

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

“Morfologia funcional das estruturas envolvidas na coleta e transporte de óleo floral por fêmeas do gênero *Centris* Fabricius, 1804 (Hymenoptera, Apidae: Centridini)”.

Mariana Taniguchi

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte
das exigências para a obtenção do título de Mestre em
Ciências, Área: Entomologia

RIBEIRÃO PRETO -SP

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

“Morfologia funcional das estruturas envolvidas na coleta e transporte de óleo floral por fêmeas do gênero *Centris* Fabricius, 1804 (Hymenoptera, Apidae: Centridini)”.

Mariana Taniguchi

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte
das exigências para a obtenção do título de Mestre em
Ciências, Área: Entomologia

Orientadora: Profa. Dra. Isabel Alves dos Santos

RIBEIRÃO PRETO -SP

2010

*“I learned this, at least, by my experiment;
that if one advances confidently in the direction of his dreams,
and endeavors to live the life which he has imagined,
he will meet with a success unexpected in common hours.”*

Extraído da obra “Walden” (1854),
por Henry David Thoreau.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à Isa, minha orientadora, quem me acompanha desde a graduação e é a grande responsável pelo enorme fascínio que hoje tenho por esse encantador mundo das abelhinhas! Ao longo desses anos, a Isa passou a ser, além de “apenas” minha orientadora, também grande amiga, conselheira, e até mãe em alguns momentos (!), e contribuiu muito para meu crescimento profissional e pessoal durante todo esse período. Definitivamente se tornou uma pessoa especial para mim. Isa, muito obrigada por todos ensinamentos, conselhos, conversas, críticas, paciência, enfim, por toda orientação e oportunidades proporcionadas para que esse trabalho fosse realizado.

Agradeço também a todos que contribuíram para a execução desse trabalho:

Ao CNPq, pelo apoio financeiro cedido através da bolsa de mestrado.

Ao programa de Pós-Graduação em Entomologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, em especial à Renata de Andrade Cavallari pelo auxílio e esclarecimento de todas as dúvidas nos momentos de desespero (!).

À FAPESP, pelo auxílio nos custos da viagem de campo realizada na Argentina, proporcionado pelo projeto “Abelhas coletoras de óleo” (processo 2004/00274-4), no qual esse trabalho está incluso. E pelos auxílios proporcionados pelo projeto BIOTA (processo 04/158010).

Ao Laboratório de Abelhas e à Coleção Entomológica Paulo Nogueira Neto, em especial a Dra. Vera Lúcia Imperatriz Fonseca e Dra. Astrid de Matos Peixoto Kleinert pelo espaço e material disponibilizados para a execução do trabalho.

Ao Dr. Felipe Vivallo, pela identificação dos exemplares de Centridini da Coleção Entomológica Paulo Nogueira Neto, e em especial, pela doação das espécies de *Centris* do

Chile. Também o agradeço pelo envio da cópia da tese de doutorado do Dr. Ricardo Ayala, de grande importância na discussão dos resultados.

Aos professores Carlos Trucco, Andrés Tálamo, Natacha Chacoff e Diego Vázquez, por todo auxílio e atenção dada durante a estada em Salta e Mendoza (Argentina). Em especial à Nachu, que muito gentilmente cedeu o exemplar de *Centris vardyorum* coletado em Mendoza.

Ao Márcio Valentim Cruz, técnico do Laboratório de Microscopia Eletrônica do IBUSP, pelo auxílio na confecção das imagens em Microscópio Eletrônico de Varredura.

Ao Prof. Sílvio Nihei, Nelly Araya e Jéssica Gillung, pelo auxílio na montagem das fotos realizadas em lupa.

Ao Eduardo Pinto (Du), pelo auxílio na análise das medidas morfométricas, além dos conselhos, conversas, amizade e apoio durante esses dois anos. Valeu fera!

À Tereza Cristina Giannini, pelo auxílio na confecção dos mapas de distribuição geográfica das abelhas e plantas.

À Cristiane Krug, pelo auxílio na construção da rede de interações entre abelhas e plantas.

À Aline Martins e Artur Maia, pelo envio de trabalhos referentes ao tema do trabalho, todos de grande utilidade e importância.

Ao Guaraci Duran, pela ajuda na formatação da dissertação.

