ser alcançada (Fink 1986, 1987). Outros exemplos em que as fêmeas tomam conta da prole e a protege contra predadores são a aranha papa-moscas *Psecas chapoda* (Araneae: Salticidae), que constrói um ninho de seda em folhas de bromélias, e a aranha *Cheiracanthium japonicum* (Araneae: Miturgidae), que constrói um ninho para reprodução enrolando folhas

de grama e alimenta os filhotes com seu próprio corpo quando eles emergem (Toyama 1999, Vieira & Romero 2008).

As fêmeas da aranha errante *Aysha piassaguera* (Araneae: Anyphaenidae) constroem ninhos principalmente em folhas de capim que crescem ao longo das bordas da mata. Eles são construídos pela fêmea grávida, que dobra a folha até que uma “caixinha piramidal” seja formada, onde ela deposita seu ovissaco e cuida dos ovos até a eclosão dos filhotes. Os efeitos desses ninhos e da assistência da fêmea na sobrevivência da prole ainda não são conhecidos, embora possam agir como proteção contra predadores. Os ninhos são muito abundantes e conspícuos entre novembro e fevereiro, sendo facilmente encontrados e manipulados, representando, assim, um sistema bastante adequado para estudar cuidado materno em uma aranha Anyphaenidae. Dessa maneira, neste estudo investigamos como a presença das fêmeas de *A. piassaguera* e dos ninhos onde os ovissacos são depositados afetam a sobrevivência da prole.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local de estudos**

Realizamos este estudo ao longo das bordas de trilhas de mata da Serra do Japi (23° 14' S, 46° 56' W), um fragmento de Mata Atlântica semi-descidual (Leitão-Filho 1992, Rodrigues & Shepherd 1992), em Jundiaí, estado de São Paulo, Brasil, durante novembro e dezembro de 2010, no verão.

### **Experimentos**

Realizamos dois experimentos, um para testar se o tempo que os ninhos ficam expostos a condições naturais influencia a proporção de ataques sofridos por inimigos

naturais entre os tratamentos aplicados e outro para testar se as presenças da mãe e do ninho influenciam a sobrevivência dos ovos. Em ambos os experimentos utilizamos apenas ninhos construídos recentemente para minimizar o tempo que os ovos ficaram expostos a predadores antes do início da experiência. Fizemos isso explorando a área no dia anterior ao início do experimento e marcando todos os ninhos que já estavam presentes, de modo que no dia seguinte usássemos apenas os novos.

Da mesma maneira, em ambos os experimentos designamos sequencialmente um dos três tratamentos aos ninhos encontrados ao longo da trilha: (I) Controle (ninho intacto e mãe presente), (II) Sem Mãe (ninho intacto e mãe removida) e (III) Aberto (ninho aberto, expondo a ooteca, e a mãe removida). Tirávamos as fêmeas adultas dos ninhos provocando-as com um pedaço de arame bem curto e fino até elas pularem para fora deles e, então, coletávamos as mães para evitarmos seu retorno aos mesmos. Ao designar os tratamentos de maneira seqüencial tentamos assegurar que os efeitos de condições microambientais na mortalidade dos ovos estivessem distribuídos uniformemente entre os tratamentos.

### **Tempo de exposição e proporção de ataques**

No primeiro experimento, para testar se o tempo de exposição influencia a proporção de ataques sofridos entre os tratamentos, executamos todos os tratamentos em dois intervalos de tempo: uma semana de duração e duas semanas de duração. Para o comprimento de uma semana conseguimos 30 ninhos para cada tratamento e para a duração de duas semanas conseguimos 27 ninhos para cada tratamento.

Após o fim do período de exposição de ambos os intervalos, coletamos os ninhos, os trouxemos para o laboratório e contamos a quantidade de ninhos de cada tratamento que haviam sido danificados. Então, plotamos os dados em uma tabela de contingência 3x2 e

usamos um teste-G para compararmos a proporção de ninhos danificados e intactos entre os tratamentos para cada intervalo de tempo. Usamos a correção de Bonferroni, com  $p < 0,0125$  para resultados significativos, porque também comparamos os tratamentos par a par para saber quais tratamentos eram diferentes uns dos outros.

Consideramos que os ninhos estavam danificados quando não haviam mais ovos, nem qualquer sinal de que eles haviam eclodido, quando a camada de seda que cobria os ovos estava rasgada e era visível que os alguns ovos estavam faltando, e, por fim, quando havia qualquer tipo de organismo atacando os ovos, como parasitóides, larvas predadoras de ovos ou quaisquer outros tipos de predadores.

