

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**

**ESTRUTURAS SENSORIAIS DO PEDIPALPO DO MACHO DE ARANHAS
MIGALOMORFAS (ARANEAE, MYGALOMORPHAE):
CARACTERIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO**

Leandro Faleiros Garcia

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, como parte para a obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Brasília - DF

2014

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**

**ESTRUTURAS SENSORIAIS DO PEDIPALPO DO MACHO DE ARANHAS
MIGALOMORFAS (ARANEAE, MYGALOMORPHAE):
CARACTERIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO**

Leandro Faleiros Garcia

Orientador: Paulo César Motta

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, como parte para a obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Brasília - DF

2014

AGRADECIMENTOS

Estou chegando ao fim de mais uma etapa acadêmica. Durante este trajeto muitas pessoas estiveram a minha volta, amigos, colegas, funcionários e professores, me apoiando, ensinando e discutindo. Todos tiveram seu papel contribuindo direta ou indiretamente, aproveitei a ocasião para formalmente expressar meus sinceros e profundos agradecimentos, esperando não esquecer de citar nenhuma das pessoas que foram importantes durante esta fase.

Em primeiro lugar um agradecimento especial ao Prof. Dr. Paulo Cesar Motta, por me direcionar neste caminho novo e tortuoso, oferecendo-me a oportunidade, infraestrutura, disponibilidade e confiança.

Em segundo lugar outro agradecimento especial à Profa. Dra. Teresa Helena M. da Costa, do Departamento de Nutrição da Universidade de Brasília, pela paciência, compreensão e apoio durante essa jornada de mestrando e servidor público.

Em terceiro lugar ao João M. Barbosa que se disponibilizou, em finais de semana, feriados e noites chuvosas, a me ajudar com as imagens da microscopia eletrônica, assim como as servidoras Ingrid G. M. da Silva e Shaiane G. Crossetti do laboratório de microscopia.

A Profa. Dra. Ana Carolina Fragoso Motta, da Universidade de São Paulo, pelo apoio e forte incentivo nesse período, assim como sua ajuda nas etapas de revisão do texto.

Ao meu primo Cesar F. Terçariol pela ajuda nas etapas de revisão do texto.

Ao Gabriel Brunello pela ajuda com o delineamento estatístico.

Aos alunos, estagiários e servidores dos Laboratórios de Aracnologia (ICB - UnB) e Bioquímica da Nutrição (FS - UnB), pela companhia e apoio.

E por fim, mas não menos importante a Neisa F. Garcia, minha mãe, pelo incentivo e confiança depositada.

RESUMO

O conhecimento atual acerca da morfologia e dos mecanismos sensoriais envolvidos na procura de fêmeas, de algumas aranhas brasileiras, ainda é escasso. Desta forma, realizamos um estudo comparativo das estruturas sensoriais distais dos pedipalpos de machos, eventualmente envolvidas na percepção de parceiras sexuais, em aranhas migalomorfas do bioma Cerrado. As estruturas sensoriais foram analisadas por meio de imagens obtidas com microscopia eletrônica de varredura (MEV). Como resultados, observamos 22 diferentes tipos de *sensilla*, que podem apresentar pequenas variações entre as espécies. As *sensilla* mecanorreceptoras foram as que apresentaram maior diversidade. As espécies que apresentaram a maior diversidade de órgãos sensoriais foram *Oligoxystre bolivianum* seguida de *Longistylus ygapema*, enquanto que *Idiops pirassununguensis* apresentou a menor diversidade. A que apresentou maior variedade de cerdas (total de 10) foi *O. bolivianum*. Todas as espécies apresentaram ao menos um tipo de tricobótria, mas apenas as famílias Barychelidae e Theraphosidae apresentaram tricobótrias em forma de clava. Em relação à diversidade de órgãos em fenda, *Actinopus* sp. foi a que apresentou a maior diversidade, e *Neodiplothele* sp. apresentou a menor. Todas as espécies apresentaram duas estruturas liriformes na região retrolateral distal, mas apenas *Actinopus* sp. e *I. pirassununguensis* apresentaram estruturas liriformes duplas, na região prolateral distal; assim como órgãos tarsais em formato de um pico montanhoso com um orifício na extremidade. A única espécie que apresentou um órgão liriforme na base tibial foi *Actinopus* sp. Utilizamos a metodologia de agrupamento para correlacionar as estruturas sensoriais (tipos e distribuições) com seus hábitos de vida, entre as espécies. Obtivemos como resultado um dendograma que apresenta vários agrupamentos que corroboram as principais hipóteses filogenéticas de Mygalomorphae. No intuito de tentarmos prever o possível hábito de construção de refúgio da espécie *L. ygapema*, a qual não possui registro na literatura, utilizamos a análise discriminante linear, o qual sugeriu que o hábito de construção de alçapões é o mais provável. O presente estudo serve de subsídios para estudos futuros morfo-fisiológicos ou filogenéticos, visto que abrange conceitos tanto morfológicos como comportamentais.

PALAVRAS-CHAVE: Mygalomorphae, pedipalpo, órgão sensoriais.

ABSTRACT

The current knowledge about the morphology and sensorial mechanisms involved on the partnership encounters of some Brazilian spiders is still scarce. Considering this context, we performed a morphological comparative study of the distal male pedipalp sensorial structures involved in the perception of sexual partners, in some Cerrado mygalomorph spiders. The sensory structures were analyzed through scanning electron microscopy (SEM) images. We found 22 different types of sensilla, which may vary slightly between species. Among the sensorial structures, the mechanoreceptors sensilla presented the greatest diversity. The species *Oligoxystre bolivianum* showed the sensilla highest variety followed by *Longistylus ygapema*, at the same time *Idiops pirassununguensis* had the lowest. *O. bolivianum* showed 10 types of bristles. All species showed at least one type of trichobothria; however Barychelidae and Theraphosidae families presented trichobothria shaped like a mace. Regarding the diversity of slit organs, *Actinopus sp.* showed the greatest diversity, and *Neodiplothele sp.*, the lowest. All species showed two lyriform structures in the distal retrolateral region, but *Actinopus sp.* and *I. pirassununguensis* showed double lyriform structures in the prolateral distal region, as well as a tarsal organ like a mountain peak with a hole at the end format. Another exception occurred with *Actinopus sp.* that showed a lyriform in the tibial base. We used the methodology of clustering in order to correlate the sensory structures (types and distributions) with the species habits of life. We obtained a dendrogram with several groups that support the mainly phylogenetics propositions. The linear discriminant analysis were used to predict the possible retreat habit-building of the species *L. ygapema* (lack reports in the literature). The analyzes suggested that the most likely habit found was the trapdoors construction. The present study can be used as subsidies for future morpho-physiological or phylogenetic studies, since it embraces both morphological and behavioral concepts.

KEY-WORDS: Mygalomorphae, pedipalp, sensorial organs.

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1: Esquema representativo da tíbia e do címbio do pedipalpo de <i>Idiops pirassununguensis</i>	11
Figura 2: a-c) Cerda achatada - a) cerda individual (<i>L. ygapema</i> - tíbia), b) grupo de cerdas (<i>Neodiplothele</i> sp. - tíbia), c) detalhe do dorso da cerda (<i>Neodiplothele</i> sp. - tíbia; d) cerda apical claviforme - <i>O. bolivianum</i> (címbio); e-f) cerda franja - <i>O. bolivianum</i> (címbio) - f) detalhe das escamas.....	16
Figura 3: a) Cerda franja - <i>O. bolivianum</i> (címbio); b) variação da cerda franja em <i>I. annulata</i> ; c e d) cerda hexagonal e detalhes da extremidade - <i>O. bolivianum</i> (tíbia e címbio); e) cerda pseudoserrada - <i>O. bolivianum</i> (tíbia); f) cerda plumosa - <i>O. bolivianum</i> (tíbia).	17
Figura 4: a) e b) Cerda romba e detalhes da extremidade - <i>I. annulata</i> (tíbia); c) e d) cerda ordinária - <i>I. pirassununguensis</i> (tíbia) e <i>I. annulata</i> (tíbia); e) e f) cerda quimiorreceptora - <i>L. ygapema</i> (címbio) e <i>I. pirassununguensis</i> (tíbia).....	21
Figura 5: a) Detalhes da extremidade da cerda quimiorreceptora - <i>I. annulata</i> (tíbia); b-d) Tricobótria filiforme - <i>I. pirassununguensis</i> (tíbia), d) detalhe da região botrial e base em forma de disco); e) tricobótria clavado - <i>Neodiplothele</i> sp. (címbio); f) espinhos - <i>I. Pirassununguensis</i> (tíbia).....	22
Figura 6: a-f) Órgãos tarsais - a) e b) órgão tarsal caverna - <i>I. pirassununguensis</i> (tíbia) e <i>L. ygapema</i> (tíbia); c) órgão pico único com orifício - <i>I. pirassununguensis</i> (címbio); d) exposto - <i>L. ygapema</i> (címbio); e) e f) órgão tarsal encapsulado - <i>L. ygapema</i> (tíbia).	22
Figura 7: a) e b) Fenda curta unica - <i>Neodiplothele</i> sp. (tíbia), b) aglomerado de fendas curtas - <i>L. ygapema</i> (címbio); c) e d) fenda longa isolada - <i>I. pirassununguensis</i> (címbio); e) e f) órgão em fenda em forma de sela - <i>L. ygapema</i> (tíbia) e <i>I. annulata</i> (tíbia).	27
Figura 8: a) Órgão lirifome dorsal - <i>Neodiplothele</i> sp. (tíbia); b) órgão lirifome ventral - <i>L. ygapema</i> (tíbia); c) e d) órgão lirifome prolatateral e retrolateral- <i>Actinopus</i> sp. (tíbia); e) órgão lirifome retrolateral - <i>Neodiplothele</i> sp. (tíbia); f) órgão lirifome basal - leque - <i>Actinopus</i> sp. (tíbia).	33
Figura 9: a-f) Orifícios - a) orifício simples - <i>I. annulata</i> (tíbia); b) orifício em vala - <i>I. Pirassununguensis</i> (tíbia); c) e d) orifícios múltiplos em linha - <i>Actinopus</i> sp. (tíbia); e) e f) orifícios ornamentados - <i>L. ygapema</i> (tíbia).	37
Figura 10: Dendrograma do agrupamento por ligação completa e distância de Jaccard	39
Figura 11: Relações filogenéticas entre as famílias de aranhas migalomorfas do estudo, resumidas e adaptadas. A) BOND <i>et al.</i> (2012); B) RAVEN, (1985).	41

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Famílias e espécies dos táxons estudados e seus hábitos.	9
Tabela 2. Número de variações estruturais entre os diferentes grupos de sensilla encontrados nas espécies.	12
Tabela 3: Tabela simplificada da presença das cerdas, espinhos e tricobótrias por espécie.	13
Tabela 4: Variedades e distribuições das cerdas e tricobótrias por espécie (d = distal; p = proximal; A = ambos, distal e proximal).	23
Tabela 5: Comprimento, diâmetros das bases e desvios padrões das cerdas (n=10; μm)...	24
Tabela 6: Tabela simplificada da presença dos órgãos em fenda, orifícios e órgãos tarsais.	28
Tabela 7: Variedade e distribuição das cerdas e tricobótrias por espécie. (d = distal; p = proximal; A = distal e proximal).	35
Tabela 8: Resultados com as probabilidades de predição dos hábitos	36

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	3
Considerações Gerais	3
Órgãos sensoriais.....	4
As migalomorfias do Cerrado	7
OBJETIVOS	8
MATERIAL E MÉTODOS	9
Material.....	9
Métodos.....	10
Preparação das amostras e obtenção das imagens.....	10
Caracterização anatômica e morfologia comparada	10
Análise dos dados	11
RESULTADOS	12
Caracterização anatômica das sensilla e suas variações	12
Cerdas táteis	12
Tricobótrias	19
Órgãos tarsais	25
Órgãos em Fendas	25
Análise de agrupamento.....	36
Análise discriminante.....	36
DISCUSSÃO	38
Análises gerais	38
Considerações evolutivas.....	39
Análise de agrupamento.....	41
Análise de discriminante	42
CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45

INTRODUÇÃO

Considerações Gerais

Pertencentes à ordem dos aracnídeos, as aranhas são artrópodes encontrados em todos os ambientes terrestres, das ilhas árticas às regiões de deserto; são particularmente abundantes em áreas de vegetação diversificada (FOELIX, 2011). Possuem o corpo dividido em abdômen e cefalotórax, no qual estão inseridos os apêndices locomotores (quatro pares), os pedipalpos e as quelíceras.

Os estudos anatômicos dos pedipalpos retomam às primeiras descrições taxonômicas de Araneae. Nas aranhas, os pedipalpos são os apêndices que apresentam o maior grau de versatilidade, e poderiam ser considerados como os “canivetes suíços” do grupo (PECHMANN *et al.*, 2010). Estudos comparativos da morfologia dos apêndices sugerem que os pedipalpos com funções locomotoras sejam considerados plesiomórficos em Arachnida (SNODGRASS, 1971). Em Araneae, suas principais funções estão relacionadas aos órgãos sensoriais, que, como uma “antena”, sondam constantemente o ambiente; em sua capacidade de manipular presas; e nas modificações sexuais encontradas nos tarsos masculinos, consideradas uma das melhores ferramentas de identificação de espécies (PECHMANN *et al.*, 2010; FOELIX, 2011). Diferentemente dos outros apêndices, os pedipalpos apresentam seis artículos (coxa, trocânter, fêmur, patela, tibia e tarso), garras unitárias nos tarsos das fêmeas, e estruturas modificadas secundariamente em órgão copulador (bulbo copulador) nos tarsos dos machos. Os bulbos copulatórios são estruturas complexas utilizadas para transferir o esperma para a genitália feminina durante a cópula (FOELIX, 2011). Essas modificações são, sem dúvida, uma das apomorfias mais importantes na diagnose do grupo, as quais corroboram com o monofiletismo do táxon (CODDINGTON & LEVI, 1991).

Decorrente do tamanho reduzido e hábitos errantes no período de acasalamento, um dos grandes desafios para os machos de aranhas é encontrar parceiras sexuais e iniciar a corte. Eles buscam pistas deixadas pelas fêmeas, período no qual seus órgãos sensoriais comportam-se como radares e respondem a estímulos mecânicos, visuais ou químicos, neste último caso seguindo feromônios (aéreos ou de contato) deixados sobre um substrato e/ou um “fio guia” (TIETJEN, 1977; ROBINSON, 1982; BARTH, 1993; FOELIX, 2011).

Os machos da família Actinopodidae, por exemplo, costumam andar pelo solo com os pedipalpos, no mínimo levemente estendidos e tocando regularmente o substrato (MOTTA, 2014). De acordo com TIETJEN (1977) e TIETJEN & ROVNER (1980), quando

encontram um "fio guia" do sexo oposto, os machos de Lycosidae podem apresentar o comportamento de raspar alternadamente a superfície dorsal de cada palpo sobre a seda, e/ou arrancá-la com o primeiro par de pernas, enquanto giram seus corpos ao longo das pistas químicas deixadas. Segundo estes autores, esse comportamento pode representar tanto uma amostragem do feromônio feminino, como um teste das propriedades mecânicas do "fio guia" que estaria relacionado à direção a ser seguida. Em algumas espécies existe uma maior dependência dos feromônios para continuar a seguir os "fio guia", e isso deriva provavelmente do tipo de habitat e de seus hábitos.