À Denise Alves, pelas sugestões sobre o texto e super ajuda na impressão da dissertação, além da amizade e grande apoio dado nos momentos finais da dissertação. Obrigada Dede!

Ao meu irmão Flávio, pelo empréstimo de monitores, impressoras, softwares etc, por cozinhar para mim enquanto eu escrevia a dissertação (isso que é irmão!) e por todo apoio dado durante a fase final do trabalho.

Aos meus pais, meus maiores exemplos e influências, naturalmente. Obrigada por toda liberdade e oportunidades proporcionadas para que seguisse meus objetivos.

Ao Pico, pelo companheirismo, incentivos, elogios e crença no meu sucesso que me tornaram mais confiante para realizar o trabalho durante esse período.

À Dra. Marilda Cortopassi-Laurino, pelos convites para participar em suas desventuras pelo Brasil atrás de abelhas, orquídeas e bromélias, e por todos conselhos e apoio dados desde minha entrada no Laboratório de Abelhas.

Por fim, a todos meus companheiros e amigos de trabalho que tornaram esses dois anos muito mais divertidos e enriquecedores: Guara, De, Du, Samuel, Morgana, Carina, Tiago, Aline, Charles, Tarsila, Renata, Cris Giannini, Cris Krug, Sheina, Sergio, Mari, Bá, PC, Jú, Rachel, Jéssica e Jomar. Obrigada pela amizade, conversas, risadas, enfim, todos os bons momentos!

Obrigada a todos!

ÍNDICE

RESUMO	1
ABSTRACT	3
INTRODUÇÃO	4
Síndrome do óleo floral	4
Plantas produtoras de óleo.....	5
Abelhas coletoras de óleo e o gênero <i>Centris</i>	6
Surgimento de cerdas coletoras de óleo nas abelhas	9
Cerdas coletoras de óleo de abelhas do gênero <i>Centris</i>	10
MATERIAL e MÉTODOS	12
1. Estudo da morfologia dos aparatos coletores de óleo das espécies de <i>Centris</i>	12
Espécies examinadas	12
Exame das pernas de <i>Centris</i> e registro das imagens em lupa	13
Exame em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).....	14
Morfometria.....	14
Descrição dos aparatos coletores de óleo	15
2. Revisão bibliográfica das associações entre <i>Centris</i> e flores de óleo	16
Rede de interação: relação entre morfologia do aparato coletor de óleo e tipos de elaióforos	17
3. Distribuição geográfica das abelhas e plantas de óleo associadas	17
Distribuição das espécies examinadas de <i>Centris</i>	17
Distribuição das plantas de óleo associadas à <i>Centris</i>	17
RESULTADOS	19
1. Morfologia dos aparatos coletores de óleo das espécies de <i>Centris</i>	19
Aspecto geral das cerdas coletoras de óleo de <i>Centris</i>	19
I. Padrão <i>four-legged</i>	20
II. Padrão <i>four-legged</i> com modificações na perna anterior	23
III. Padrão <i>two-legged</i>	24

IV. Morfologia vestigial	26
Medidas morfométricas	26
Descrição dos aparatos coletores de óleo das espécies de <i>Centris</i>	27
2. Associações entre espécies de <i>Centris</i> e flores de óleo	50
Associação entre morfologia do aparato coletor de óleo e flores de óleo	50
3. Distribuição geográfica das espécies de <i>Centris</i> e plantas produtoras de óleo associadas...	51
Distribuição das espécies de <i>Centris</i> com diferentes morfologias do aparato coletor de óleo	51
Distribuição geográfica das plantas produtoras de óleo associadas à <i>Centris</i>	52
FIGURAS	53
TABELAS	161
DISCUSSÃO	171
Morfologia do aparato coletor de óleo das espécies de <i>Centris</i>	171
Padrão <i>four-legged</i>	171
Padrão <i>four-legged</i> modificado e padrão <i>two-legged</i>	175
Morfologia vestigial	178
Distribuição geográfica das espécies de <i>Centris</i> e plantas de óleo na região Neotropical.....	179
CONSIDERAÇÕES FINAIS	181
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	182