### **Sobrevivência dos ovos**

No segundo experimento, para testar se as presenças da mãe e do ninho influenciam a sobrevivência dos ovos, marcamos 27 ninhos para cada tratamento e todos os ficaram expostos a condições naturais por duas semanas, período necessário pra a eclosão dos ovos. Em seguida, coletamos os ninhos, os trouxemos para o laboratório e contamos a quantidade de ovos intactos restantes em cada ninho de cada tratamento. Comparamos a quantidade média de ovos sobreviventes entre os tratamentos usando o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, pois nossos dados não possuíam uma distribuição normal (Shapiro-Wilk's W test,  $W = 0,69$ ,  $p < 0,00001$ ).

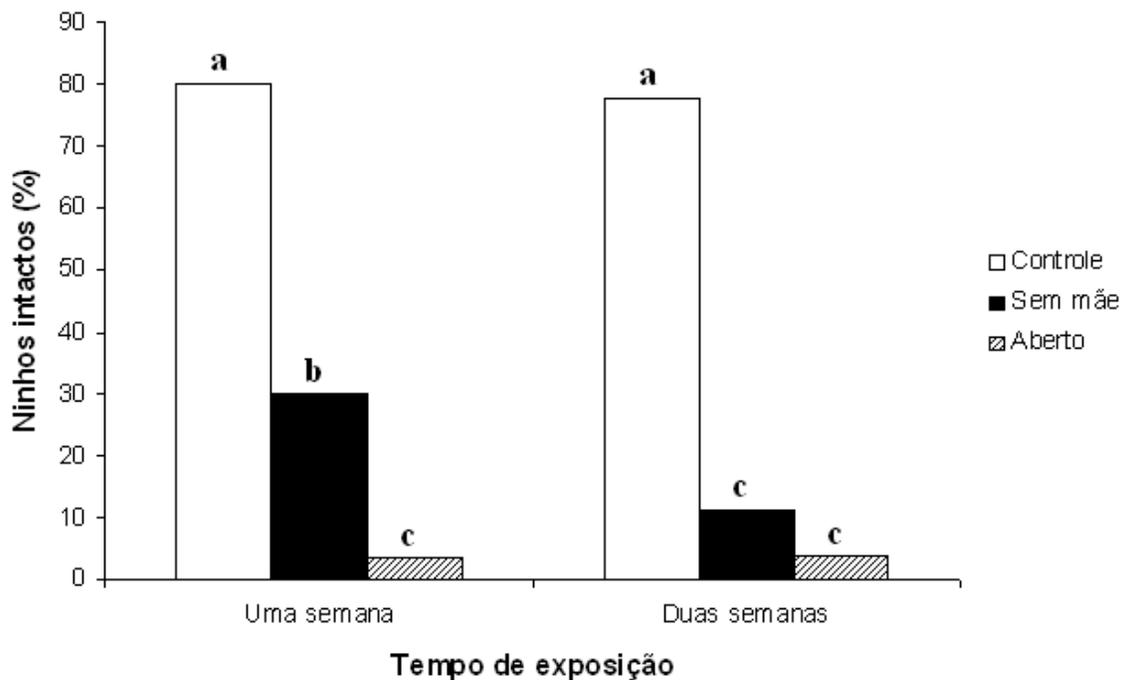
Consideramos que ovos faltantes eram devido à predação, pois as ootecas eram tão bem fixadas nas folhas que elas não caíam mesmo após ventanias e temporais (observações pessoais), e tomamos nota de qualquer tipo de inimigo natural que fosse encontrado nos ninhos. Todas as estatísticas foram executadas por meio do programa Statistica 8.

## RESULTADOS

### Tempo de exposição e proporção de ataques

A proporção de ovissacos atacados foi diferente entre todos os tratamentos do intervalo de uma semana (figura 1; teste- $G$  (Williams),  $G$  (Williams) = 42,86, g.l. = 2,  $p < 0,0001$ ). Quase nenhum ninho foi atacado no tratamento Controle, um número intermediário de ninhos foi atacado no Sem Mãe e quase todos os ninhos foram atacados no tratamento Aberto (figura 1; teste- $G$  (Yates), Controle-Sem Mãe:  $G$  (Yates) = 13,75, g.l. = 1,  $p < 0,001$ ; Controle-Aberto:  $G$  (Yates) = 38,23, g.l. = 1,  $p < 0,0001$ ; Sem Mãe-Aberto:  $G$  (Yates) = 6,39, g.l. = 1,  $p = 0,0115$ ).