Órgãos sensoriais

Os órgãos sensoriais (ou *sensilla*) representam a interface entre o ambiente e o sistema nervoso central e, portanto, entre o ambiente e o comportamento. Não são simplesmente janelas através das quais os animais percebem o meio no qual estão inseridos, mas suas imagens, cuidadosamente filtradas e geradas pelo sistema nervoso central, oferecem ao animal uma visão específica do mundo, e podem diferir dramaticamente entre as diferentes espécies (BARTH, 2002).

Nos seres humanos, o sistema nervoso está preparado para responder a uma variedade de estímulos eletromagnéticos, mecânicos e químicos. As aranhas, embora apresentem enormes diferenças estruturais e modos de ação de seus receptores, também respondem a esses estímulos (ATKINSON, 2009). Seus principais órgãos sensoriais, encontrados nos apêndices e associados à reprodução, são divididos em dois grandes grupos: os que captam estímulos mecânicos (mecanorreceptores) e os químicos (quimiorreceptores).

A percepção de vibrações, tanto aéreas como do substrato, desempenham um importante papel no comportamento sexual e na captura de presa das aranhas (BARTH, 1982).

Mecanorreceptores

As *sensilla* mecanorreceptoras dos aracnídeos compreendem: (1) cerdas táteis e espinhos; (2) tricobótia; e (3) órgãos em fenda (FOELIX, 1985a).

1) Cerdas táteis e Espinhos

As aranhas possuem cerdas sensoriais de vários formatos e tamanhos, as quais estão presentes em praticamente todo o corpo e apêndices, podendo funcionar como órgãos mecanorreceptores (FOELIX, 2011). As cerdas sensoriais podem ser divididas de acordo com

o modo de inervação, as quais podem representar as seguintes categorias: cerdas com as dendritos que terminam na base da cerda (mecanorreceptores); e cerdas com as dendritos que entram em sua haste e se comunicam com o exterior através de poros (quimiorreceptores) (FOELIX, 1985a). A maioria das cerdas é mecarreceptora, entretanto algumas delas, além de mecanosensíveis são também quimiosensíveis (BARTH, 2000). Apesar da grande variedade de tamanho e forma, as cerdas táteis (mecanorreceptoras) compartilham das seguintes características: uma haste oca, suspensa de modo móvel, com um encaixe articular membranoso; e várias células sensoriais cujo dendritos são ligados à base da haste. As cerdas sensoriais servem a aranha como interfaces mecânicas, que registram as forças externas e as converte em sinais nervosos que são enviados para o sistema nervoso central (Barth, 2000). Nem todas as cerdas apresentam funções sensoriais, algumas cerdas do cefalotórax e do abdomen, assim como algumas cerdas das escópulas de alguns grupos, não apresentam qualquer tipo de inervação, todavia, a maioria possui ao menos uma inervação (FOELIX, 2011).

MCINDOO (1911) percebeu que havia diferenças entre os tipos de cerdas, assim como possíveis funções associadas, a exemplo dos espinhos móveis para proteção, e das cerdas mais finas como mecanorreceptores. Em seus experimentos, ele observou que os espinhos formavam um ângulo de cerca de vinte graus com a perna antes de serem tocados, mas no instante do estímulo eles se deitavam, ficando paralelamente à perna; quando a aranha se movimenta, os espinhos retornam à sua posição original, o que sugere que sirvam principalmente como proteção contra inimigos ou obstáculos ambientais.

2) *Tricobótrias*

São cerdas especiais, que estão inseridas em um ângulo quase reto em relação ao eixo das pernas, especialmente nos artículos distais (FOELIX, 2011), podem apresentar dois tipos comuns de estrutura: longa e fina denominado tricobótria filiforme; ou curta, e em forma de clava, denominado tricobótria clavado (GUADANUCCI, 2012). Apresentam uma base normalmente circular em formato de copo, chamada de estrutura botrial. Estas *sensilla* são consideradas receptores de "toque a distância", pois percebem correntes e vibrações de ar de baixa frequência (GORNER & ANDREWS, 1969 *apud* FOELIX, 2011).

3) *Órgãos em fenda*

Os órgãos em fenda são uma peculiaridade dos aracnídeos (Barth, 1985). São representados por fendas na cutícula, possivelmente análogos às *sensilla* campaniformes de insetos (BARTH, 2002), que podem ocorrer em todos os artículos, isoladamente ou em grupos (FOELIX, 2011), e entre suas principais funções destaca-se a propriocepção

(KASTON, 1965). Os órgãos em fendas, ou órgãos vibracionais, são estruturas sensoriais que captam vibrações por meio da detecção de pequenas deformações no exoesqueleto, podendo apresentar sensibilidade a deformações específicas ou atuar sobre ampla faixa de frequência (MCINDOO, 1911; PRINGLE, 1955; KASTON, 1965; WALCOTT, 1969; BARTH & SEYFARTH, 1971; SEYFARTH & BARTH, 1972; FOELIX & CHU-WANG, 1973a; BARTH & PICKELMANN, 1975; BARTH & STAGL, 1976; SEYFARTH, 1978; SEYFARTH, *et al.* 1985; BARTH & GEETHABALI, 1982). Segundo esses autores, como o exoesqueleto é rígido e quitinoso, até as mínimas deformações são detectadas, e cada órgão apresenta sensibilidade a deformações específicas, mas podem atuar sobre ampla faixa de frequência. Eles perceberam a correlação direta entre o comprimento das fendas e suas sensibilidades, onde fendas mais longas apresentam maiores capacidades perceptivas.

Quimiorreceptores

Os quimiorreceptores podem estar presentes em todos os artículos distais das pernas, e apresentam formatos variados, podendo ser encontrados como simples orifícios, cerdas especializadas em captar substâncias químicas ambientais e os órgãos tarsais. Entretanto, todos apresentam distintas características morfológicas: inervações múltiplas e uma abertura na cutícula do órgão sensorial que fornece um meio de comunicação entre as fibras nervosas e o meio externo (FOELIX, 1970; FOELIX & CHU-WANG, 1973b). As cerdas modificadas são caracterizadas por uma abertura em sua extremidade, na qual várias fibras nervosas estão expostas diretamente ao meio ambiente (FOELIX 2011). Sabe-se historicamente que as aranhas podem testar a qualidade química de um substrato apenas sondando-o com as pontas dos apêndices (FOELIX 2011).

Órgãos tarsais

Apresentam-se normalmente como orifícios circulares na superfície dorsal, perto da extremidade proximal do tarso de cada perna e palpo, semelhante à base da tricobótria, embora possa ser encontrado em outros artículos a depender do táxon (HUBER, 2000). Cada órgão tarsal é enervado por 20 células sensoriais (TICHY & BARTH, 1992). As experiências de BLUMENTHAL (1935) indicam que esta estrutura também auxilia a aranha na localização de água potável. Esse mesmo autor estudou a estrutura do órgão do tarso em 500 espécies de aranhas e foi o primeiro a dar uma descrição histológica. Ele observou que várias fibras nervosas entravam em um cone cuticular na parte inferior da cápsula e penetrava o seu revestimento cuticular.

As migalomorfas do Cerrado

Existem três grandes grupos monofiléticos subordinados a Araneae: Mesothelae, Mygalomorphae e Araneomorphae. As aranhas migalomorfas, objetos deste estudo, apresentam as quelíceras ortognatas, ou seja, paralelas ao eixo longitudinal do corpo. Atualmente a ordem é composta de 16 famílias, com 333 gêneros e 2.894 espécies (PLATNICK, 2014).

No bioma Cerrado, as aranhas migalomorfas apresentam três tipos básicos de modo de vida e construção de refúgio (MOTTA, 2014). O primeiro tipo são as “aranhas-alçapão”, que para esse bioma possuem representantes das famílias Actinopodidae, Barychelidae, Idiopidae e Nemesiidae (MOTTA, 2014). As “aranhas-alçapão” vivem em tocas tubulares, escavadas com o auxílio do rastelo (estrutura em forma de espinhos nas quelíceras), e revestidas com seda para obter o isolamento do substrato adjacente. Estas sedas funcionam também como dobradiça para a tampa (de contorno pouco perceptível, devido à superfície externa apresentar uma camuflagem que simula o substrato circundante). O segundo tipo são as “aranhas de chão” (Nemesiidae e Theraphosidae) que, normalmente, vivem em buracos no solo, embaixo de pedras, troncos caídos, cupinzeiros e folhiço, e a maioria encobre seus abrigos com camadas de seda. Algumas espécie da família Theraphosidae pode apresentar comportamento arborícola. O terceiro tipo são as aranhas que vivem em teias relativamente densas e em forma de malha irregular e difusa (Dipluridae e algumas Theraphosidae), com entradas (acessos) tubulares. Neste tipo, as teias são construídas próximo ao solo, em cupinzeiros, troncos caídos, folhiço, barrancos, cavidades do solo ou de pedras, e outros locais escondidos.

Independente do modo de vida, os machos mudam seus hábitos após a última ecdise, abandonam seus abrigos e tornam-se errantes (FOELIX, 2011), saindo à procura de parceiras para o acasalamento na estação reprodutiva (geralmente de setembro a dezembro, no Cerrado). Pouco se sabe sobre os mecanismos sensoriais envolvidos na procura de fêmeas em vários grupos de Araneae.

Dentro deste contexto, propomos realizar um estudo comparativo das estruturas sensoriais dos pedipalpos dos machos eventualmente envolvidas na percepção de parceiras sexuais, em aranhas migalomorfas encontradas no bioma Cerrado.

OBJETIVOS

Testaremos a hipótese da existência de semelhanças tipológicas e de distribuição dos órgãos sensoriais em aranhas que apresentam hábitos distintos, no intuito de relacionar os tipos e distribuições das estruturas sensoriais, e os hábitos de vida de sete espécies de aranhas migalomorfas encontradas no bioma Cerrado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Descrição qualitativa e distributiva das estruturas sensoriais presentes nos artículos distais do pedipalpo do macho (tíbia e címbio);
- 2) Realizar análises estatísticas de agrupamento para analisar se existe similaridade dos órgãos sensoriais nas espécies, utilizando como base de dados as estruturas sensoriais e suas distribuições;
- 3) Realizar análises estatísticas discriminante para analisar a probabilidade dos órgãos sensoriais e suas distribuições representarem os hábitos apresentados de cada espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Amostras provenientes da Coleção de Aracnídeos do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília (Curador: Paulo Cesar Motta) foram incluídas nesse estudo. As preparações, montagens e observação do material ocorreram no Laboratório de Aracnídeos e no Laboratório de Microscopia Eletrônica, ambos situados no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília.

Para o estudo morfológico das estruturas sensoriais foram analisados um único exemplar de pedipalpo para cada face superficial: dorsal, ventral, prolateral e retrolateral, totalizando 4 indivíduos por espécie. Analisamos sete espécies de migalomorfas encontradas no bioma Cerrado. As características das amostras estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Famílias e espécies dos táxons estudados e seus hábitos.

Família	Espécie	Refúgio
Actinopodidae	<i>Actinopus</i> sp.	Alçapão
Barychelidae	<i>Neodiplothele</i> sp.	Alçapão
Dipluridae	<i>Ischnothele annulata</i> Tullgren 1905	Teia
Idiopidae	<i>Idiops pirassununguensis</i> Fukami & Lucas 2005	Alçapão
Nemesiidae	<i>Longistylus ygapema</i> Indicatti & Lucas 2005	Desconhecido
Theraphosidae	<i>Acanthoscurria paulensis</i> Mello-Leitão 1923	Chão
	<i>Oligoxystre bolivianum</i> (Vol 2001)	Teia

Métodos

Preparação das amostras e obtenção das imagens

As estruturas sensoriais foram analisadas por meio de imagens obtidas com microscopia eletrônica de varredura (MEV). As peças anatômicas masculinas, conservadas em álcool 80%, foram desidratadas em um processo gradativo: primeiro em álcool 100%, depois em acetona 90%, 100% e 100%. Durante a primeira desidratação com acetona 100%, as estruturas foram limpas por aproximadamente 30 minutos em banho ultrassônico (Ultrasonic Cleaner – Branson 32). Posteriormente foram montadas em *stubs* de aço, aderindo-as com fita carbono adesiva do tipo dupla face e metalizadas com paládio no aparelho *Leica EM SCD 500*. As imagens foram geradas no microscópio eletrônico de varredura *Jeol JSM 7001S* a 15 kV.

Caracterização anatômica e morfologia comparada

Analizamos os diferentes padrões de tricobótrias e suas estruturas botriais, de espinhos e cerdas, órgãos em fenda, poros e caracteres correlatos, assim como suas distribuições em determinadas regiões. Para fins de caracterização, as medidas das cerdas, espinhos e tricobótrias foram obtidas com microscópio ótico, equipado com câmera, ou obtidas pelo *software* de geração de imagens do MEV. Escolhemos aleatoriamente 10 exemplares de cada órgão encontrado (quando possível) e medimos seus comprimentos totais e larguras da base, assim como do diâmetro das estruturas botriais (Tabela 5). As terminologias adotadas seguiram PETRUNKEVITCH (1925) - para a nomenclatura das posições e regiões dos artículos; FOELIX & CHU-WANG (1973b) - para as cerdas quimiorreptoras e órgãos tarsais; BARTH (1985) - para os órgão em fenda; GUADANUCCI (2012) para as tricobótria. Devido a grande variedade de forma das cerdas táteis e a ausência de bibliografia específica, a nomenclatura utilizada foi a padrão citada por FOELIX (1970b; 2011) e RAMIREZ (2014), a única que não possuíam denominações foi nomeada (cerda hexagonal), baseado em sua forma, e representada em fonte itálica. Observamos as estruturas da tíbia e do címbio em posições dorsal, ventral, retrolateral e prolateral; utilizamos o plano transversal para separarmos a região distal de cada artículo (extremidade final do apêndice) e proximal de cada artículo (ou basal, mais próxima do corpo do animal) (Fig. 1).

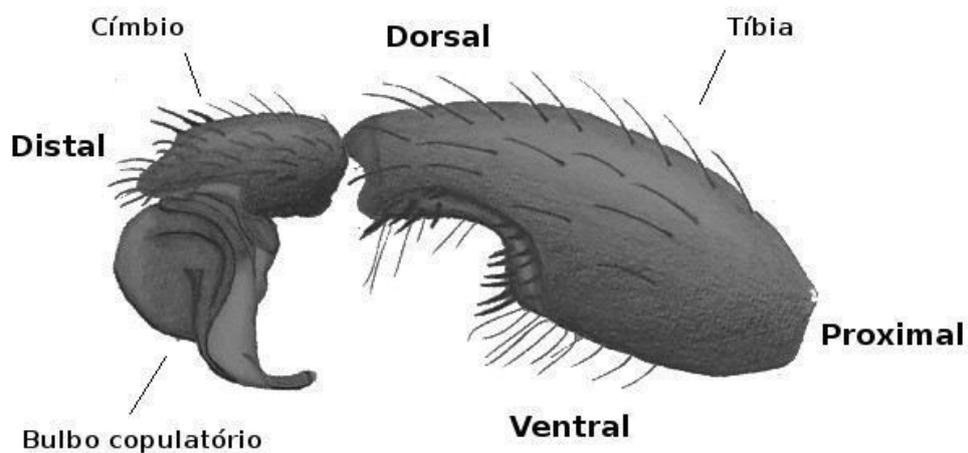


Figura 1: Esquema representativo da tibia e do címbio do pedipalpo de *Idiops pirassununguensis*.