RESUMO

Abelhas coletoras de óleos florais desenvolveram cerdas especializadas nas pernas adaptadas à coleta desses lipídeos em flores com glândulas secretoras desse recurso. Nas fêmeas do gênero *Centris* essas cerdas se localizam nas pernas anteriores e médias, e formam pentes ou tufos de pêlos especializados na coleta e absorção dos óleos. Segundo estudos prévios, as estruturas coletoras apresentam diferentes morfologias de acordo com o tipo de glândula (elaióforo) explorado, que pode ser epitelial ou tricomático. A maioria das espécies de *Centris* encontra-se associada às flores com elaióforos epiteliais de Malpighiaceae. No entanto, são registradas visitas dessas abelhas em flores com elaióforos tricomáticos de Calceolariaceae, Iridaceae, Plantaginaceae e Solanaceae. No presente trabalho, foram examinadas as estruturas envolvidas na coleta e transporte de óleo floral em fêmeas de 43 espécies de *Centris* dos subgêneros: *Aphemisia*, *Centris*, *Hemisiella*, *Heterocentris*, *Melacentris*, *Paracentris*, *Penthemisia*, *Ptilotopus*, *Trachina*, *Wagenknechtia* e *Xanthemisia*, com o objetivo de verificar possíveis adaptações às flores de óleo. Foram encontrados quatro padrões morfológicos entre essas espécies. A maioria das espécies (63%) apresentou aparato coletor de óleo adaptado à coleta nos elaióforos epiteliais de Malpighiaceae, caracterizado pela presença de pentes e cerdas especializadas nas pernas anteriores e médias (arranjo *four-legged*). O restante das espécies apresentou modificações desse arranjo padrão, e em alguns casos, desenvolvimento de outras estruturas especializadas. As modificações mais pronunciadas foram encontradas nas espécies dos subgêneros *Paracentris*, *Penthemisia* e *Wagenknechtia*, e estão associadas principalmente à coleta em elaióforos tricomáticos. Espécies do subgênero *Penthemisia* apresentaram cerdas coletoras reduzidas associadas à perda do hábito coletor de óleo nessas abelhas. As escopas das pernas posteriores, associadas ao transporte do óleo, se apresentaram semelhantes em todas as espécies. A congruência observada entre a distribuição geográfica das abelhas e das plantas de óleo dotadas com diferentes tipos de glândulas sugere o desenvolvimento e a evolução dessas cerdas entre essas espécies de *Centris*. Os resultados demonstram a variedade de adaptações apresentadas em *Centris*, que

proporcionaram um aumento no espectro de flores de óleo exploradas, contribuindo para o grande sucesso ecológico apresentado pelo grupo.

Palavras-chave: Centridini, morfologia funcional, elaióforo, abelhas coletoras de óleo.

ABSTRACT

Oil-collecting bees have developed specialized setae on the legs that are adapted to collect the oil secreted by the glands present in flowers. In the females of the genus *Centris* these setae are located in the fore and midlegs, forming pads of fine dense hairs or combs specialized to collect and absorb oils. Previous studies showed that these structures have different morphologies according to the type of the flower that the bees visit, which can hold epithelial or trichomatic glands (elaiophores). Most of the *Centris* species are associated with epithelial elaiophores present in Malpighiaceae flowers. However, some species were recorded visiting flowers with trichomatic elaiophores in Calceolariaceae, Iridaceae, Solanaceae and Plantaginaceae. In this work, we examined the morphological structures used by the bees to collect and to carry floral oils. In order to investigate about possible morphological adaptations of the bees to different types of oil glands, we carried out an extensive analysis using females belonging to 43 *Centris* species (subgenera *Aphemisia*, *Centris*, *Hemisiella*, *Heterocentris*, *Melacentris*, *Paracentris*, *Penthemisia*, *Ptilotopus*, *Trachina*, *Wagenknechtia* and *Xanthemisia*) We found four morphological patterns between these species. Most species (63%) showed oil-collecting apparatus adapted to collect oil in the epithelial elaiophores of Malpighiaceae, characterized by the presence of specialized combs and setae on fore and midlegs (*four-legged* arrangement). Other species showed changes in this arrangement, and in some cases, development of other specialized structures. Most of the modified setae were found in species of *Paracentris*, *Penthemisia* and *Wagenknechtia* and they are associated mainly to the exploitation of trichomatic elaiophores. Species of subgenus *Penthemisia* showed reduction in most specialized setae associated with the loss of the oil-collecting behavior in those bees. The scopae of the hind legs, used to transport the oil, had similar morphology in all species. The congruence between the geographical distribution of bees and oil plants with different types of gland suggests the development and evolution of the setae in *Centris*. The results demonstrate the variety of adaptations developed in *Centris*, showing an increase in the spectrum of oil flowers exploited, which contributes to the great ecological success presented by the group.