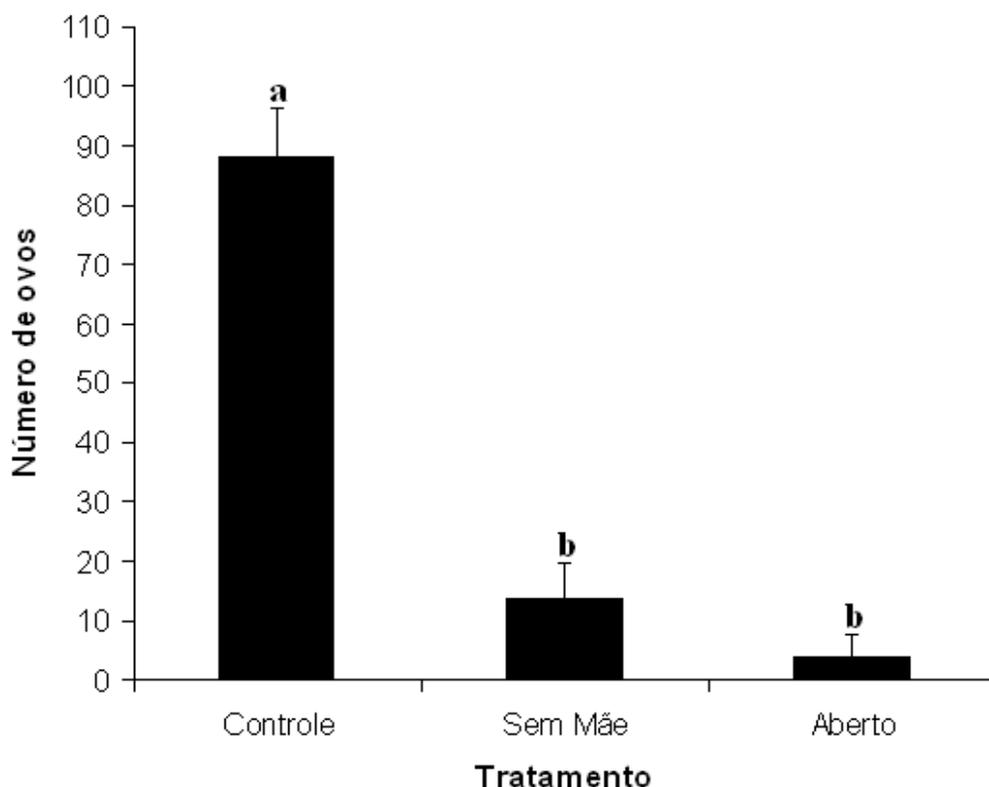
Por outro lado, no intervalo de duas semanas houve diferença apenas entre o Controle e os outros dois tratamentos (Sem Mãe e Aberto) (figura 1; teste- $G$  (Yates), Controle-Sem Mãe:  $G$  (Yates) = 23,56, g.l. = 1,  $p < 0,0001$ ; Controle-Aberto:  $G$  (Yates) = 31,6, g.l. = 1,  $p < 0,0001$ ), mas não houve diferença entre Sem Mãe e Aberto (figura 1; teste- $G$  (Yates),  $G$  (Yates) = 0,27, g.l. = 1,  $p = 0,6$ ). Os ovissacos ficaram mais protegidos no tratamento Controle e foram atacados na mesma magnitude nos outros dois. Dessa maneira, podemos dizer que o tempo que os ninhos ficam expostos afeta os resultados de ataques por inimigos naturais.



**Figura 1.** Proporção de ninhos intactos (não atacados) em cada tratamento de cada intervalo de tempo. Letras diferentes indicam diferenças significativas, ver o texto acima para os dados estatísticos.  $N_{Uma\ Semana} = 90$  (30 em cada tratamento),  $N_{Duas\ Semanas} = 81$  (27 em cada tratamento).

### Sobrevivência dos ovos

A quantidade de ovos sobreviventes diferiu entre tratamentos (teste Kruskal-Wallis,  $H = 44,53$ , g.l. = 2,  $p < 0,0001$ ) e o principal fator responsável pela proteção dos ovissacos foi a presença da mãe. O número de ovos sobreviventes no tratamento Controle foi maior do que nos outros dois tratamentos (figura 2; teste Kruskal-Wallis, Controle-Sem Mãe:  $z = 4,53$ ,  $p < 0,0001$ ; Controle-Aberto,  $z = 5,65$ ,  $p < 0,0001$ ), mas não houve diferença no número de ovos sobreviventes entre os tratamentos Sem Mãe e Aberto (figura 2; teste Kruskal-Wallis, Sem Mãe-Aberto:  $z = 1,12$ ,  $p = 0,79$ ).



**Figura 2.** Quantidade média de ovos sobreviventes em cada tratamento. As barras de erro representam  $\pm 1$  EP. Letras diferentes indicam diferenças significativas, ver o texto acima para os dados estatísticos.  $N_{\text{Controle}} = 27$ ,  $N_{\text{Sem Mãe}} = 27$ ,  $N_{\text{Aberto}} = 27$ .