Análise dos dados

Utilizamos a metodologia de agrupamento (ligação completa e distância de Jaccard), no intuito de agrupar as espécies por similaridade de estruturas sensoriais (tipos e distribuições). Essa análise tem como objetivo dividir os elementos da amostra em grupos de forma que os elementos pertencentes a um mesmo grupo sejam similares entre si, com respeito às variáveis medidas, e os elementos em grupos diferentes sejam heterogêneos em relação a estas mesmas características (MINGOTI, 2005).

Para correlacionarmos as estruturas sensoriais com os hábitos de vida e predizermos o possível hábito de vida (construção de teias, alçapões ou errantes de chão) da espécie *L. ygapema*, sem registro na literatura até o momento, utilizamos a análise discriminante linear. O método de análise discriminante é utilizado para classificar elementos de uma amostra da população, e para sua aplicação é necessário que cada elemento a ser classificado sejam pré-definidos, *a priori*, esse conhecimento prévio permite a elaboração de uma função matemática, a qual será utilizada para classificar novos elementos amostrais nos grupos pré-existentis (MINGOTI, 2005).

O software utilizado para as análises foi o software free R (R Development Core Team, 2014).

RESULTADOS

Foram encontrados cinco grandes grupos de *sensilla* nos pedipalpos do macho, cada um apresentando, geralmente, variações estruturais dependendo da espécie, como demonstrado na Tabela 2 (*Acanthoscurria paulensis*, por exemplo, apresentou 9 diferentes variedades de cerdas).

Tabela 2. Número de variações estruturais entre os diferentes grupos de sensilla encontrados nas espécies.

Estruturas	A. <i>paulensis</i>	<i>Actinopus</i> sp.	I. <i>pirassununguensis</i>	I. <i>annulata</i>	L. <i>ygapema</i>	<i>Neodiplothele</i> sp.	O. <i>bolivianum</i>
Cerdas e espinhos	9	3	4	7	9	8	10
Órgãos em Fenda	8	14	9	10	11	9	12
Órgãos tarsais	2	2	2	-	2	1	1
Orifícios	2	3	2	1	1	2	2
Tricobótrias	2	1	1	1	1	2	2
Total	24	23	18	21	26	23	27

Caracterização anatômica das sensilla e suas variações

Cerdas táteis (Tabela 3 e 4)

1. Achatadas

Cerdas longas que apresentam projeções das escamas em uma direção (Fig. 2a-c), a partir de sua região medial, formando uma espécie de membrana, a qual lhe confere a aparência de uma folha de planta ou uma pena. A região oposta à projeção mantém a presença de escamas alongadas como espinhos. A base é circular e com escamas semelhantes a espinhos.

- *Neodiplothele* sp.: algumas escamas de sustentação saem do centro e vão em direção à extremidade da membrana, tornando-a muito semelhante a uma nadadeira dorsal de um peixe (Fig. 2b,c).

Tabela 3: Tabela simplificada da presença das cerdas, espinhos e tricobótrias por espécie.

Estruturas	<i>A. paulensis</i>		<i>Actinopus</i> sp.		<i>I. pirassununguensis</i>		<i>I. annulata</i>		<i>L. ygapema</i>		<i>Neodiplothele</i> sp.		<i>O. bolivianum</i>	
	Címbio	Tíbia	Címbio	Tíbia	Címbio	Tíbia	Címbio	Tíbia	Címbio	Tíbia	Címbio	Tíbia	Címbio	Tíbia
Achatadas									X	X	X	X		
Claviforme	X												X	
Franja							X	X	X		X		X	
<i>Hexagonal</i>													X	X
Ordinárias	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Plumosa	X	X							X	X			X	X
Pseudoserrada	X	X											X	X
Romba								X						
Espinhos		X			X	X	X			X		X		X
Quimiorreceptoras	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Tricobótria Filiforme	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tricobótria Clavado	X										X		X	

2. Apical Claviforme

Cerdas longas com ápice abaulado (Fig. 2d); a extremidade distal apresenta circunferência larga (com no máximo duas vezes a circunferência da base); suas escamas longitudinais possuem vários alongamentos, semelhantes a pelos, principalmente na região médio-distal.

3. Franja

Apresentam o terço ou a metade distal com escamas muito alongadas (Fig. 2e,f; 3a,b), que formam uma franja, algumas lembram um pente ou uma escova de cabelo. As escamas longas podem ser intercaladas por escamas curtas, que estão presentes em metade da circunferência, sendo a outra extremidade da circunferência praticamente sem escamas. O grau de alongamento das cerdas varia de acordo com a posição no apêndice, em geral cerdas mais distais no címbio apresentam um maior grau de crescimento das suas escamas.

- *I. annulata*: apresentam baixa densidade de escamas alongadas, embora essas sejam espessas; as presentes na tíbia proximal lembram espinhos; na região mais distal do címbio as cerdas vão ganhando volume de escamas e se tornam mais alongadas (Fig. 3b).

- *L. ygapema*: apresentam ao menos dois padrões de cerdas de franja: cerdas com baixa densidade de escamas alongadas, mas relativamente espessas, e cerdas com grande profusão de escamas, sem escamas muito evidentes.

- *Neodiplothele* sp.: apresentam escamas maiores e em grande profusão na metade distal; apresentam também várias escamas longas ao longo de sua extensão.

- *O. bolivianum*: apresentam escamas maiores e em grande profusão na metade distal, embora apresentem várias escamas alongadas e dispersas ao longo da extensão basal da cerda (Fig. 2e,f; 3a).

4. Hexagonal

Cerdas relativamente longas, cuja base circular apresenta escamas longas, semelhantes a espinhos (Fig. 3c); a partir de sua metade distal os espinhos vão rareando e a estrutura, antes circular da base, vai se tornando hexagonal sem escamas. Possui pequenos poros no ápice (Fig. 3d).

5. Ordinárias ou retas pontiagudas

Cerdas longas com escamas em ranhuras longitudinais por todo o tamanho da cerda, escamas lembrando espinhos na região medial, sem orifícios (Fig. 4c,d). Algumas possuem rotações espirais. Relativamente robustas na base e terminam em uma ponta cônica. Todas as espécies apresentaram distribuição ampla desse tipo de cerda.

- *A. paulensis*: apresenta escamas maiores e mais finas, que estão presentes em grande quantidade por toda a cerda.

- *I. pirassununguensis*: apresenta cerdas mais longas e delgadas na tíbia (Fig. 4c).

- *Neodiplothele* sp.: apresenta escamas maiores distribuídas por toda a cerda.

- *O. bolivianum*: apresenta escamas maiores e mais espessas, as quais estão presentes em grande quantidade por toda a cerda.

6. Plumosa

Cerdas curtas que possuem ausência de escamas na base e escamas relativamente alongadas, finas e juntas (Fig. 3f); à medida que se distancia da base; há um aumento da circunferência, na região medial e depois afila, mas termina em uma extremidade ogival, o que confere a cerda uma impressão visual semelhante a uma lagarta de borboleta/mariposa.

7. Pseudoserrada

Cerdas que lembram as cerdas hexagonais, entretanto em sua base apresenta cerdas mais longas e finas (Fig. 3e); a partir de sua metade os espinhos vão reduzindo em tamanho, mas não desaparecem e a estrutura da base, antes circular, vai se tornando levemente hexagonal. Não foi possível observar abertura no ápice.

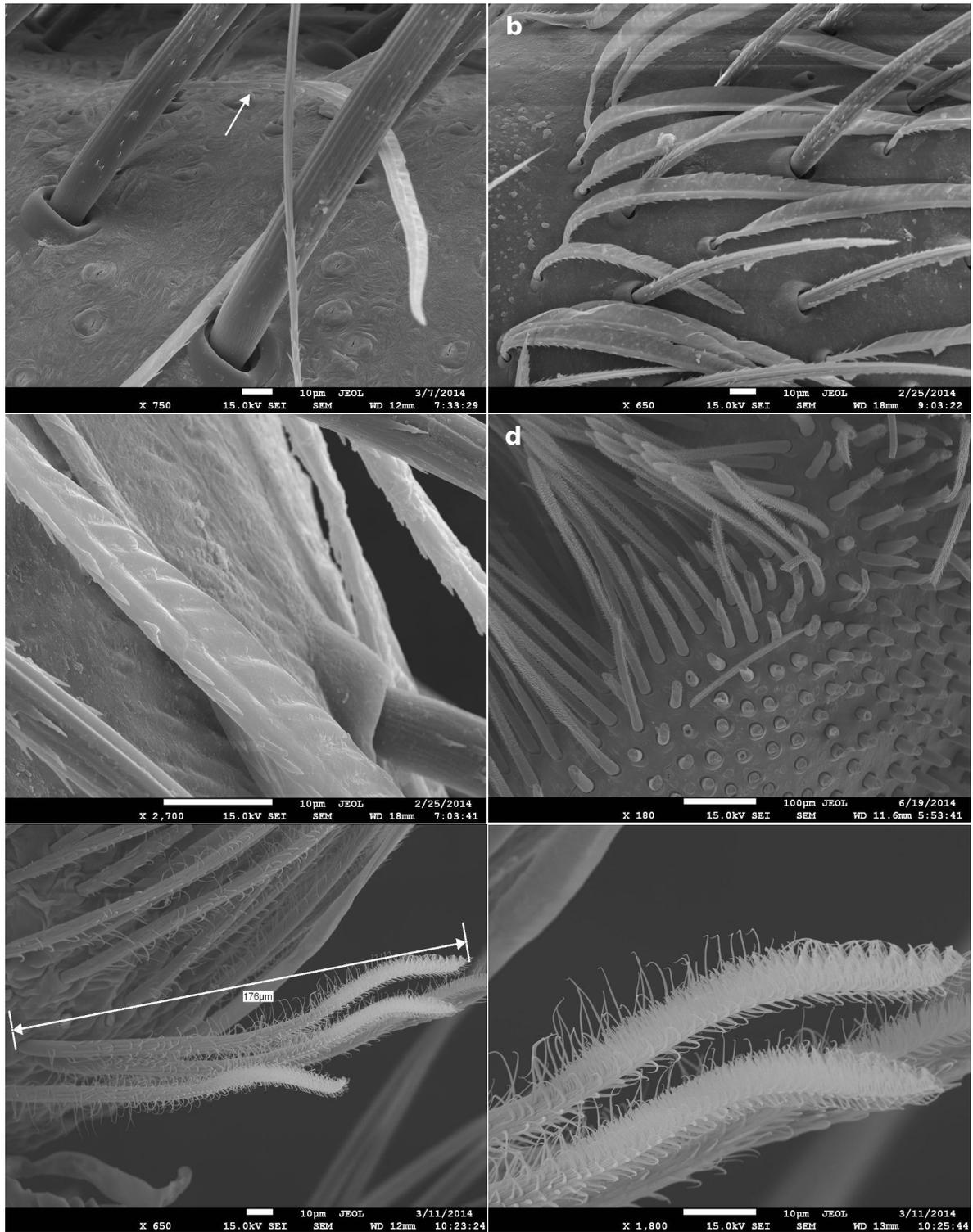


Figura 2: a-c) Cerda achatada - a) cerda individual (*L. ygapema* - tíbia), b) grupo de cerdas (*Neodiplothele* sp. - tíbia), c) detalhe do dorso da cerda (*Neodiplothele* sp. - tíbia; d) cerda apical claviforme - *O. bolivianum* (címbio); e-f) cerda franja - *O. bolivianum* (címbio) - f) detalhe das escamas.

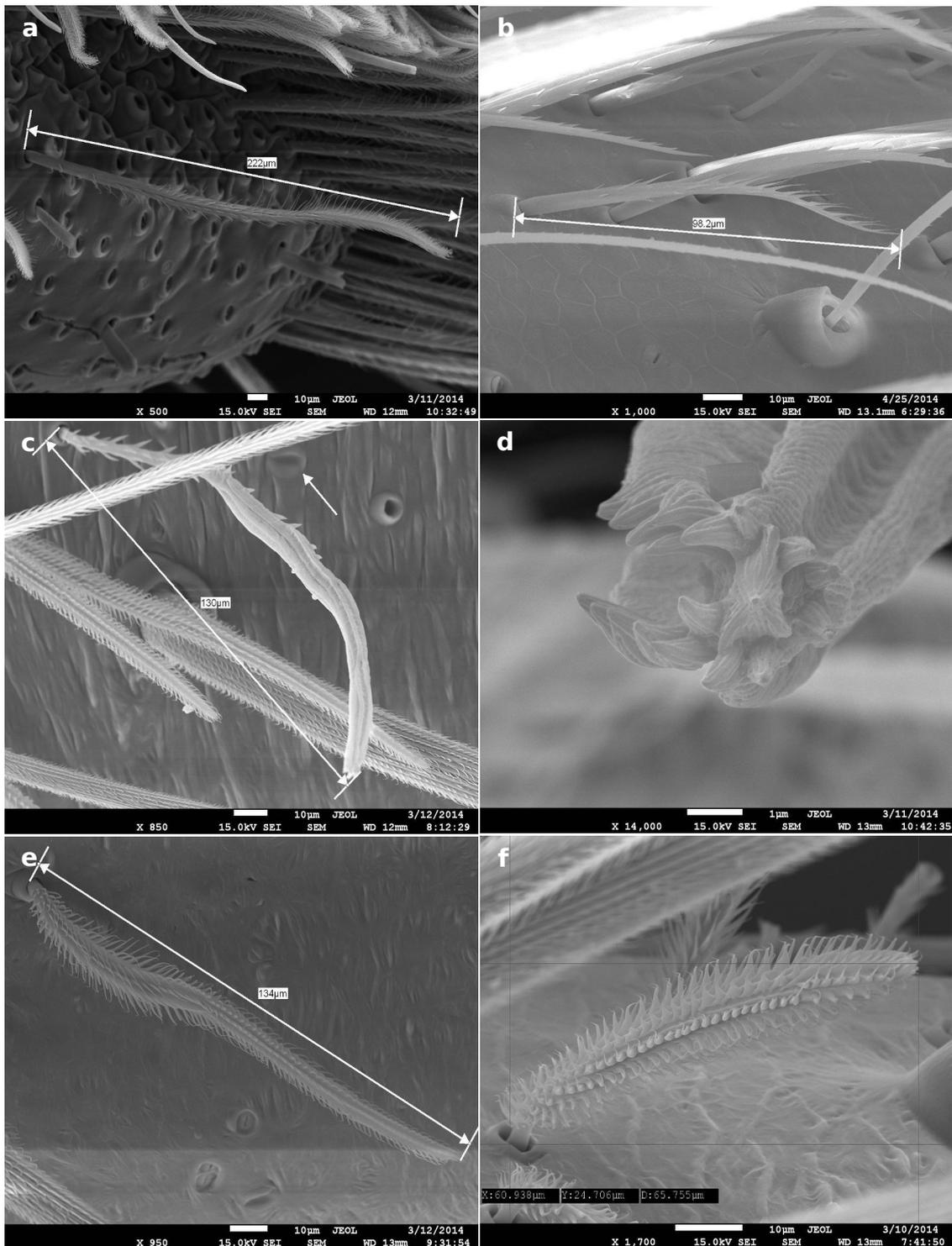


Figura 3: a) Cerda franja - *O. bolivianum* (címbio); b) variação da cerda franja em *I. annulata*; c e d) cerda hexagonal e detalhes da extremidade - *O. bolivianum* (tíbia e címbio); e) cerda pseudoserrada - *O. bolivianum* (tíbia); f) cerda plumosa - *O. bolivianum* (tíbia).