Keywords: Centridini, functional morphology, elaiophore, oil-collecting bees.

INTRODUÇÃO

Relações entre abelhas e plantas se caracterizam por possuírem grande potencial mutualístico relacionado principalmente aos processos de polinização e são de grande importância nos ecossistemas terrestres (Buchmann & Nabhan 1996; Bawa 1990). O surgimento de modificações morfológicas, fisiológicas e comportamentais das abelhas congruentes com características morfológicas e fisiológicas das plantas resulta em proximidades entre alguns grupos. As modificações representam adaptações mútuas ou co-adaptações e em última instância, facilitam a coleta de recursos florais pelas abelhas, e a transferência do pólen entre as flores (Thompson 2003; Fenster *et al.* 2004).

Síndrome do óleo floral

Em 1969, Stefan Vogel chamou a atenção para uma nova síndrome de polinização, quando relatou pela primeira vez a produção de óleo floral em algumas espécies de angiospermas visitadas por abelhas coletoras dessas substâncias. A partir da descoberta, Vogel (1974, 1986, 1990a) dedicou grande parte de seus estudos à investigação da interação entre esses dois grupos, vindo a encontrar flores com essa característica em diversas famílias como Malpighiaceae, Krameriaceae, Scrophulariaceae, Iridaceae e Orchidaceae, visitadas por abelhas dos gêneros *Centris* Fabricius, 1804 (Centridini), *Tapinotaspis* Holmberg, 1903 e *Paratetrapedia* Moure, 1941 (Tapinotaspidini, referidas como Exomalopsini). As glândulas florais secretoras dos lipídeos, ou “elaióforos” (do grego, elaió = óleo e foro = que conduz), apresentavam diferentes morfologias entre as famílias, sendo denominadas de *epiteliais*, quando representadas por bolsas de óleo protegidas por fina cutícula na epiderme; e *tricomáticas*, quando representadas por regiões cobertas por inúmeros tricomas secretores. As abelhas coletoras dos óleos florais, por sua vez, possuíam cerdas especializadas nas pernas, utilizadas na exploração dessas glândulas (Roberts & Vallespir 1978; Neff & Simpson 1981; Cocucci *et al.* 2000).

Plantas produtoras de óleo

Segundo Dafni *et al.* (2005) os critérios para definir uma planta como produtora de óleo foram: secretar lipídeos em áreas específicas das flores e ser visitada e polinizada por abelhas coletoras de óleo que buscam esse recurso na planta. Desse modo, são registradas onze famílias que abrigam cerca de 1500 espécies produtoras de óleo na região Neotropical e Paleotropical: Calceolariaceae, Cucurbitaceae, Iridaceae, Krameriaceae, Malpighiaceae, Myrsinaceae, Orchidaceae, Myrsinaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae e Stilbaceae (Vogel 1974; Buchmann 1987; Rasmussen & Olesen 2000; Machado 2004; Alves dos Santos *et al.* 2007; Renner & Schaefer 2010). As famílias Memecylaceae e Gesneriaceae são também citadas na literatura como secretoras de óleo (Buchmann 1987), porém aparentemente este não é o principal atrativo aos visitantes (Steiner 1985; Renner 1989). Caesalpiniaceae é reconhecida por Vogel (1988) como produtora de óleo floral, porém a composição e a função dos mesmos ainda não foram demonstradas. Dentre todas, a família Malpighiaceae é sem dúvida a mais numerosa, abrigando cerca de 80% de suas 1250 espécies com glândulas de óleo funcionais (Davis *et al.* 2002; Renner & Schaefer 2010).