### Fontes de mortalidade

Ao longo dos experimentos observamos vespas parasitóides do gênero *Baeus* (Hymenoptera: Scelionidae) crescendo dentro dos ovos de um ninho Controle; larvas de moscas predadoras de ovos das famílias Phoridae e Chloropidae (gênero *Pseudogaurax*) se alimentando dos ovos de dois ninhos Controle e quatro Sem Mãe; formigas do gênero *Crematogaster* (Hymenoptera: Formicidae) se alimentando dos ovos de um ninho Sem Mãe; grilos da família Tettigoniidae (Orthoptera) comendo os ovos de um ninho Sem Mãe; duas aranhas predando os ovos de dois ninhos Sem Mãe, um indivíduo imaturo da família Anyphaenidae e um indivíduo adulto de *Aysha piassaguera*, que havia comido os ovos da fêmea que tinha sido removida e estava reaproveitando o ninho para depositar seus próprios

ovos; infestação por fungos em um ninho Aberto e três ninhos Sem Mãe; evidência indireta de predação (havia um furo perfeitamente redondo de 5 mm de diâmetro na folha) em três ninhos Sem Mãe; e um ovissaco de um ninho Aberto que não foi atacado, mas estava completamente ressecado.

## **DISCUSSÃO**

O tempo que os ninhos ficaram expostos a condições naturais influenciou a proporção de ataques sofridos entre os tratamentos. No intervalo de uma semana todos os tratamentos diferiram entre si e os ninhos também ofereceram proteção contra inimigos naturais, havendo mais ninhos intactos no tratamento Sem Mãe do que no Aberto, mesmo embora essa proteção tenha sido menor do que aquela oferecida pela presença da mãe. Mas, no intervalo de duas semanas apenas o tratamento Controle ofereceu esse tipo de proteção, o que sugere que é apenas uma questão de tempo até que predadores encontrem as ootecas. Portanto, os ninhos podem adiar os ataques ao fazer com que seja mais difícil de encontrar os ovissacos, mas parecem não possuir um efeito real na proteção da prole no longo prazo, pois os ovos provavelmente serão encontrados antes de eclodirem e serão predados.

Isto pode ser visto como uma advertência para esse tipo de experimento, porque, se os ovos não forem deixados expostos por todo o tempo que levam para eclodir, os resultados podem levar a conclusões que não refletem a realidade do sistema que está sendo estudado. Por exemplo, se tivéssemos feito o experimento com apenas um período de exposição de uma semana, concluiríamos que os ninhos protegem um pouco as ootecas contra ataques de inimigos naturais, algo que não seria verdade, já que os ovos provavelmente seriam atacados antes de eclodir de qualquer maneira. Apenas não veríamos isso no experimento. Outro exemplo deste tipo de erro pode estar em um trabalho feito por

Toyama (1999) onde ele estudou cuidado materno na aranha *Cheiracanthium japonicum* (Araneae: Miturgidae), que também constrói ninhos em folhas e cuida dos ovos, e concluiu que o “ninho tem alguma função na proteção do ovissaco contra predação”. O problema está no fato de que os ovos de *C. japonicum* levam duas semanas para eclodir, mas eles foram deixados expostos por apenas oito dias, portanto, há uma chance de que os resultados de Toyama (1999) não mostrem a quantidade real de predação que as ootecas do tratamento de “remoção de fêmea/ninho intacto” sofreriam.

A presença da fêmea guardando as ootecas dentro dos ninhos realmente aumentou a sobrevivência da prole. Considerando que as mortes nos tratamentos Sem Mãe e Aberto foram causadas principalmente por predação e que as fêmeas agiam de forma muito agressiva quando tentávamos tirá-las dos ninhos, elas podem melhorar a sobrevivência da prole por defender ativamente os ovissacos, atacando possíveis predadores e outros inimigos naturais. De fato, a importância do cuidado da fêmea para a sobrevivência da prole também foi evidenciada em outros trabalhos com cuidado materno em aranhas (Fink 1986, Kim *et al.* 2000, Vieira & Romero 2008) e alguns mostraram até mesmo como ela pode defender ativamente os ovos, removendo predadores e realocando os ovissacos para tornar mais difícil que possíveis atacantes cheguem até eles (Fink 1987, Gillespie 1990). Embora a presença de cuidado materno em aranhas cursoriais seja bem conhecida (Dondale & Redner 1982, Preston-Mafham *et al.* 1998, Toyama 1999, Opell *et al.* 2007), este parece ser o primeiro estudo a realmente demonstrar a função adaptativa deste comportamento em Anyphaenidae, evidenciando sua importância para a sobrevivência da prole.