8. Romba

Cerdas longas sem escamas visíveis, com exceção de poucos espinhos curtos e espessos, com distribuição regular por toda sua extensão (Fig. 4a). Possui terminação romba e não foram observados orifícios em sua extremidade.

Cerdas Quimiorreceptoras (Tabela 3 e 4)

9. Quimiorreceptoras

Apresentam, em geral, o terço basal mais espesso, o qual afila e termina em uma ponta rombosa de extremidade plana (Fig. 4e,f); apresenta sempre uma abertura na extremidade (Fig. 5a); escamas em ranhuras relativamente transversais, de maior evidência na região distal.

- *L. ygapema*: Algumas cerdas, ao invés de terminarem em uma estrutura plana, apresentam um ápice pontiagudo com várias ranhuras longitudinais.
- *O. bolivianum*: Algumas cerdas, ao invés de terminarem em uma estrutura plana, apresentam um ápice pontiagudo e sem ranhuras.

Espinhas (Tabela 3 e 4)

10. Espinhos

Apresentam escamas com ranhuras longitudinais (Fig. 5f), sem orifícios ou rotações, robustos e com terminações cônicas; possuem base estreita, normalmente mais longas do que largas.

- *A. paulensis*: encontrados na tíbia dorsal em número de oito.
- *I. annulata*: encontrados no címbio em duas fileiras uma com duas ou três (retrolateral) e outra com cinco (prolateral), longas e largas.
- *I. pirassununguensis*: encontrados no címbio em grupos maiores que 12, longas e largas; na tíbia foram evidenciados mais de 40 na região ventral (Fig. 5f).
- *L. ygapema*: encontrados na tíbia, duas na região retrolateral, e três na prolateral.
- *Neodiplothele* sp.: encontrados na tíbia, duas na região ventral.
- *O. bolivianum*: encontrados na tíbia dorsal em número de duas.

Tricobótria (Tabela 3 e 4)

11. Tricobótria Filiforme

Cerda apresentando poucas escamas evidentes (Fig. 5b-d), com a base da haste semelhante a forma de um disco, o qual é duas vezes mais espesso que a haste (formato de uma marreta invertida). Estrutura botrial elevada em geral circular ou semicircular (sem elevação em direção distal do artícuo) e pouco elevada, com o orifício de inserção da cerda no centro.

- *Actinopus* sp.: com oito tricobótrias no címbio proximal em duas linhas transversais (cinco e três); tibia prolateral e retrolateral centrais com uma fileira de 5 tricobótrias cada;

- *Neodiplothele* sp.: estrutura botrial bem elevada e evidente lembrando um vulcão. Presença de escamas mais evidentes na metade distal e extremidade da cerda com escamas alongadas. Apresenta quatro tricobótrias em duas linhas no centro do dorso do címbio; tibia prolateral e retrolateral centrais com uma fileira de cinco tricobótrias cada;

- *A. paulensis*: com seis tricobótrias em um grupo no dorso central do címbio; duas fileiras com duas tricobótrias na região dorsal basal da tibia, com estrutura botrial bem elevada e evidente lembrando um vulcão.

- *I. annulata*: estrutura botrial elevada e evidente; apresenta seis tricobótrias em linha no centro do dorso do címbio; tibia prolateral e retrolateral basal-medial com uma fileira de oito tricobótrias cada;

- *I. pirassununguensis*: com quatro tricobótrias em duas linhas no centro do dorso da tibia basal; duas fileiras com quatro tricobótrias no címbio central dorsal (Fig. 5b-d).

- *L. ygapema*: com dez tricobótrias em um grupo no dorso central do címbio; tibia dorsal basal-medial com duas fileiras de seis tricobótrias cada;

- *O. bolivianum*: estrutura botrial bem elevada e evidente lembrando um vulcão. Presença de escamas em toda a extremidade da cerda, mais alongadas na região distal. Apresenta seis tricobótrias em um grupo no dorso central do címbio; duas fileiras com cinco tricobótrias na região dorsal basal da tibia; dupla de tamanho muito alongado de tricobótrias na região prolateral basal; dupla de tamanho muito alongado de tricobótrias na região retrolateral distal;

12. Tricobótria Clavado

Apresentam poucas escamas evidentes, em uma base relativamente fina não diferindo muito de uma cerda ou tricobótria, mas sua região apical é globulosa e toda a estrutura se assemelha a uma clava (Fig. 5e), com espessura pelo menos cinco vezes superior à espessura da base. Na área globulosa as escamas ficam bem evidentes, normalmente se agrupam na região dorsal do címbio. Estrutura botrial segue o mesmo padrão dos tricobótrias da espécie, em geral elevada e com estrutura circular.

- *A. paulensis*: estruturas podem apresentar formações mais alongadas (como um picolé) ou globulares (lembrando uma clava); escamas são pouco evidentes em toda a estrutura. Sua distribuição é na região média dorsal do címbio e apresenta cerca de 16 tricobótrias sem padrão definido de distribuição, os quais dividem espaço com outras tipos de cerdas e tricobótrias.

- *Neodiplothele* sp.: escamas bem evidentes, lembrando serras. São compostos por quatro tricobótrias agrupados no dorso-medial do címbio; posicionam-se posteriormente a um grupo de tricobótrias comuns (Fig. 5e).

- *O. bolivianum*: escamas pequenas e evidentes, semelhantes a pelos, ocupam toda a região globular e a região basal. Sua distribuição é na região média dorsal do címbio com cerca de 12 tricobótrias, os quais dividem espaço com outras tipos de cerdas e tricobótrias.

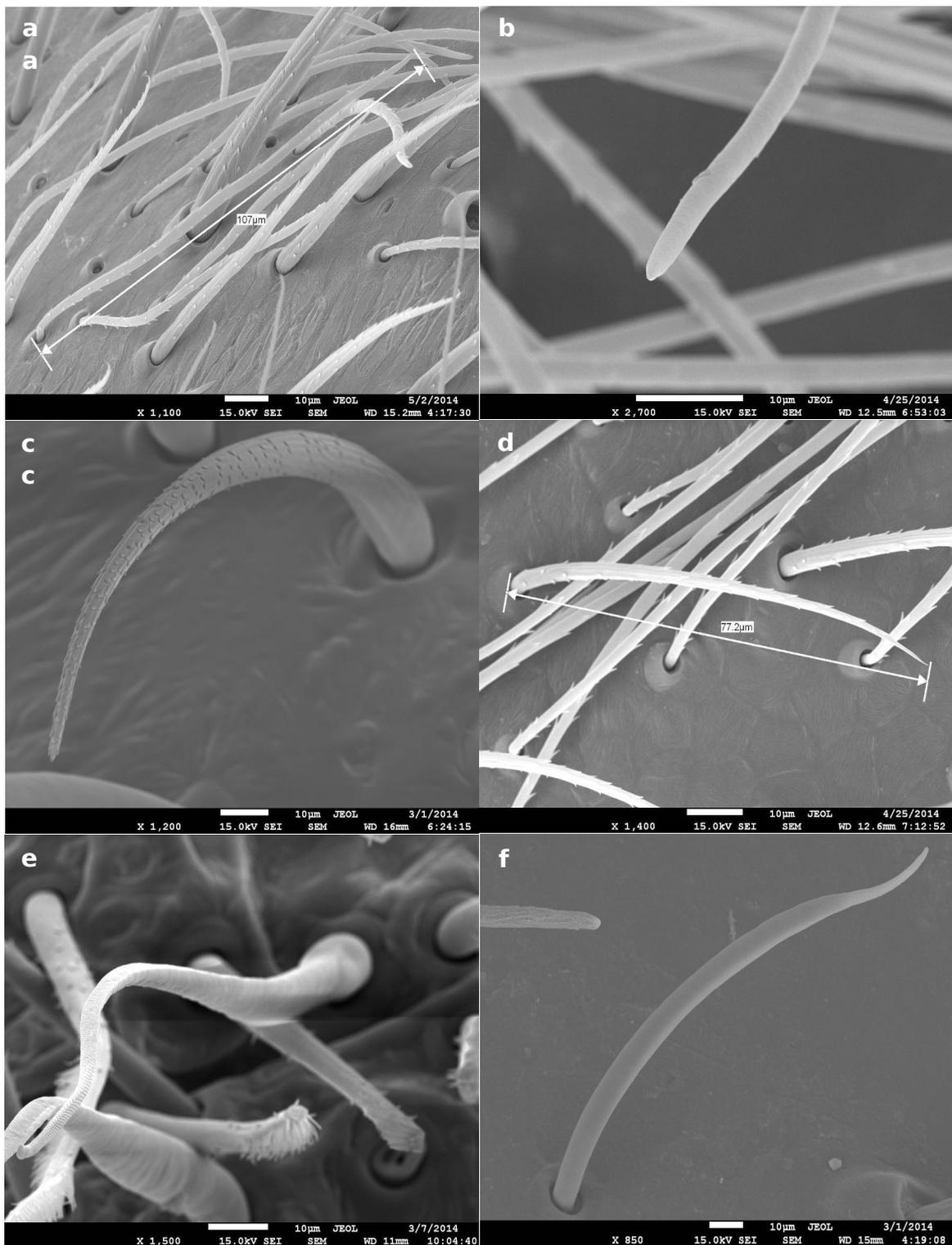


Figura 4: a) e b) Cerda romba e detalhes da extremidade - *I. annulata* (tíbia); c) e d) cerda ordinária - *I. pirassununguensis* (tíbia) e *I. annulata* (tíbia); e) e f) cerda quimiorreceptora - *L. ygapema* (címbo) e *I. pirassununguensis* (tíbia).

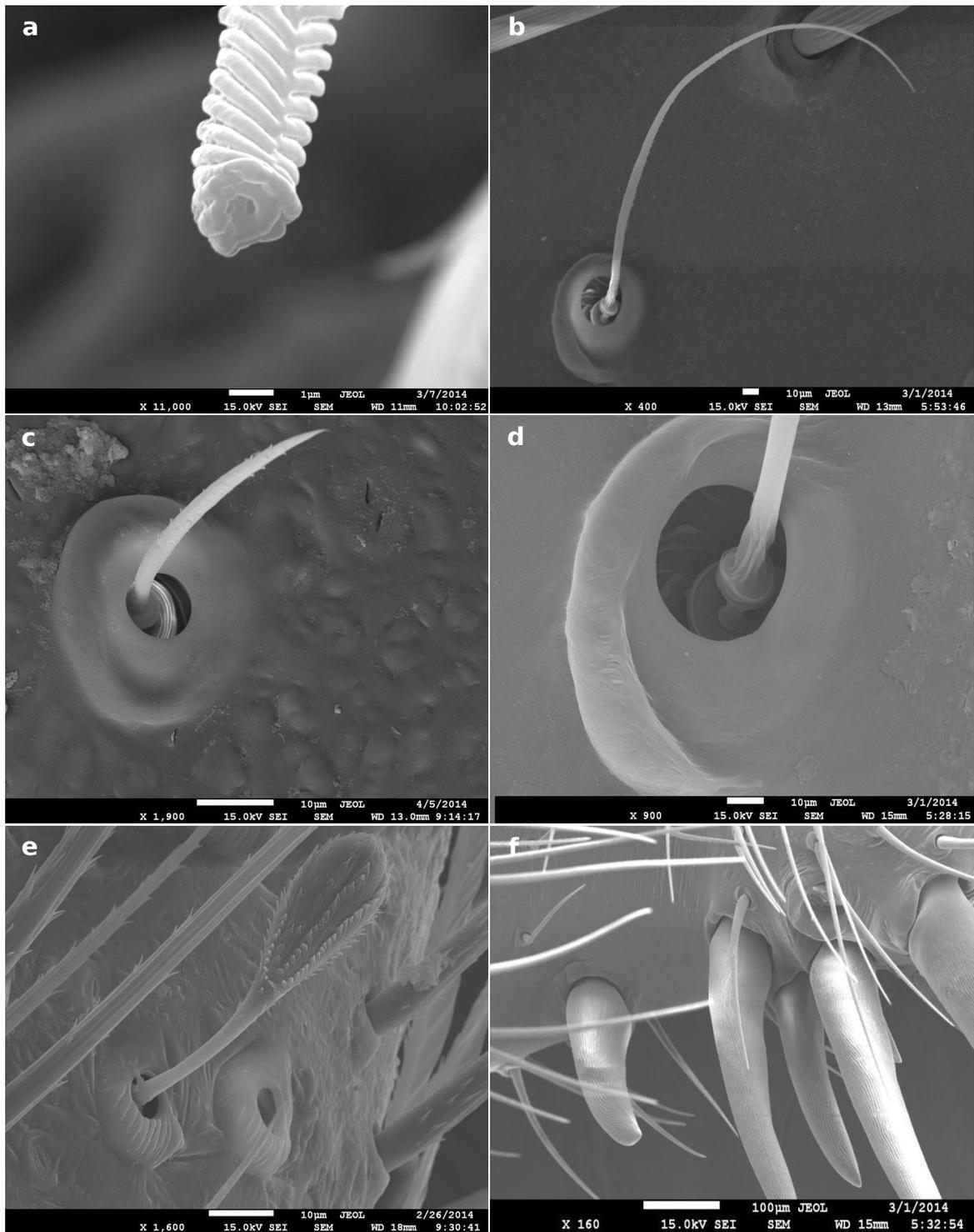


Figura 5: a) Detalhes da extremidade da cerda quimiorreceptora - *I. annulata* (tíbia); b-d) tricobótria filiforme - *I. pirassununguensis* (tíbia), d) detalhe da região botrial e base em forma de disco; e) tricobótria clavado - *Neodiplothele* sp. (címbio); f) espinhos - *I. pirassununguensis* (tíbia).

Tabela 5: Comprimento, diâmetros das bases e desvios padrões das cerdas (n=10; µm).