A falta de parentesco entre essas famílias e a ocorrência esporádica dessa síndrome dentro de algumas delas, sugere que a produção de óleo evoluiu de maneira independente em vários períodos. Análises filogenéticas indicam que a característica tenha surgido no mínimo 28 vezes entre as angiospermas desde o Cretáceo inferior, sendo primeiramente nas plantas de Malpighiaceae e Cucurbitaceae, e perdida cerca de 40 vezes ao longo dos anos (Vogel 1988; Buchmann 1987; Rasmussen & Olesen 2000; Renner & Schaefer 2010). A perda dos elaióforos ocorreu principalmente nos grupos distribuídos em regiões com baixo índice ou ausência de abelhas coletoras de óleo (Anderson 1979, 1990; Davis *et al.* 2004; Renner & Schaefer 2010). Para Vogel (1990b), a ausência de glândulas em algumas espécies de Malpighiaceae do Velho Mundo indica provavelmente uma característica ancestral em relação às demais.

As flores produtoras de óleo geralmente não possuem nectários, sendo os elaióforos as únicas glândulas secretoras de substâncias não voláteis (Vogel 1971; Simpson *et al.* 1990). Os componentes principais dos óleos florais são praticamente os mesmos entre as famílias, e incluem ácidos graxos livres, mono-, di- e triglicerídeos de cadeia longa (C16-

C20) em quantidades variáveis entre as espécies (Vogel 1974, 1986, 1990a; Seigler *et al.* 1978; Buchmann 1987; Vinson *et al.* 1997). Análises desses compostos associadas à características histológicas das glândulas sugerem que elaióforos epiteliais se originaram a partir de nectários extra-florais, enquanto os elaióforos tricomáticos derivaram de tricomas secretores de substâncias similares à resinas, normalmente encontrados na superfície das pétalas e caules (Vogel 1969, 1974, 1990a).

Elaióforos epiteliais estão presentes em flores de Malpighiaceae, Krameriaceae e Orchidaceae. Elaióforos tricomáticos são mais comuns e estão presentes em diversas famílias como Calceolariaceae, Cucurbitaceae, Iridaceae, Myrsinaceae, Orchidaceae, Plantaginaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae e Stilbaceae. Orchidaceae é o único grupo a apresentar ambos os tipos de glândula (Vogel 1974, 1986, 1990a; Buchmann 1987; Steiner & Whitehead 1991; Machado 2004; Alves dos Santos *et al.* 2007). A posição das glândulas é variável entre as espécies. Em geral, elaióforos epiteliais se apresentam expostos e os elaióforos tricomáticos são restritos à regiões internas da corola. Em Malpighiaceae, ocorre geralmente um par de glândulas epiteliais por sépala (cinco), variando entre 0-10 por flor, localizados na superfície abaxial destas (Anderson 1990); em Krameriaceae ocorrem duas glândulas epiteliais na base das três pétalas fundidas, uma de cada lado (Simpson *et al.* 1977); e em Orchidaceae, são encontrados elaióforos epiteliais no calo do labelo e tricomáticos em bolsas presentes nas pétalas superiores modificadas (Singer 2004; Pauw 2006; Stpiczynska *et al.* 2007; Steiner 2010). Os elaióforos tricomáticos geralmente estão presentes em bolsas da corola, como em Plantaginaceae, Scrophulariaceae e Stilbaceae; podendo se desenvolver em dobras internas do labelo, como em Calceolariaceae; na superfície adaxial das pétalas, próximo à base da corola, em Solanaceae e Cucurbitaceae; ou na base dos estames fundidos e na superfície adaxial das pétalas em Myrsinaceae e Iridaceae.

Abelhas coletoras de óleo e o gênero Centris

Aproximadamente 400 espécies de abelhas solitárias coletam óleo floral e apresentam estruturas coletoras especializadas associadas a essa função. Estas pertencem às

tribos Macropidini, Redivivini (Melittidae), Ctenoplectrini, Centridini, Tapinostapidini e Tetrapediini (Apidae). As últimas três ocorrem somente no continente americano, especialmente na região Neotropical. Macropidini e Redivivini são Holárticas e Ctenoplectrini é Paleotropical com registros no sudeste asiático (Michener 2007; Alves dos Santos *et al.* 2007).

O óleo coletado nas flores é utilizado pelas abelhas como recurso em adição ao pólen e/ou néctar junto às provisões larvais, sendo também empregado no revestimento das células de cria, misturado com grãos de areia, partículas de solo ou pequenos pedaços de madeira, servindo para impermeabilizar o ninho (Coville *et al.* 1983; Alves dos Santos *et al.* 2007). O metabolismo dos óleos proporciona o dobro de energia às larvas em relação à mesma quantidade de carboidratos, sendo este um dos prováveis motivos que conduziram as abelhas a optar por esses recursos (Buchmann 1987).