Os ninhos *per se* não tiveram efeito no aumento da sobrevivência dos ovos no longo prazo, o que sugere que eles não são muito eficientes na defesa contra predadores, uma vez que esta foi a principal causa de mortes em todos os tratamentos. Um estudo executado por

Vieira & Romero (2008) com uma aranha Salticidae mostrou que a camada de seda usada como abrigo para os ovos não possuía nenhuma função real de proteger as ootecas contra ataques de predadores, mas eles sugeriram que a camada de seda poderia ter alguma outra função, como proteger a mãe contra predação ou os ovos contra radiação UV. É possível que realmente haja alguma outra função para os ninhos de *A. piassaguera*, levando em consideração que as fêmeas gastam muito tempo (em que ficam expostas a predadores, inclusive) e energia construindo-os.

Hieber (1992) mostrou que a camada de seda floculenta dos casulos de algumas aranhas da família Araneidae funciona como uma barreira eficaz contra predadores especialistas que utilizam ovipositores para atacar os ovos e que o sistema de suspensão dos casulos ajuda a evitar os ataques de pequenos predadores generalistas, como as formigas. *Latrodectus revivensis* (Araneae: Theridiidae), uma viúva negra do deserto, constrói um abrigo com detritos e folhas em sua teia que faz com que seja mais difícil para os predadores visualmente orientados, como as aves, encontrarem a aranha (Königswald *et al.* 1990). Seibt & Wickler (1990) descobriram que o ninho de seda compacto das aranhas sociais *Stegodyphus* spp. protege as próprias aranhas e os ovos contra a radiação solar, vento e granizo, porém não apresentou função na regulação da temperatura nem na proteção contra a dessecação.

Considerando que os ninhos de *A. piassaguera* são construídos com folhas nas bordas da mata e que encontramos uma ooteca no tratamento Aberto completamente ressecada, mas nenhuma nos outros dois tratamentos, acreditamos que os ninhos possam funcionar em parte como uma barreira contra a luz direta do sol que poderia dessecar os ovos nas bordas da mata, já que folhas devem ser boas absorvedoras da luz do sol e do calor devido ao processo de fotossíntese (Raven *et al.* 2001). Além disso, levando em conta

que as fêmeas pareciam utilizar os ninhos como um mecanismo de defesa para evitar e atacar predadores, e que os ovos do tratamento Sem Mãe levaram mais tempo para serem atacados do que os do Aberto, os ninhos podem auxiliar as fêmeas na proteção dos ovissacos, dificultando que sejam encontrados por predadores e facilitando que as fêmeas ataquem possíveis inimigos. Ambas as hipóteses parecem possíveis e pretendemos testá-las em experimentos futuros.

Também é possível, considerando as observações de Seibt & Wickler (1990), que os ninhos ajudem a proteger os ovos e as fêmeas de condições climáticas adversas, como ventanias e temporais, que poderiam arrancar as mães de perto das ootecas e deixá-las expostas. A arquitetura bem fechada dos ninhos também pode colaborar para evitar que eles sejam inundados durante as chuvas, especialmente em uma área de Mata Atlântica, onde a pluviosidade costuma ser alta e as chuvas são bastante frequentes na época em que *A. piassaguera* se reproduz, durante a estação quente do ano (Leitão-Filho 1992, Rodrigues & Shepherd 1992).

Infelizmente não realizamos um quarto tratamento, no qual o ninho seria mantido aberto sem que a mãe fosse removida, para podermos isolar o efeito da presença da fêmea na sobrevivência e proteção dos ovos, separando-o do efeito conjunto ao dos ninhos. Isso não foi possível porque as fêmeas abandonavam os ninhos quando os abríamos e mesmo as poucas que voltavam tentavam reconstruí-los. Quando abríamos novamente os ninhos reconstruídos, essas aranhas abandonavam a ooteca definitivamente e não regressavam mais, o que pode ser visto como evidência de que os ninhos devem desempenhar algum papel na proteção da própria fêmea, seja contra predadores ou fatores ambientais. De qualquer maneira, nossos dados mostram que a presença das fêmeas é o fator chave na sobrevivência dos ovos, considerando que ela foi muito maior no tratamento Controle do

que no Sem mãe, eles apenas não mostram a eficiência da presença das mães sem a presença dos ninhos.

Quanto às fontes de mortalidade dos ovos, embora não tenhamos uma amostra muito grande de atacantes, as fêmeas não pareceram ser muito eficientes em proteger os ovos de vespas parasitóides ou de predadores mais especializados, como larvas de moscas, já que três (cerca de 10%) ootecas do tratamento Controle foram atacadas por este tipo de predador. Mas elas realmente defenderam os ovos contra predadores mais generalistas, como formigas, grilos, aranhas, entre outros, incluindo fungos, que foram encontrados em ninhos Sem Mãe e Aberto, mas não nos Controle. Esse tipo de resultado também foi obtido por Vieira & Romero (2008) para aranhas Salticidae e por Gillespie (1990) para a aranha *Theridion grallator* (Araneae: Theridiidae) e pode estar relacionado a adaptações presentes em predadores especialistas para alcançar os ovissacos (Austin 1985, Gonzaga 2007a, Vieira & Romero 2008), ou a seu pequeno tamanho, o que poderia fazer com que fosse mais difícil de percebê-los para a fêmea (Gillespie, 1990).