Estruturas	<i>A. paulensis</i>	<i>Actinopus</i> sp.	<i>I. pirassununguensis</i>	<i>I. annulata</i>	<i>L. ygapema</i>	<i>Neodiplothele</i> sp.	<i>O. bolivianum</i>
Achatadas	250 ± 81.4	--	--	--	256 ± 51	158 ± 16.1	--
Achatadas base	6 ± 1.7	--	--	--	5 ± 0.5	3 ± 0.6	--
Claviforme	287 ± 78.9	--	--	--	--	--	270 ± 26.2
Claviforme base	15 ± 1.9	--	--	--	--	--	6 ± 0.4
Franja	--	--	--	106 ± 20	251 ± 90	87 ± 12.8	168 ± 37
Franja base	--	--	--	4 ± 1	8 ± 2.3	5 ± 0.7	6 ± 0.4
Hexagonal	--	--	--	--	--	--	200 ± 78.7
Hexagonal base	--	--	--	--	--	--	5 ± 0.9
Ordinária	514 ± 116.5	456 ± 387.7	125 ± 22.5	473 ± 331.3	323 ± 89.7	266 ± 142.8	448 ± 282.3
Ordinária base	9 ± 2.4	15 ± 6.6	18 ± 1.6	10 ± 4.5	12 ± 1.3	10 ± 2.6	13 ± 6.3
Plumosa	61 ± 12.4	--	--	--	67 ± 9.4	--	124 ± 19.5
Plumosa base	5 ± 1.2	--	--	--	4 ± 0.4	--	5 ± 1
Pseudoserrada	277 ± 78.4	--	--	--	--	--	192 ± 58.4
Pseudoserrada base	7 ± 1.7	--	--	--	--	--	4 ± 0.7
Romba	--	--	--	135 ± 22.3	--	--	--
Romba - base	--	--	--	3 ± 0.2	--	--	--
Espinhos	1754 ± 403.3	--	244 ± 72.6	187 ± 22.9	--	--	858 ± 136.5
Espinhos Base	275 ± 60.9	--	48 ± 17.6	37 ± 6	--	--	57 ± 15.6
Quimiorreceptoras	254 ± 99	184 ± 92.8	181 ± 35.2	225 ± 87.2	248 ± 43.2	123 ± 38.1	337 ± 73.1
Quimiorreceptoras base	14 ± 5.3	11 ± 1.6	13 ± 2.3	8 ± 1	10 ± 1.3	6 ± 1	10 ± 1.9
Tricobótria Filiforme	523 ± 85.6	165 ± 122.5	244 ± 95.5	116 ± 85.9	233 ± 46	106 ± 61.1	198 ± 157.6
T. Filiforme base	4 ± 0.5	4 ± 1.3	4 ± 1	2 ± 0.3	4 ± 0.7	4 ± 1	5 ± 0.4
Tricobótria Clavado	95 ± 10.4	--	--	--	--	64 ± 5	89 ± 5.5
T. Clavado Base	4 ± 0.4	--	--	--	--	3 ± 0.5	5 ± 0.1

Órgãos tarsais (Tabela 6 e 7)

13. Caverna

Órgão com formato de seu orifício de entrada semelhante a uma entrada de caverna (Fig. 6a,b). Seus orifícios são sempre orientados distal ou ventralmente em relação aos apêndices.

14. Encapsulado

Apresenta a estrutura de inserção basal semelhante a uma cerda ordinária, mas no interior apresenta uma estrutura de formato triangular (Fig. 6e,f) que, em alguns casos, pode lembrar folhas de árvore fechadas com o dobramento das folhas. A estrutura interna não ultrapassa a altura da região de inserção.

15. Exposto

Apresenta formato cônico (Fig. 6d), não possui escamas evidentes e sua estrutura de inserção basal é semelhante a de uma cerda ordinária.

16. Pico

A estrutura desse órgão é composta de uma cavidade exterior da qual soergue uma protuberância de forma abaulada com um orifício único na extremidade (Fig. 6c).

Órgãos em Fendas (Tabela 6 e 7)

17. Fenda curta

Órgão em fenda em formato que se assemelha a estômatos vegetais (Fig. 7a,b); contém apenas um orifício em formato de fenda simples. A estrutura pode estar em uma elevação semelhante a de um vulcão, em depressão semelhante a uma cisterna, ou ao nível do tegumento. Em algumas espécies ocorre a formação de aglomerados.

18. Fenda longa isolada

Órgão em fenda longa, que guarda semelhanças com os órgãos em sela (ver abaixo), embora eles sejam mais alongados, isolados e de baixa densidade (Fig. 7c,d). Pode apresentar um orifício único localizado na região central, ou membranas que se sobrepõem formando uma fenda. As extremidades normalmente possuem invaginações, e os sulcos podem ser superficiais ou profundos.

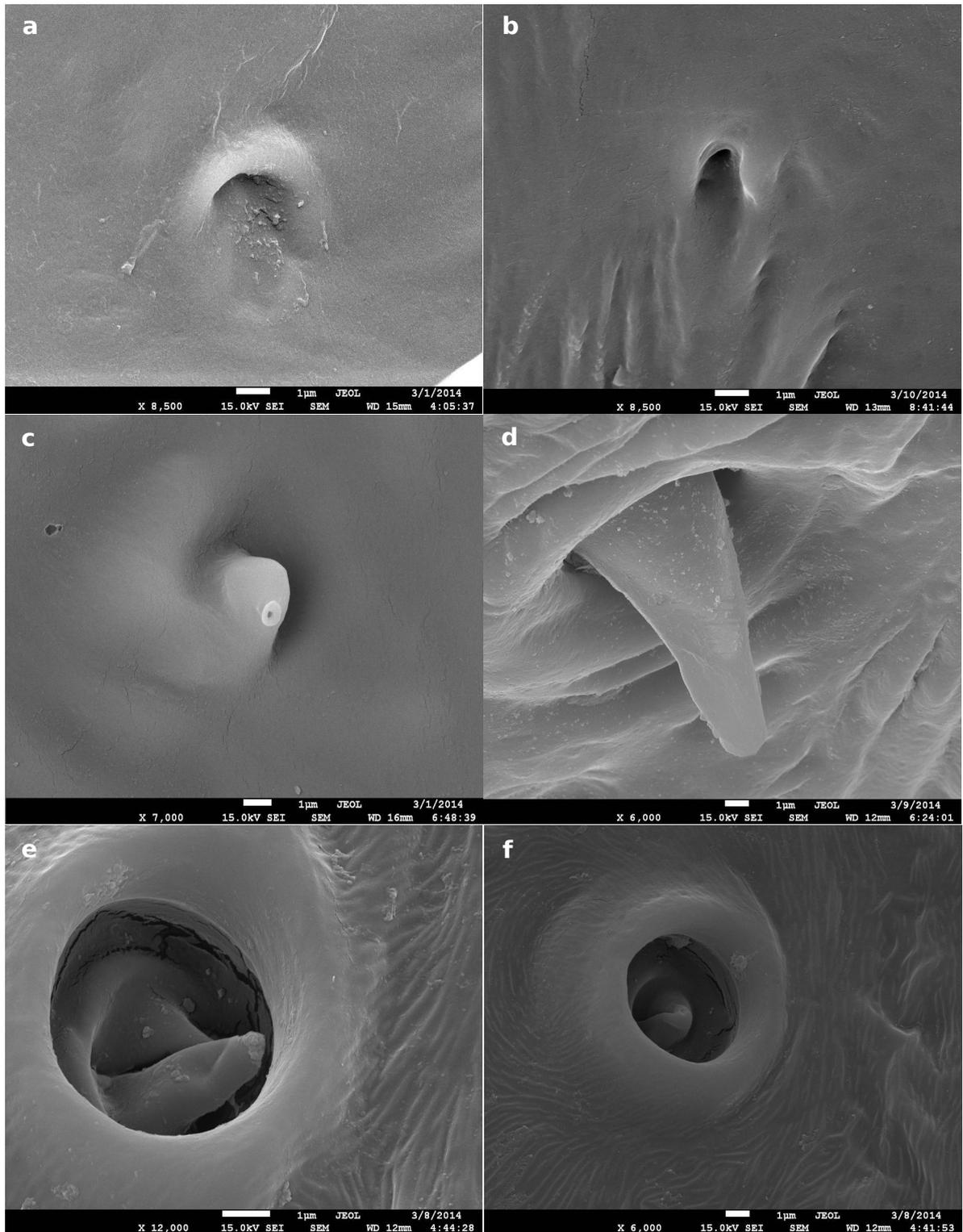


Figura 6: a-f) Órgãos tarsais - a) e b) órgão tarsal caverna - *I. pirassununguensis* (tíbia) e *L. ygapema* (tíbia); c) órgão pico único com orifício - *I. pirassununguensis* (címbio); d) exposto - *L. ygapema* (címbio); e) e f) órgão tarsal encapsulado - *L. ygapema* (tíbia).

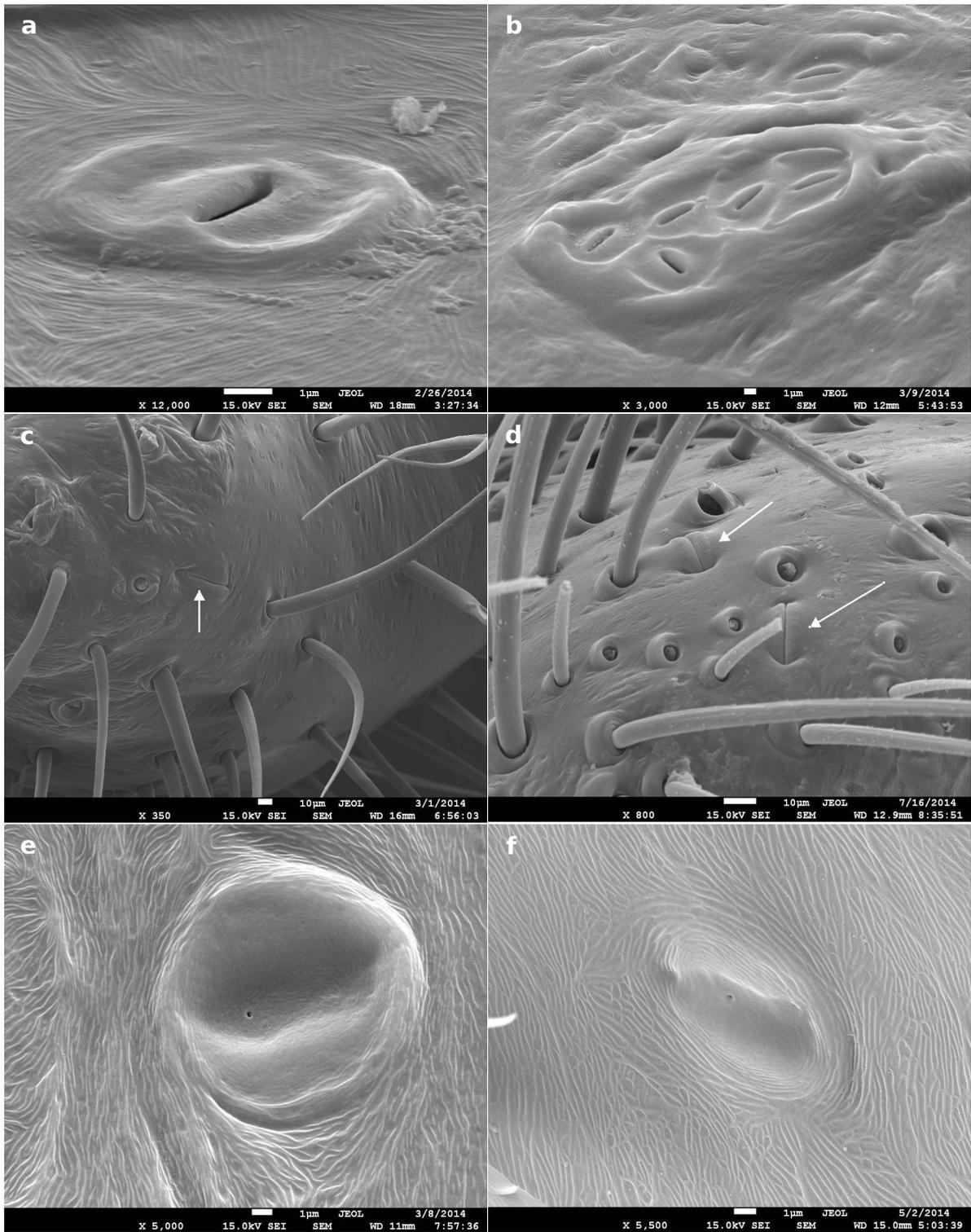


Figura 7: a) e b) Fenda curta única - *Neodiplothele* sp. (tíbia), b) aglomerado de fendas curtas - *L. ygapema* (címbio); c) e d) fenda longa isolada - *I. pirassununguensis* (címbio); e) e f) órgão em fenda em forma de sela - *L. ygapema* (tíbia) e *I. annulata* (tíbia).

Tabela 6: Tabela simplificada da presença dos órgãos em fenda, orifícios e órgãos tarsais.

Estruturas	<i>A. paulensis</i>		<i>Actinopus</i> sp.		<i>I. pirassununguensis</i>		<i>I. annulata</i>		<i>L. ygapema</i>		<i>Neodiplothele</i> sp.		<i>O. bolivianum</i>	
	Címbio	Tíbia	Címbio	Tíbia	Címbio	Tíbia	Címbio	Tíbia	Címbio	Tíbia	Címbio	Tíbia	Címbio	Tíbia
Fenda curta	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fenda longa isolada	-	-	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X
Liriforme Dorsal	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
Liriforme Prolateral I	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
Liriforme Prolateral II	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Liriforme Retrolateral	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
Liriforme Ventral	-	X	X	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
Liriforme Basal	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
Orifício	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X
Orifícios múltiplos	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sela	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Órgão tarsal Caverna	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	-	X
Órgão tarsal encapsulado	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Órgão tarsal exposto	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Órgão tarsal em Pico	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-

19. Liriforme

Compostas de várias fendas simples que estão lado a lado, mais ou menos paralelos umas às outras (Fig. 8a-f). São cercados por uma borda que se assemelha a lábios, podem ser delimitadas por uma fronteira comum, ou cada fenda pode apresentar sua borda. Na sua região central possui sulcos profundos ou superficiais, que geralmente possui um orifício ou uma fissura. Suas bordas são bem delineadas e mais elevadas que o tegumento.

a) Dorsal

- *A. paulensis*: dez fendas em diferentes sentidos, cinco delas bem profundas; não foi possível observar orifícios.
- *Actinopus* sp.: oito fendas relativamente paralelas, algumas com sulcos longos e profundos; não foi possível observar orifícios.
- *I. annulata*: formado por mais de 11 fendas relativamente paralelas, algumas com sulcos longos e profundos; duas cavidades perpendiculares na região distal; não foi possível observar orifícios.
- *I. pirassununguensis*: formado por dez fendas relativamente paralelas algumas com sulcos longos e pouco profundos; não foi possível observar orifícios.
- *L. ygapema*: formado por nove fendas relativamente paralelas, algumas com sulcos longos e profundos; não foi possível observar orifícios.
- *Neodiplothele* sp.: formado por oito fendas relativamente paralelas, algumas com sulcos longos e profundos; não foi possível observar orifícios (Fig. 8a).
- *O. bolivianum*: formado por 12 fendas em diferentes sentidos, cinco delas bem profundas; não foi possível observar orifícios.

b) Prolateral

Algumas espécies apresentaram dois órgãos liriformes na região prolateral tibial, um distal e outro proximal.