As abelhas que coletam óleo floral apresentam cerdas especializadas nas pernas para coleta e transporte dos lipídeos. Em geral, as espécies neotropicais são generalistas para as fontes deste recurso, como é o caso de *Centris* Fabricius 1804 (Vogel 1974; Machado 2004; Renner & Schaefer 2010). Este gênero, representado por abelhas robustas e pilosas, de vôo rápido, muitas vezes com brilho metálico no metasoma, é composto por 230 espécies distribuídas em 12 subgêneros (Fig. 1), que ocorrem desde o sul da Argentina até o sudoeste dos Estados Unidos, com grupos restritos a ambientes muito áridos da região Andina e Madreana (subgêneros *Paracentris*, *Penthemisia* e *Wagenknechtia*) e maioria das espécies presentes em ambientes úmidos da região Neotropical (Ayala 1998; Michener 2007; Zanella 2002; Vivallo *et al.* 2002; Vivallo *et al.* 2003; Moure *et al.* 2007).

Os ninhos são construídos pelas fêmeas em uma variedade de substratos como solo, termiteiros, madeira e orifícios pré-existentes, sendo geralmente encontrados em grandes agregações no chão ou em barrancos (Coville *et al.* 1983, Jesus & Garófalo 2000; Aguiar & Garófalo 2004; Aguiar *et al.* 2006; Drummond *et al.* 2008).

As espécies de *Centris* são reconhecidas como as principais polinizadoras de diversas espécies de plantas na região Neotropical, consideradas grupos-chave na manutenção da biodiversidade desses ecossistemas (Roubik 1989; Schlindwein 2000). A maioria das plantas dessa região, com exceção de Myrsinaceae, é polinizada por fêmeas (em alguns casos machos) de Centridini e Tapinotaspidini (Vogel 1974; Buchmann 1987;

Michener 2007). No Brasil, polinizam grande parte das plantas do Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica e Amazônia (Oliveira & Schlindwein 2009).

As abelhas do grupo são consideradas poliléticas em sua maioria (*i.e.* fêmeas visitam diversas espécies para obtenção do pólen) (Schlindwein 2000, Aguiar 2003, Aguiar & Gaglianone 2003) e generalistas quanto às flores de óleo, atuando como polinizadoras de destas plantas (Vogel 1974; Buchmann 1987; Vinson *et al.* 1997). Dentre as plantas de óleo que visitam incluem espécies com elaióforos epiteliais e tricomáticos pertencentes às famílias Krameriaceae, Orchidaceae, Plantaginaceae, Iridaceae, Calceolariaceae, Solanaceae e principalmente Malpighiaceae (Vogel 1974; Buchmann 1987; Aguiar *et al.* 2003; Gaglianone 2003; Machado 2004).

Membros de Centridini aparentemente evoluíram paralelamente com as espécies de Malpighiaceae e suas fêmeas desenvolveram cerdas especializadas nas pernas anteriores e médias adaptadas em coletar óleos nos elaióforos epiteliais dessas flores. No entanto, nos subgêneros *Paracentris* Cameron, 1903, *Penthemisia* Moure, 1950 e *Wagenknechtia* Moure, 1950 são registradas modificações no formato e arranjo dessas cerdas (Vogel 1974; Neff & Simpson 1981; Ayala 1998; Zanella 2002; Vivallo *et al.* 2002; Vivallo *et al.* 2003). Espécies desses três subgêneros ocorrem principalmente em zonas xéricas da América do Norte e do Sul. *Penthemisia* e *Wagenknechtia* são restritos às regiões áridas da Argentina e do Chile, com algumas espécies de *Penthemisia* presentes no Peru (Vivallo *et al.* 2002; Vivallo *et al.* 2003). *Paracentris* possui distribuição anfitropical, ocorrendo principalmente na Argentina, Chile, em áreas da caatinga do Brasil e nos desertos da América do Norte (Zanella 2002). As espécies desses subgêneros são mais associadas às flores dotadas de elaióforos tricomáticos encontradas em Calceolariaceae, Iridaceae, Plantaginaceae e Solanaceae (Vogel 1974; Simpson *et al.* 1990; Vogel & Machado 1991; Cocucci 1991; Rasmussen 1999; Sérsic & Cocucci 1999; Cosacov *et al.* 2008, 2009).