Nenhum predador foi encontrado nos ninhos Abertos porque os ovissacos sempre haviam desaparecido completamente. Talvez isso tenha acontecido por não haver nenhum ninho construído que pudesse ser usado após a predação, como alguns foram usados por aranhas e grilos no tratamento Sem Mãe. Além disso, a predação sempre ocorreu de maneira rápida (em três dias, no máximo) e completa, não deixando tempo para que fungos se desenvolvessem nem para que predadores especializados encontrassem as ootecas. No entanto, mesmo que esses predadores encontrassem as ootecas, é bastante provável que eles fossem predados junto com os ovos. Há uma grande chance de formigas terem sido as principais predadoras dos ovos, pois elas eram abundantes no local de estudo e as vimos ninhos no momento em que os coletamos para trazer ao laboratório.

Ambas as aranhas que foram encontradas atacando ninhos eram da família Anyphaenidae e uma delas certamente era um indivíduo de *A. piassaguera* que também estava sendo oportunista e reaproveitando o ninho para colocar seus próprios ovos. Isso mostra que os ovos de *A. piassaguera* também são predados por co-específicos, algo comum em aranhas (Pollard 1983, Schneider & Lubin 1997) e que pode ser prevenido por meio do cuidado materno, uma vez que indivíduos adultos tendem a evitar conflitos e os juvenis poderiam ser predados pela fêmea adulta. Além disso, adversidades naturais, como vento e chuva, não parecem ser responsáveis pelo desaparecimento das ootecas no tratamento Aberto, considerando que voltamos ao campo depois de algumas tempestades para ver se algo havia acontecido com os ninhos e ovissacos dos experimentos e todas as ootecas do tratamento Aberto ainda estavam fixadas às folhas.

Concluimos que o cuidado materno exibido pelas fêmeas de *A. piassaguera* é uma maneira eficiente de proteger a prole, mas que os ninhos construídos por essas aranhas, sozinhos, parecem não oferecer muita proteção contra predação, embora possam ter outras funções, algo que pretendemos estudar futuramente. Adicionalmente, é realmente importante para este tipo de experimento que os ovos sejam deixados expostos à predação por quase todo o tempo até a eclosão para que um resultado mais próximo da realidade seja obtido.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao CNPq pela bolsa de pesquisa que nos forneceu recursos para realizar os experimentos. Agradecemos a Jober Fernando Sobczak por identificar as vespas parasitóides encontrados nas ootecas, a Maicon Diego Grella por identificar as moscas após as larvas predadoras terem atingido a maturidade, a Sebastian Felipe Sendoya por

identificar as formigas, a Herbert Silva Souza e a Yuri Fanchini Messas por identificar os grilos e a Nili Johana Betancur Posada por identificar as aranhas encontradas nos ninhos. Agradecemos, também, à equipe da Serra do Japi que nos ajudou e forneceu as instalações para que pudéssemos realizar os experimentos e à Prefeitura Municipal de Jundiaí por ter fornecido as licenças.

## REFERÊNCIAS

- Alcock, J. 2009. *Animal Behavior: An Evolutionary Approach*. Ninth Edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 606p.
- Austin, A. D. 1985. The function of spider egg sacs in relation to parasitoids and predators, with special reference to the Australian fauna. *Journal of Natural History* 19: 359-376.
- Clutton-Brock, T.H. 1991. *The Evolution of Parental Care*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 352p.
- Collopy, M. W. 1984. Parental care and feeding ecology of Golden Eagle nestlings. *The Auk* 101: 753-760.
- Dondale, C. D. & Redner, J. H. 1982. *The Insects and Arachnids of Canada and Alaska, Part 9, The Sac Spiders of Canada and Alaska, Araneae: Clubionidae and Anyphaenidae*. Canadian Government Publishing Centre, Ottawa. 194p.
- Eason, R. R. 1969. Life history and behavior of *Pardosa lipidicina* Emerton (Araneae: Lycosidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 42: 339-360.
- Fink, L. S. 1986. Costs and benefits of maternal behaviour in the green lynx spider (Oxyopidae, *Peucetia viridans*). *Animal Behaviour* 34: 1051-1060.