- *A. paulensis*: o órgão mais distal possui três fendas paralelas, cavidade perpendicular na região proximal; não foi possível observar orifícios. O proximal não foi observado.
- *Actinopus* sp.: o órgão mais distal possui cinco fendas paralelas pouco profundas e uma cavidade perpendicular na região distal; na extremidade distal as fendas apresentam a forma de um bico sobre a cavidade; foram observados um único orifício em cada invaginação. O

proximal possui seis fendas paralelas, quatro pouco profundas; apresenta forma elíptica; foram observados um único orifício em cada invaginação (Fig. 8c).

- *I. annulata*: o órgão mais distal possui oito fendas paralelas, sendo seis delas pouco profundas; não foi possível observar orifícios. O proximal não foi observado.

- *I. pirassununguensis*: o órgão mais distal possui cinco fendas paralelas, pouco profundas e uma cavidade perpendicular na região distal; na extremidade distal as fendas apresentam a forma de um bico sobre a cavidade; não foi possível observar orifícios. O proximal possui 11 fendas paralelas, seis pouco profundas; apresenta forma elíptica; não foi possível observar orifícios.

- *L. ygapema*: o órgão mais distal possui nove fendas paralelas, não foi possível observar orifícios. O proximal não foi observado.

- *O. bolivianum*: o órgão mais distal possui seis fendas paralelas, pouco profundas; na extremidade distal, as fendas apresentam a forma de um bico sobre a cavidade; não foi possível observar orifícios. O proximal não foi observado.

c) Retrolateral

Algumas espécies apresentaram dois órgãos lirifomes na região retrolateral, um deles com localização mais distal, o outro mais proximal.

- *A. paulensis*: o órgão mais distal possui quatro fendas paralelas, localizadas em uma superfície elevada; não foi possível observar orifícios. O proximal possui mais de 11 fendas em diferentes sentidos; não foi possível observar orifícios.

- *Actinopus* sp.: o órgão mais distal possui quatro ou cinco fendas que possuem curvas e traços distintos que lembram a letra P, com três orifícios únicos. O proximal possui três fendas paralelas, duas profundas e duas cavidades perpendiculares na região distal; não foi possível observar orifícios (Fig. 8d).

- *I. annulata*: o órgão mais distal possui 11 fendas sendo sete delas pouco profundas. Bordas agrupadas em duplas, não foi possível observar orifícios. O proximal possui nove fendas paralelas, três profundas. Bordas agrupadas em duplas, não foi possível observar orifícios

- *I. pirassununguensis*: o órgão mais distal possui formato irregular incluindo três orifícios e dois pequenos sulcos, todos inseridos em uma grande cavidade. O proximal possui quatro fendas paralelas e uma cavidade profunda na região basal proximal; não foi possível observar orifícios.

- *L. ygapema*: o órgão mais distal possui quatro fendas paralelas, duas profundas e uma cavidade perpendicular na região distal, não foi possível observar orifícios. O proximal possui oito fendas paralelas, e uma cavidade perpendicular na região proximal, não foi possível observar orifícios.

- *Neodiplothele* sp.: o órgão mais distal possui seis fendas paralelas, cavidade perpendicular na região distal, não foi possível observar orifícios. O proximal possui seis fendas paralelas, uma cavidade perpendicular na região proximal outra na distal, alguns sulcos dorsais mais alongados; não foi possível observar orifícios (Fig. 8e).

- *O. bolivianum*: o órgão mais distal possui quatro fendas; não foi possível observar orifícios. O proximal possui três fendas; não foi possível observar orifícios.

d) Ventral

- *A. paulensis*: superfície com mais de 11 fendas, em sentido longitudinal, pouco profundos; não foi possível observar orifícios.

- *Actinopus* sp.: superfície com 11 fendas relativamente paralelas, algumas com sulcos longos e profundos; não foi possível observar orifícios.

- *I. annulata*: superfície com quatro fendas, em formato de triângulo (ponta elevada), com três sulcos semi-paralelos em sentido longitudinal, cavidade profunda na base proximal e orifício profundo no lado proteral; não foi possível observar orifícios.

- *I. pirassununguensis*: formato quase quadrado com mais de 22 fendas de diversos tamanhos, cavidades centrais profundas; não foi possível observar orifícios.

- *L. ygapema*: superfície com sete fendas, em formato triangular e pontiagudo, que lembra uma montanha, com todos os sulcos semiparalelos em sentido longitudinal, cavidade profunda na base distal; não foi possível observar orifícios (Fig. 8b).

- *Neodiplothele* sp.: superfície com três fendas, em formato quase elíptico, com todos os sulcos paralelos em sentido longitudinal; cavidade profunda na base proximal; não foi possível observar orifícios.

- *O. bolivianum*: superfície com quatro fendas transversais em formato de bumerangue, profundos; não foi possível observar orifícios.

e) Leque

Actinopus sp.: superfície com sete fendas que formam uma estrutura semelhante a um leque, com sulcos longos e profundos, lembrando o formato de um leque (Fig. 8f); não foi possível observar orifícios. Localiza-se na região basal da tibia de *Actinopus* sp.

20. Sela

Possuem formatos circulares ou elípticos, com as bordas, em geral, acima do nível do tegumento (Fig. 7e,f); seus centros podem formar um único vale (ou sulco), ou múltiplos, os quais podem ser encontrados um orifício único ou uma dupla de orifícios; caso hajam dois orifícios eles podem apresentar o mesmo tamanho (localizados no centro), ou podem ser de tamanhos diferentes, um no centro (menor) e outro na extremidade (maior). Quando apresentam tamanhos diferenciados, o orifício maior é pelo menos o dobro da circunferência do menor. A imagem desse órgão remete a imagem de uma sela de montaria, por isso o nome.

Orifícios e Poros (Tabela 6 e 7)

21. Orifícios

Apresentam a forma de um poro ou orifício simples, de formato circular ou semicircular. Podem estar localizados em uma leve depressão, semelhante a uma bacia (ou vale), ou apresentar ornamentações em torno de sua abertura (Fig. 9a,b,e,f).

22. Orifícios múltiplos (em linha)

Apresentam-se como vários orifícios de formato elíptico que possuem disposição que acompanha as reentrâncias das escamas do tegumento (Fig. 9c,d); apresentam tamanhos similares, que distam aproximadamente 2µm entre eles.

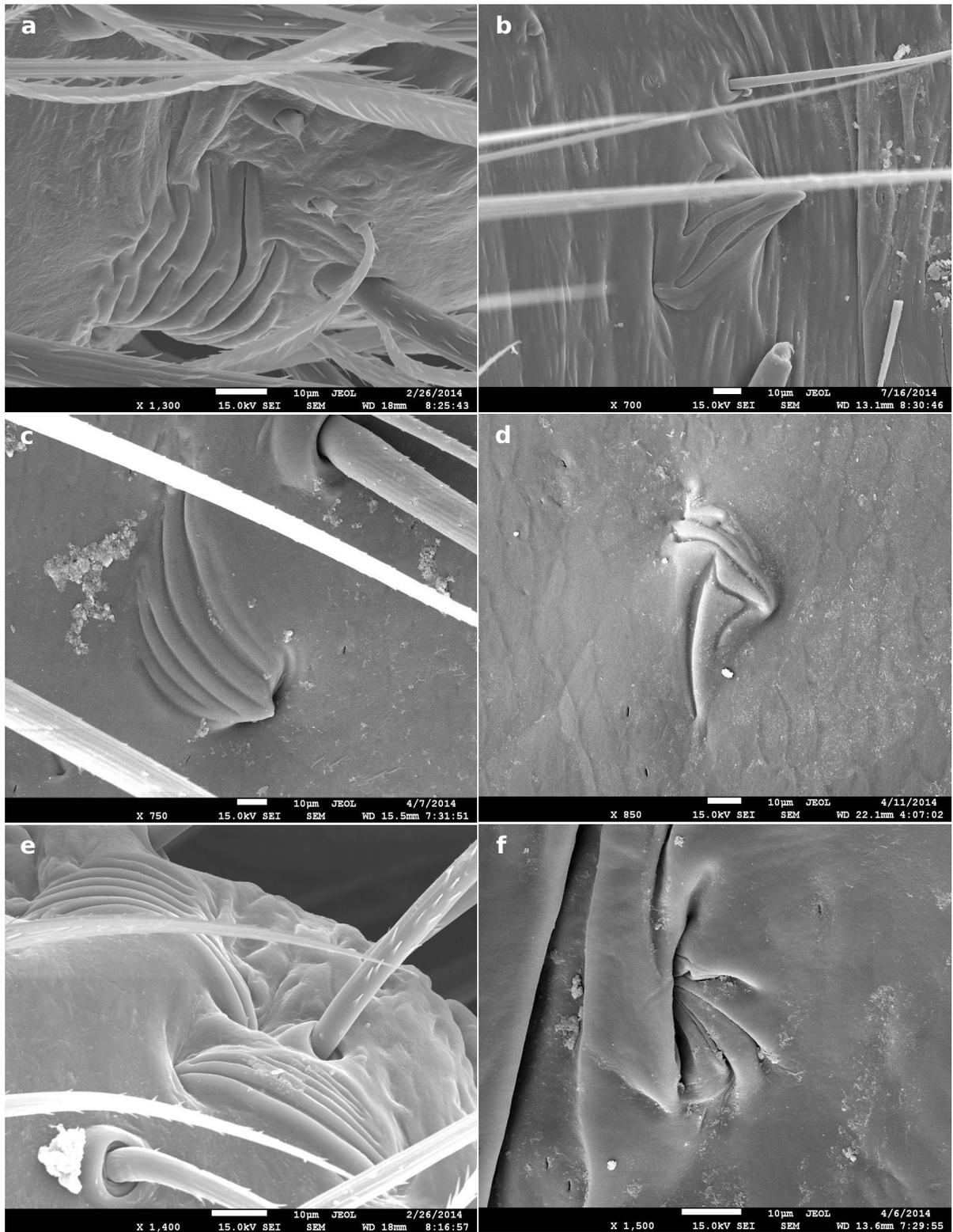


Figura 8: a) Órgão lirifome dorsal - *Neodiplothele* sp. (tíbia); b) Órgão lirifome ventral - *L. ygapema* (tíbia); c) e d) órgão lirifome prolateral e retrolateral - *Actinopus* sp. (tíbia); e) Órgão lirifome retrolateral - *Neodiplothele* sp. (tíbia); f) Órgão lirifome basal - Leque - *Actinopus* sp. (tíbia).

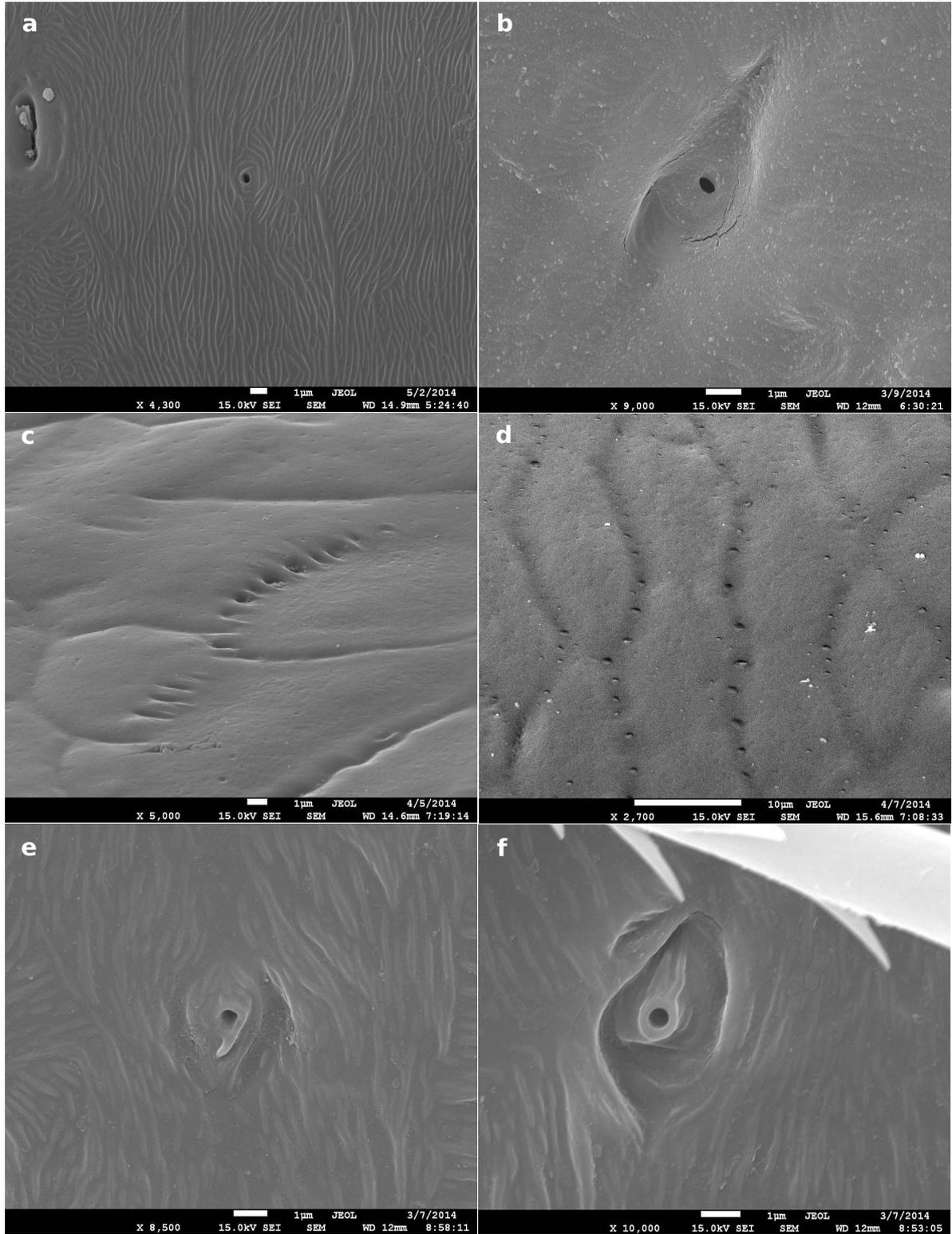


Figura 9: a-f) Orifícios - a) orifício simples - *I. annulata* (tíbia); b) orifício em vala - *I. pirassununguensis* (tíbia); c) e d) orifícios múltiplos em linha - *Actinopus* sp. (tíbia); e) e f) orifícios ornamentados - *L. ygapema*. (tíbia).

Tabela 7: Variedade e distribuição das cerdas e tricobótrias por espécie. (d = distal; p = proximal; A = distal e proximal).