- Fink, L. S. 1987. Green lynx spider egg sacs: sources of mortality and the function of female guarding (Araneae, Oxyopidae). *Journal of Arachnology* 15: 231-239.
- Foelix, R. F. 1996. *Biology of Spiders*. Second Edition. Oxford University Press, New York. 330p.
- Gillespie, R. G. 1990. Costs and benefits of brood care in the Hawaiian Happy Face Spider *Theridion grallator* (Araneae, Theridiidae). *American Midland Naturalist* 123: 236-243.
- Gonzaga, M. O. 2007a. Inimigos naturais e defesas contra predação e parasitismo em aranhas. Em *Ecologia e comportamento de aranhas*. (Editado por M. O. Gonzaga, A.J. Santos & H.F. Japyassú), pp. 209-238. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Gonzaga, M. O. 2007b. Socialidade e cuidado parental. Em *Ecologia e comportamento de aranhas*. (Edited by M. O. Gonzaga, A.J. Santos & H.F. Japyassú), pp. 185-208. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Gundermann, J., Horel, A. & Krafft, B. 1988. Maternal food-supply activity and its regulation in *Coelotes terrestris* (Araneae, Agelenidae). *Behaviour* 107: 278-296.
- Harcourt, A. H. & Stewart, K. J. 1987. The influence of help in contests on dominance rank in primates: hints from gorillas. *Animal Behaviour* 35: 182-190.
- Hieber, C. S. 1992. Spider cocoons and their suspensions systems as barriers to generalist and specialist predators. *Oecologia* 91: 530-535.
- Kim, K. W., Roland, C. 2000. Trophic egg laying in the spider *Amaurobius ferox*: mother-offspring interactions and functional value. *Behavioral Processes* 50: 31-42.
- Kim, K. W., Roland, C. & Horel, A. 2000. Functional value of matrophagy in the spider *Amaurobius ferox*. *Ethology* 106: 729 -742.

- Konigswald, A., Lubin, Y. & Ward, D. 1990. The effectiveness of the nest of a desert widow spider, *Latrodectus revivensis*, in predator deterrence. *Psyche* 97: 75-80.
- Kullmann, E. J. 1972. Evolution of social behavior in spiders (Araneae: Eresidae and Theridiidae). *American Zoologist* 12: 419-426.
- Kurczewski, F. E. 2001. Comparative nesting behavior of *Epysiron quinquenotatus* (Hymenoptera: Pompilidae) in the northeastern United States. *Northeastern Naturalist* 8: 403-426.
- Leitão-Filho, H. L. 1992. A flora arbórea da Serra do Japi. Em *História natural da Serra do Japi* (Editado por L. P. C. Morelato) pp.40-62. Editora da UNICAMP, Campinas.
- Morse, D. H. 1990. Leaf choices of nest-building crab spiders (*Misumena vatia*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 27: 265-267.
- O'Neill, K. M. 2001. *Solitary Wasps: Behavior and Natural History*. Cornell University Press, Ithaca and London. 406p.
- Opell, B. D., Berger, A. M., Bous, S. M. & Manning, M. L. 2007. Genetic relationships of *Ameurobioides* (Anyphaenidae) spiders from the southeastern coast of New Zealand. *Zootaxa* 1425: 1-10.
- Pollard, S. D. 1984. Egg guarding by *Clubiona cambridgei* (Araneae, Clubionidae) against conspecific predators. *Journal of Arachnology* 11: 323-326.
- Preston-Mafham, K., Marven, N. & Harey, R. 1998. *Insectos, Aranhas & Serpentes*. Edições 70, Lisboa, Portugal. 224p.
- Raven, P. H., Evert, R. F. & Eichhorn, S. E. 2001. *Biologia Vegetal*. Sexta Edição. Editora Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro. 906p.
- Rodrigues, R. R. & Shepherd, G. J. 1992. Análise da variação estrutural e fisionômica da vegetação e características edáficas, num gradiente altitudinal na Serra do Japi. Em

- História natural da Serra do Japi* (Editado por L. P. C. Morelatto) pp. 64-96.  
Editora da UNICAMP, Campinas.
- Schneider, J. M. & Lubin, Y. 1997. Infanticide by males in a spider with suicidal maternal care *Stegodyphus lineatus* (Eresidae). *Animal Behaviour* 54: 305-312.
- Seibt, U. & Wickler, W. 1990. The protective function of the compact silk nest of social *Stegodyphus* spiders (Araneae, Eresidae). *Oecologia* 82: 317-321.
- Toyama, M. 1999. Adaptive advantages of maternal care and matrophagy in a foliage spider, *Chiracanthium japonicum* (Araneae: Clubionidae). *Journal of Ethology* 17: 33-39.
- Toyama, M. 2001. Adaptive advantages of matrophagy in the foliage spider, *Chiracanthium japonicum* (Araneae: Clubionidae). *Journal of Ethology* 19: 69-74.
- Vieira, C. & Romero, G. Q. 2008. Maternal care in a neotropical jumping spider (Salticidae). *Journal of Zoology* 276: 237–241.