Estruturas	<i>A. paulensis</i>			<i>Actinopus</i> sp.			<i>I. pirassununguensis</i>			<i>I. annulata</i>			<i>L. ygapema</i>			<i>Neodiplothele</i> sp.			<i>O. bolivianum</i>			
	Címbio		Tíbia	Címbio		Tíbia	Címbio		Tíbia	Címbio		Tíbia	Címbio		Tíbia	Címbio		Tíbia	Címbio		Tíbia	
	Dorsal	Ventral	Retro lateral	Dorsal	Ventral	Retro lateral	Dorsal	Ventral	Retro lateral	Dorsal	Ventral	Retro lateral	Dorsal	Ventral	Retro lateral	Dorsal	Ventral	Retro lateral	Dorsal	Ventral	Retro lateral	
Fenda curta	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Fenda longa isolada	-	-	-	-	-	-	-	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liriforme dorsal	-	-	-	-	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liriforme pro lateral I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liriforme pro lateral II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liriforme retrolateral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liriforme ventral	-	-	-	-	-	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liriforme basal	-	-	-	-	-	p	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orifício	p	-	-	A	A	-	-	-	p	p	-	p	-	p	A	d	d	-	-	d	p	-
Orifícios múltiplos	-	-	-	-	-	-	-	-	p	-	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sela	d	-	-	A	p	-	d	-	d	p	d	A	p	d	d	A	A	-	-	p	A	A
Órgão tarsal caverna	-	-	d	A	-	-	-	-	p	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Órgão tarsal encapsulado	-	-	-	-	-	p	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Órgão tarsal exposto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Órgão tarsal em Pico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Análise de agrupamento

O dendrograma obtido da análise de agrupamento é apresentado na Figura 10.

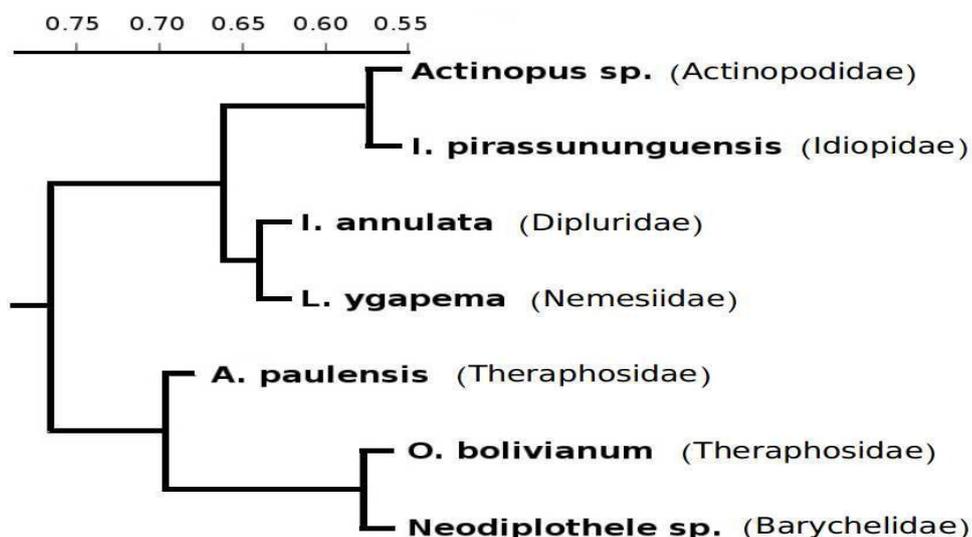


Figura 10: Dendrograma do agrupamento por ligação completa e distância de Jaccard.

Análise discriminante

O modelo da análise de discriminante linear apresentou os seguintes resultados probabilísticos para a predição dos hábitos (Tabela 8)

Tabela 8: Resultados com as probabilidades de predição dos hábitos

Espécie	Probabilidade			Hábito Real
	Alçapão	Chão	Teia	
<i>A. paulensis</i>	31,52%	35,44%	33,04%	Chão
<i>Actinopus sp.</i>	57,83%	5,66%	36,51%	Alçapão
<i>I. pirassununguensis</i>	57,47%	2,87%	39,67%	Alçapão
<i>I. annulata</i>	30,49%	31,19%	38,32%	Teia
<i>L. ygapema</i>	54,96%	8,00%	37,04%	Desconhecido
<i>Neodiplothele sp.</i>	58,95%	11,65%	29,41%	Alçapão
<i>O. bolivianum</i>	68,32%	1,98%	29,70%	Teia

Os dados resultantes da análise de agrupamentos apresentaram um dendrograma de sete níveis e a formação de dois grandes grupos (Fig. 7). O primeiro deles contém as espécies *Actinopus sp.*, *I. pirassununguensis*, *I. annulata*, *L. ygapema*, e o segundo contém

as espécies *Neodiplothele* sp., *A. paulensis* e *O. bolivianum*. Posteriormente, os grupos se subdividem formando três duplas: *Actinopus* sp. e *I. pirassununguensis*, *I. annulata* e *L. ygapema*, e *Neodiplothele* sp. e *O. bolivianum*. A espécie *Acanthoscurria paulensis* não se agrupou diretamente com nenhuma das outras espécies.

DISCUSSÃO

Análises gerais

Diferentes tipos de *sensilla* mecanorreceptoras foram observadas nas aranhas estudadas. As espécies que apresentaram a maior diversidade de órgãos sensoriais foram *O. bolivianum*, *L. ygapema* e *A. paulensis*. As que apresentaram maior variedade de cerdas e espinhos foram *A. paulensis* e *O. bolivianum*. *Actinopus* sp. não apresentou espinhos, mas em geral, suas cerdas ordinárias foram bem espessas e robustas.

Sobre a diversidade dos órgãos em fenda, *Actinopus* sp. foi a espécie que apresentou a maior variedade, e *Neodiplothele* sp., a menor. Os órgãos em fenda semelhantes a estômatos puderam ser encontrados por toda extensão do címbio e tibia de todas as espécies, entretanto os órgãos em fenda isolados (longos) foram geralmente encontrados no címbio. Apenas em *A. paulensis* não foi possível detectá-los.

Todas as espécies apresentaram algum tipo de tricobótria, mas apenas as famílias Barychelidae e Theraphosidae apresentaram a tricobótria em forma de clava.

Os órgãos liriformes tibiais distais do dorso, ventre, região prolateral e retrolateral foram detectados em todas as espécies. A única variação ocorreu em *Actinopus* sp. que apresentou um órgão liriforme na base tibial. Todas as espécies apresentaram duas estruturas liriformes na região retrolateral distal, mas apenas as espécies *Actinopus* sp. e *I. pirassununguensis* apresentaram estruturas liriformes duplas na região prolateral distal.

As diferentes distribuições de *sensilla*, como os tricobótrias e as cerdas quimiorreceptoras, podem ser decorrentes das habilidades ou necessidades das espécies em explorar fontes diversificadas de recursos ou comportamentos.

Algumas *sensilla* poderiam ser utilizadas como características úteis na determinação das relações filogenéticas em alguns grupos, a exemplo dos órgãos tarsais que foram utilizados por PLATNICK *et al.* (2012) para tecer correlações filogenéticas entre aranhas da família Oonopidae.

Todas as espécies apresentaram os órgãos tarsais do tipo caverna, excetuando *I. annulata*, os quais órgãos tarsais são aparentemente ausentes, e *L. ygapema*. As espécies *Actinopus* sp. e *I. pirassununguensis* apresentaram órgãos tarsais em forma de um pico montanhoso com um orifício na extremidade. Ambas as espécies os apresentaram na tibia distal, mas apenas *I. pirassununguensis* no címbio posterior. Os órgãos tarsais expostos foram evidenciados apenas no címbio prolateral de *L. ygapema*, enquanto que os

encapsulados foram observados na tíbia ventral de *A. paulensis*, assim como nas regiões distais e proximais da face retrolateral da tíbia de *L. ygapema*. Embora apresente o nome de “órgão tarsal”, ele pode ocorrer em todos os artículos do pedipalpo, como foi evidenciado por HUBER (2000) em seus estudos com a família Pholcidae.

Considerações evolutivas

A importância dos órgãos de percepção de sinais químicos é evidente no comportamento dos artrópodes, e uma convergência evolutiva pode ser observada nesses grupos animais, por exemplo, carrapatos apresentam vários tipos de órgãos olfativos como: órgãos de “Haller”, “single-walled plugged poros” e os “double-walled spoke canals”; já os ambliplégios apresentam apenas poros simples; os miriápodes apresentam as sensilla basicônicas, órgão temporais (Tomosvary) e o *flagellum*; os insetos possuem os órgãos antenais, as *sensilla* com uma parede e as *sensilla* com paredes duplas; os Solifugae apresentam cerdas quimiorreceptoras e poros; e as aranhas apresentam os órgãos tarsais e as cerdas quimiorreceptoras. Todos esses órgão apresentam a mesma função mas possuem estruturas e origens diferentes (KAISLING, 1971; TICHY H. & BARTH F.G. 1992; CUSHING & CASTO, 2012).

A ultraestrutura e seus nervos sensoriais dos mecanorreceptores de aranha são muito similares aos de outros artrópodes, podendo ser semelhanças estruturais, de funcionalidade básica, ou ambas (TALARICO *et al.* 2006), onde os nervos consistem de feixes de axônios que são cercadas por células gliais e uma lâmina basal (FOELIX, 1985b).

Os órgãos em fenda são uma peculiaridade dos aracnídeos (Barth, 1985). Em seus estudos TALARICO *et al.* (2006) demonstraram que as ultraestruturas dos órgãos de fenda de Ricinulei revelou semelhanças com outros aracnídeos. BARTH & STAGL (1976) realizaram uma comparação dos órgãos em fenda entre o cinco representantes da ordem dos aracnídeos, (aranhas, escorpiões, ambliplégios, escorpiões-vinagre e opiliões) e demonstrou uma grande quantidade de sensilla que é compartilhada pelos grupos, como: fendas isoladas, fendas múltiplas, e órgãos liriformes. Em uma análise direta dentro dos grupos BARTH (1985) apresentou representantes da família Ctenidae, com pelo menos, 325 fendas em cada perna, enquanto ambliplégio apresentou apenas 58 e opilião 45. Todavia os órgãos liriformes são características predominantes das aranhas, onde existem aproximadamente 15 em cada perna, já os outros aracnídeos não apresentaram nenhuma dessas estruturas ou um número muito reduzido (uma ou duas). Mas em todas as espécies

estudadas, a concentração desses órgãos é na região proximal dos apêndices, e o trocânter é o artigo que possui a maior quantidade dessas estruturas.

Tricobótria são sensilla comuns ao tegumento de vários artrópodes terrestres (REISSLAND & GORNER, 1985). Em aranhas são úteis para diagnose de gêneros e subfamílias de Theraphosidae, além disso, trazem padrões comparáveis dos Theraphosidae o que gera caracteres para análise cladística (GUADANUCCI, 2012). Goloboff (1993) considerou que tricobótria clavados são uma sinapomorfia de Theraphosoidina, mas com reversão em Paratropididae e paralelismos em outras famílias (Goloboff, 1993) e não foram observados em nenhuma das famílias mais plesiomórficas de migalomorfos (Raven, 1985; GUADANUCCI, 2012). Goloboff (1993) observou também que os tricobótria clavado de aranhas migalomorfos estão intercalados entre os tricobótria do tipo filiforme, o que é contrário ao que ocorre em *Liphistius* e, portanto, não haveria homologia entre os grupos. De acordo com Raven (1985), *Melloina* é o único gênero de Paratropididae com relatos de tricobótria do tipo clavado no tarso. GUADANUCCI (2012) relatou que tricobótrias clavados ocorrem em todos os tarsos de Theraphosidae, mas dentro de Barychelidae ele pode estar ausente ou estar presente em quantidade reduzida.

Análise de agrupamento

Consideramos duas filogenias de Mygalomorphae para comparação com grupos conforme similaridade: RAVEN (1985) que utiliza caracteres morfológicos; e BOND *et al.* (2012) que utiliza principalmente caracteres moleculares (Fig. 11).

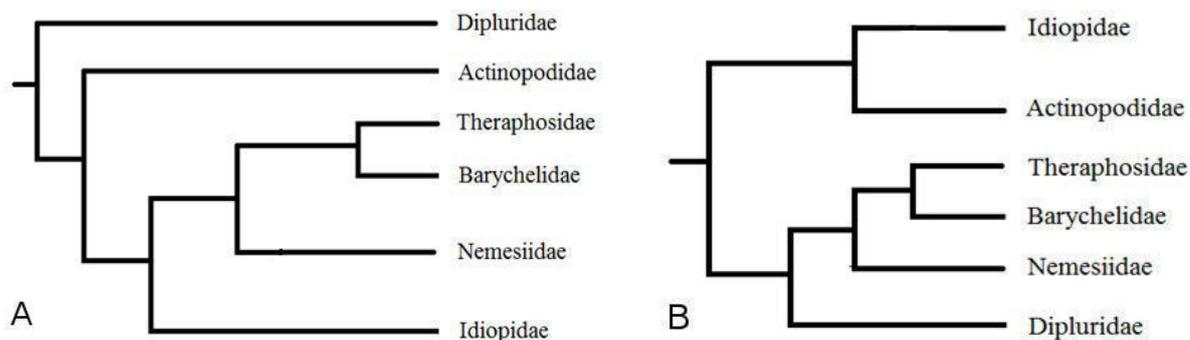


Figura 11: Relações filogenéticas entre as famílias de aranhas migalomorfas do estudo, resumidas e adaptadas. A) BOND *et al.* (2012); B) RAVEN (1985).

A separação da espécie *A. paulensis* ocorre logo no segundo nível, e na outra extremidade ocorre a separação de *Neodiplothele* sp. e *O. bolivianum*. Segundo a filogenia proposta por BOND *et al.* (2012), Theraphosidae e Barychelidae são grupos irmãos, entretanto em nosso agrupamento houve a separação de *A. paulensis* e *O. bolivianum*, que formou dupla com a espécie *Neodiplothele* sp.

Ao compararmos nosso resultado com a filogenia de RAVEN (1985), conseguimos observar padrões semelhantes, entretanto algumas das divisões gerais foram diferentes. O grupo formado pelas famílias Actinopodidae e Idiopidae apresentou semelhanças com os nossos resultados, assim como a proximidade de Barychelidae e Theraphosidae, ao contrário do agrupamento de Nemesiidae e Dipluridae.

Ao analisarmos os dados comportamentais de construção de alçapões e a morfologia geral de várias espécies podemos perceber nos seguintes agrupamentos: a) Actinopodidae e Idiopidae (baixa densidade de cerdas, essas não muito alongadas e pedipalpos longos, com cerca de 2/3 da Perna I); b) Dipluridae e Nemesiidae (carapaça pilosa, pedipalpo curto, menor que 1/2 da Perna I); c) Theraphosidae e Barychelidae (carapaça pilosa, pedipalpo mediano, cerca de 1/2 da Perna I). Podemos perceber que os dados a) e b)

corroboram com os dados obtidos por RAVEN (1985), e c) corroboram tanto RAVEN (1985), quanto BOND *et al.* (2012) (MOTTA, P.C., dados não publicados).

Embora apresentem hábitos semelhantes (construção de teias), *I. annulata* e *O. bolivianum* não foram agrupadas conjuntamente, mostrando que não houve significância entre as estruturas sensoriais e suas distribuições, o que evidenciou a ausência de convergência das *sensilla* nesses grupos.

Enquanto a ramificação que contem as espécies de Theraposidae e Barychelidae apresentam semelhanças filogenéticas, o outro grupo artificial apresenta baixa semelhança evolutiva. Quando correlacionamos os agrupamentos resultantes (Actinopodidae e Idiopidae; ou *L. ygapema* e *I. annulata*), com a filogenia descrita por BOND *et al.* (2012), observamos baixíssimas correlações. A princípio, Dipluridae se apresentou deslocada em comparação com a proposta do autor. Isso pode ter ocorrido em decorrência da baixa correlação entre estruturas sensoriais, hábitos e filogenia molecular.