## SÍNTESE GERAL

A partir deste trabalho obtivemos informações inéditas sobre a história natural e o comportamento de *Aysha piassaguera*. De maneira resumida, descrevemos seu desenvolvimento pós-embrionário com a adição de alguns dados sobre fecundidade e tempo até a eclosão dos filhotes, descobrimos em quais locais e plantas as fêmeas constroem seus ninhos com maior frequência e quais características foliares são mais influentes na escolha das folhas, e mostramos a importante função das mães na sobrevivência dos ovos e como o tempo que os ninhos ficam expostos pode afetar a os resultados de sobrevivência da prole.

Os ovos levaram duas semanas para eclodir e esse dado foi essencial na elaboração do experimento de cuidado materno para que pudéssemos estipular o tempo que os ovos teriam de ficar expostos para obtermos resultados acurados sobre o efeito das mães e dos ninhos em sua sobrevivência. Houve uma alta taxa de sobrevivência dos imaturos ao longo de todo o desenvolvimento, inclusive nos instares iniciais, mesmo embora a mortalidade tenha sido maior neles. Isso se deu principalmente por causa da utilização da dieta artificial que desenvolvemos, que mostrou ser bastante eficiente na alimentação e nutrição dos filhotes, além de trazer evidências que indicam que os imaturos dessa espécie podem se alimentar de néctar nos primeiros instares de vida em seu ambiente natural. A dieta artificial pode ser testada com outras espécies de aranhas e outros artrópodes, pois pode ser uma alternativa para a criação desses organismos em laboratórios.

As aranhas levaram pouco mais de oito meses para atingirem a maturidade sexual, um indicativo de que tornaram-se adultas em um tempo menor do que o que seria necessário no ambiente natural, dado que os ninhos começam a aparecer em novembro e, em laboratório, a maturidade foi atingida em agosto. Houve relação entre o tamanho das

fêmeas e sua fecundidade, com fêmeas maiores depositando mais ovos, algo comum em aranhas. Apesar disso, não parece haver uma pressão seletiva muito forte para o aumento de fecundidade nesta espécie, considerando que a relação acima não foi tão forte e a espécie não apresentou dimorfismo sexual de tamanho, com machos e fêmeas possuindo tamanhos semelhantes, um padrão frequentemente observado em aranhas errantes como um todo, que possuem um gasto energético maior e menor acesso a alimento do que as aranhas construtoras de teias.

As fêmeas de *A. piassaguera* construíram seus ninhos em maior proporção na região inferior do substrato da borda da mata e em Monocotiledôneas, especialmente indivíduos da família Iridaceae. A preferência pela parte mais baixa do substrato pode ser consequência do fato de Anyphaenidae ser um grupo de aranhas errantes que habitam e forrageiam naturalmente nessa região da vegetação e, por isso, também tenderiam a depositar suas ootecas nesses locais. A maior quantidade de ninhos em Monocotiledôneas pode ser devida ao formato mais alongado de suas folhas, pois a característica foliar que melhor explicou a utilização das folhas para a construção dos ninhos foi a Razão comprimento/largura, com folhas mais compridas sendo as mais utilizadas. Esse formato de folha deve permitir a construção de um ninho mais simétrico e fechado, oferecendo maior proteção contra condições ambientais desfavoráveis e predadores.

Em relação ao cuidado materno, a presença da mãe foi muito importante para a sobrevivência dos ovos, ao passo que o ninho sozinho não apresentou muito efeito na proteção deles, um indicativo de que as fêmeas defendem ativamente a prole contra inimigos naturais, que foram a principal causa de morte dos ovos. Ainda assim, levando em conta o tempo e energia despendidos na construção dos ninhos pelas fêmeas adultas, ele deve desempenhar alguma outra função, como manter um microambiente adequado para o

desenvolvimento dos ovos ou facilitar a defesa dos mesmos pelas fêmeas. Inclusive, no experimento com tempo de exposição das ootecas, os ninhos pareceram retardar um pouco o ataque aos ovos, o que já é uma maneira de ajudar as fêmeas a defendê-los.

Além disso, este último experimento mostrou a importância de deixar as ootecas expostas pelo máximo de tempo possível antes da eclosão, de maneira a obter melhores resultados em relação ao papel dos ninhos na proteção dos ovos, já que houve diferença na quantidade de ninhos atacados em uma semana e em duas semanas para o tratamento Sem mãe, o que nos levaria a concluir erroneamente que os ninhos protegem os ovos se os deixássemos uma semana expostos, quando na realidade eles parecem ser predados de qualquer maneira antes de eclodir, apenas demora mais tempo para que isso ocorra.