Análise de discriminante

O modelo da análise de discriminante linear apresentou os seguintes resultados probabilísticos para a predição dos hábitos: construção de alçapões, teias ou chão (errante) - para as espécies do estudo, em especial *L. ygapema*, a qual não apresenta hábito conhecido até o momento. Os dados resultantes da análise discriminante linear sugerem que o hábito de criação de alçapões é mais o provável (54,96%) para a espécie *L. ygapema* (Tabela 6).

Apesar de apresentar equívocos na predição desses parâmetros para a espécie *O. bolivianum*, o modelo apresentou resultados satisfatórios na predição das demais espécies.

Ao analisarmos a estrutura dos artículos, densidade das cerdas, e os respectivos hábitos entre as espécies podemos observar padrões. *Actinopus* sp., uma espécie que constrói alçapões do tipo rolha apresenta artículos de aparência robusta, e com uma densidade e variedade de cerdas muito inferior a *A. paulensis*, uma espécie de chão. Esse padrão pode ter correlações diretas com o fato da espécie viver em buracos com uma porta alçapão do tipo rolha, pois assumimos que a grande densidade de cerdas e uma consequente superestimulação sensorial possam atrapalhar a caça e o levantamento de um alçapão de maior peso, como é o caso do tipo "rolha". A mesma analogia pode ser observada à medida que observamos os outros tipos de alçapão, as espécies que tecem teias e as de chão.

Embora a distribuição e os tipos de *sensilla* encontrados em *I. annulata* e *O. bolivianum* não tenham sido agrupados pela análise de similaridade, podemos observar um certo padrão estrutural e de densidade geral das cerdas. O mesmo pode ser observado em *Neodiplothele* sp. e *I. pirassununguensis*, ambas espécies que constroem alçapão do tipo “wafer”, que possuem pouca densidade de cerdas se comparada as espécies de teia e de chão, mas um número superior caso comparado com *Actinopus* sp.

Ao compararmos a morfologia geral de *L. ygapema* com os outros modelos estudados, em uma primeira análise observamos mais semelhanças estruturais e de densidade com as espécies que possuem hábitos de construção de teias como refúgios, principalmente com relação à densidade de cerdas (parâmetro não utilizado na análise). Outro fator importante e que reforça a hipótese do hábito de criação de alçapão é a presença do rastelo.

Mas ao refletirmos, em especial, sobre a morfologia do bulbo copulatório de *L. ygapema*, que apresenta o êmbolo extremamente alongado, poderíamos supor que haveria maiores dificuldades na cópula caso a espécie possuía o hábito de construção de teia, visto que um êmbolo alongado possa dificultar a movimentação do macho em teias difusas.

CONCLUSÃO

Espécies que possuem hábitos de construção de refúgios de teias ou de chão normalmente apresentam padrões de maior diversidade, densidade e comprimento de cerdas, enquanto aranhas de alçapão possuem maior diversidade de órgãos em fenda e orifícios.

A análise discriminante apontou que o provável comportamento de construção de refúgios da espécie *L. ygapema* é o do tipo alçapão. O dendograma gerado pela análise de similaridade, utilizando como caracteres a diversidade e distribuição das *sensilla*, apresentou vários agrupamentos que corroboram as principais hipóteses filogenéticas de Mygalomorphae. Assim como confirmou uma relação entre estruturas e hábitos.

O presente estudo serve de subsídios para estudos futuros morfo-fisiológicos ou filogenéticos, visto que abrange conceitos tanto morfológicos como comportamentais.

REFERÊNCIAS

- ATKINSON, R. 2009. **The Find-a-spider Guide: Nervous and Sensory Systems of Spiders**. Disponível em: <<http://www.findaspider.org.au/info/spiderNS.htm>>. Acessada em: 13/II/2014.
- BARTH, F.G. 1985. Slit Sensilla and the Measurement of Cuticular Strains. *In: Neurobiology of arachnids*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 162-188.
- BARTH, F.G. 1993. Sensory guidance in spider pre-copulatory behaviour. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, 104(4): 717-733.
- BARTH, F.G. 2000. How To Catch the Wind: Spider Hairs Specialized for Sensing the Movement of Air. **Naturwissenschaften** 87: 51-58.
- BARTH, F.G. 2002. *A Spider's World: Senses and Behavior*. Berlin: Springer.
- BARTH, F.G. & GEETHABALI. 1982. Spider vibration receptors. Threshold curves of individual slits in the metatarsal lyriform organ. **Journal of Comparative Physiology A**, 148: 175-185.
- BARTH, F.G. & PICKELMANN, P. 1975. Lyriform slit sense organs in spiders. Modelling an arthropod mechanoreceptor. **Journal of Comparative Physiology**, 103: 39-54.
- BARTH, F.G. & SEYFARTH, E-A. 1971. Slit sense organs and kinesthetic orientation. **Zeitschrift für Vergleichende**, 74: 326-328.
- BARTH, F.G. & STAGL, J. 1976. The slit sense organs of arachnids. A comparative study of their topography on the walking legs. **Zoomorphology**, 86: 1-23.
- BLUMENTHAL, H. 1935. Untersuchungen über das "Tarsalorgan" der Spinnen. **Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere**, 29(4): 667-719.
- BOND, J.E., HENDRIXSON, B.E., HAMILTON, C.A., HEDIN, M. 2012. A Reconsideration of the Classification of the Spider Infraorder Mygalomorphae (Arachnida: Araneae) Based on Three Nuclear Genes and Morphology. **PLoS ONE**, 7(6): e38753.
- CHRYSANTHUS, F.R. 1953. Hearing and stridulation in spiders. **Tijdschr. Entomology**, 96: 57-83.

- CODDINGTON, J.A. & LEVI, H.W. 1991. Systematics and Evolution of Spiders (Araneae). **Annual Review of Ecology and Systematics**, 22: 565-592.
- COMSTOCK, J.H. 1912. *The Spider Book*. Doubleday, Page & Company. pp. 106-121.
- CUSHING, P.E., & CASTO, P. 2012. Preliminary survey of the setal and sensory structures on the pedipalps of camel spiders (Arachnida: Solifugae). **Journal of Arachnology**, 40(1): 123-127.
- EBERHARD, W.G. & HUBER B.A. 1998. Possible links between embryology, lack of innervation, and the evolution of male genitalia in spiders. **Bulletin of the British Arachnological Society**, 11: 73-80.
- FOELIX, R.F. 1970a. Chemosensitive Hairs in Spiders. **Journal of Morphology**, 132: 313-334.
- FOELIX, R.F. 1970b. Structure and function of tarsal sensilla in the spider *Araneus diadematus*. **Journal of Experimental Zoology**, 175(1): 99-123.
- FOELIX, R.F. 1985a. Mechano- and Chemoreceptive Sensilla. *In: Neurobiology of arachnids*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 118-137.
- FOELIX, R.F. 1985b. Sensory Nerves and Peripheral Synapses. *In: Neurobiology of arachnids*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 189-200.
- FOELIX, R.F. 2011. **Biology of spiders**. 3ed. Oxford University Press. New York. USA.
- FOELIX, R.F. & CHU-WANG I-WU. 1973a. The morphology of spider *sensilla*. Part I. Mechanoreceptors. **Tissue & Cell**, 5(3): 451-460.
- FOELIX, R.F. & CHU-WANG I-WU. 1973b. The morphology of spider *sensilla*. Part II. Chemoreceptors. **Tissue & Cell**, 5(3): 461-478.
- FOELIX, R.F., MULLER-VORHOLT, G. & JUNG, H. 1980. Organization of sensory leg nerves in the spider *Zygiella x-notata* (Clerck) (Araneae, Araneidae). **Bulletin of the British Arachnological Society**, 5: 20-28.
- GOLOBOFF, P.A., 1993. A reanalysis of mygalomorph spider families (Araneae). **American Museum Novitates**, 3056: 1-32.
- GUADANUCCI, J.P.L. 2012. Trichobothrial morphology of Theraphosidae and Barychelidae spiders (Araneae, Mygalomorphae). **Zootaxa**, 3439: 1-42.

- GUADANUCCI, J.P.L. 2014. Theraphosidae phylogeny: relationships of the 'Ischnocolinae' genera (Araneae, Mygalomorphae). **Zoologica Scripta**, 43(5): 508-518.
- HALLBERG, E. & HANSSON, B.S. 1999. Arthropod sensilla: morphology and phylogenetic considerations. **Microscopy research and Technique**, 47(6): 428-439.
- REISSLAND, A., & GORNER, P. 1985. Trichobothria. *In*: **Neurobiology of arachnids**. Springer Berlin Heidelberg, pp. 138-161.
- HUBER BA. 2000. New World pholcid spiders (Araneae: Pholcidae): a revision at generic level. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, 254: 1-348.
- KAISLING, K.E. 1971. Insect olfaction. *In*: **Olfaction**. Springer Berlin Heidelberg, pp. 351-431.
- KASTON, B.J. 1965. Some Little Known Aspects of Spider Behavior. **American Midland Naturalist**, 73(2): 336-356.
- MCINDOO, N.E. 1911. The Lyriform Organs and Tactile Hairs of Araneads. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, 63(2): 375-418.
- MINGOTI, S.A. 2005. **Análise de Dados Através de Métodos de Estatística Multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- MOTTA, P.C. 2014. **Aracnídeos do Cerrado**. Rio de Janeiro: Technical Books.
- PECHMANN, M., KHADJEH, S., SPRENGER, F. & PRPIC, N. 2010. Patterning mechanisms and morphological diversity of spider appendages and their importance for spider evolution. **Arthropod Structure & Development**, 39(6): 453-467.
- PETRUNKOVITCH, A. 1925. Arachnida from Panama. Transactions – **Connecticut Academy of Arts and Sciences**, New Haven, 27: 51-248.
- PLATNICK, N.I. 2014. **The World spider catalog, version 15.0**. American Museum of Natural History. Disponível:
em:<<http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/COUNTS.html>>
Acessada em: 10/VI/2014.

- PLATNICK, N.I. *et al.* 2012. Tarsal Organ Morphology and the Phylogeny of Goblin Spiders (Araneae, Oonopidae), with Notes on Basal Genera. **American Museum Novitates**, 3736: 1-52.
- PRINGLE, J.W.S. 1955. The function of the lyriform organs of arachnids. **Journal of Experimental Biology**, 32: 270-278.
- RAMÍREZ, M.J. 2014. The morphology and phylogeny of dionychan spiders (Araneae: Araneomorphae). **Bulletin of the American Museum of Natural History**, 390.
- RAVEN, R.J. 1985. The spider infraorder Mygalomorphae (Araneae): cladistics and systematics. **Bulletin American Museum Natural History**, 182: 1-180.
- SEYFARTH, E-A. 1978. Lyriform Slit Sense Organs and Muscle Reflexes in the Spider Leg. **Journal of Comparative Physiology**, 125: 45-57.
- SEYFARTH, E-A. & BARTH, F.G. 1972. Compound Slit Sense Organs on the Spider Leg: Mechanoreceptors Involved in Kinesthetic Orientation. **Journal of Comparative Physiology**, 78: 176-191.
- SEYFARTH, E-A., EEKWEILER, W. & HAMMER, K. 1985. Proprioceptors and sensory nerves in the legs of a spider, *Cupiennius salei* (Arachnida, Araneida). **Zoomorphology**, 105: 190-196.
- SNODGRASS, R.E. 1971. **A Textbook Arthropod Anatomy**. Hafner Publishing Company, INC.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2014. VR: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Version 3.0.3. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- ROBINSON, M.H. 1982. Courtship and Mating Behavior in Spiders. **Annual Review of Entomology**, 27: 1-20.
- TALARICO, G., PALACIOS-VARGAS, J.G., FUENTES SILVA, M. & ALBERTI, G. 2006. Ultrastructure of tarsal sensilla and other integument structures of two Pseudocellus species (Ricinulei, Arachnida). **Journal of Morphology**, 267(4): 441-463.

- TICHY H. & BARTH F.G. 1992. Fine structure of olfactory sensilla in myriapods and arachnids. **Microscopy Research and Technique**, 22: 372-391.
- TIETJEN, J.W. 1977. Dragline following by male Lycoside spiders. **Psyche**, 84: 165-178.
- TIETJEN, J.W. & ROVNER, J.S. 1980. Trail-following behaviour in two species of wolf spiders: Sensory and etho-ecological concomitants. **Animal Behaviour**, 28: 735-741.
- WALCOTT, C. 1969. A Spider's Vibration Receptor: Its Anatomy and Physiology. **American Zoologist**, 9(1): 133-144.

Anexo 1. Exemplares utilizados nas análises, com o número de tomo da Coleção de Aracnídeos do Depto. de Zoologia da Universidade de Brasília (DZUB) e o número de indivíduos examinados.

Família	Espécie	DZUB	Cidade	UF	Local	Coletor	Data	Indiv.
Actinopodidae	<i>Actinopus</i> sp. 4	4836	Cocos	BA	Faz. Trijunção	M. Tarchetti	15/11/2007	4
Barychelidae	<i>Neodiplothele</i> sp. 1	964	Brasília	DF	IBGE	M. Milhomem	01/11/1999	1
Barychelidae	<i>Neodiplothele</i> sp. 1	1202	Brasília	DF	IBGE	M. Milhomem	30/10/1999	3
Dipluridae	<i>Ischnothele annulata</i>	776	Brasília	DF	DF 205	P. C. Motta	25/09/1999	2
Dipluridae	<i>Ischnothele annulata</i>	1757	Brasília	DF	FAL	Iubatan	05/08/2002	2
Idiopidae	<i>Idiops pirassununguensis</i>	2869	Vilhena	RO		M. C. Carvalho	01/10/2001	1
Idiopidae	<i>Idiops pirassununguensis</i>	2880	Brasília	DF	Park Way	M. Prada	07/11/2003	1
Idiopidae	<i>Idiops pirassununguensis</i>	3282	Brasília	DF	Campus UnB	G. B. O. Borges	11/10/2004	1
Idiopidae	<i>Idiops pirassununguensis</i>	2626	Brasília	DF	Campus UnB	Gilberto	02/10/2003	1
Nemesiidae	<i>Longistylus ygapema</i>	4295	Cocalzinho	GO		F. Rocha	02/06/2006	2
Nemesiidae	<i>Longistylus ygapema</i>	3871	Jataí	GO		I. Guimarães	18/09/2005	1
Nemesiidae	<i>Longistylus ygapema</i>	1325	Brasília	DF	J. Botânico	F. S. P. Godoi	09/10/2001	1
Theraphosidae	<i>Acanthoscurria paulensis</i>	4080	Brasília	DF	IBGE	J. ten Caten	22/02/2006	1
Theraphosidae	<i>Acanthoscurria paulensis</i>	4073	Sto. A. Descoberto	GO		C. Mayumi	19/02/2006	1
Theraphosidae	<i>Acanthoscurria paulensis</i>	4083	Sto. A. Descoberto	GO		C. Mayumi	25/02/2006	1
Theraphosidae	<i>Acanthoscurria paulensis</i>	4071	Brasília	DF			09/02/2006	1