A coleta de óleo evoluiu de maneira independente entre os Apoidea assim como o surgimento dos elaióforos nas plantas (Vogel 1988). O aparecimento de cerdas especializadas na coleta desses recursos ocorreu cerca de sete vezes entre esses insetos (Roig-Alsina & Michener 2003; Michener 2007; Renner & Schaefer 2010), sendo o registro mais antigo datado de 53 milhões de anos atrás para uma espécie da tribo Macropidini (*Palaeomacropis eocenicus*), encontrada na França (Michez *et al.* 2007).

A coleta do óleo é realizada geralmente pelas fêmeas, que utilizam as cerdas especializadas presentes principalmente nas pernas anteriores e médias, e o recurso é armazenado e transportado na escopa da perna posterior (Vogel 1974, Neff & Simpson 1981). Nas pernas dos machos são encontradas estruturas similares, ainda que de aparência vestigial, porém nunca foram observados coletando óleo (Neff & Simpson 1981).

Dentre os diferentes comportamentos de coleta de óleo, as fêmeas de *Centris* são as únicas que apresentam mais de um modo de visita às flores, coletando óleos simultaneamente com as pernas anteriores e médias, ou apenas com as pernas anteriores (Vogel 1974; Simpson *et al.* 1977; Cocucci 1991; Machado *et al.* 2002).

Surgimento de cerdas coletoras de óleo nas abelhas

Entre as abelhas, a grande novidade associada às pernas foi o desenvolvimento de cerdas especializadas na coleta de recursos florais. Para a aquisição do pólen, a maioria das abelhas possui pilosidade nas pernas anteriores que promovem maior aderência dos grãos ao ser raspada contra a superfície das anteras. As cerdas especializadas em coletar demais recursos como óleos, ceras, resinas, compostos aromáticos, entre outros derivaram de modificações ocorridas nesta pilosidade (Thorp 1979; Neff & Simpson 1981; Buchmann 1987).

A coleta dos óleos é realizada utilizando-se principalmente a superfície ventral das pernas anteriores, que geralmente apresenta cerdas simples com ápices espatulados no basitarso distribuídas uniformemente (Vogel 1974; Roberts & Vallespir 1978; Neff & Simpson 1981). Após o recolhimento, o recurso é transferido ipsilateralmente para as pernas médias sendo finalmente repassado para a escopa das pernas posteriores, onde é armazenado e transportado para o ninho.

Basicamente são observados três tipos de estruturas coletoras presentes nas pernas das abelhas que coletam óleos florais: os “combs” ou pentes, formados por fileiras de cerdas rígidas justapostas; os chamados “pads” ou densos tufo de cerdas finas ou pêlos plumosos distribuídos homogeneamente; e estruturas intermediárias a estas, representadas por regiões cobertas por cerdas rígidas, porém flexíveis. Todas estas três podem ser

compostas por cerdas simples e pouco modificadas, ou cerdas altamente especializadas, espatuladas e com ápices curvados (Neff & Simpson 1981; Cocucci *et al.* 2000).

Os pentes podem ocorrer nos basitarsos anteriores e médios, podendo se desenvolver em apenas um par de pernas ou nos dois. Os tufo de cerdas finas e os conjuntos de cerdas rígidas e flexíveis ocorrem geralmente nos basitarsos e mediotarsos das pernas anteriores.

As escopas posteriores, utilizadas no armazenamento e transporte dos óleos coletados, são compostas geralmente por cerdas longas simples ou ramificadas, entremeadas por densos pêlos plumosos. (Roberts & Vallespir 1978; Neff & Simpson 1981; Roig-Alsina 1997; Alves dos Santos *et al.* 2006).

Cerdas coletoras de óleo de abelhas do gênero Centris

A maioria das fêmeas de *Centris* apresenta aparato coletor de óleo caracterizado por pentes de cerdas rígidas presentes nos basitarsos das pernas anteriores e médias, associados à coleta em flores de Malpighiaceae. Esse padrão morfológico, também observado em espécies de *Epicharis* (Centridini) e *Monoeca* (Tapinotaspidini), foi denominado por Vogel (1974) de arranjo *fourlegged*, devido à presença de estruturas coletoras distribuídas nessas quatro pernas. No entanto, apenas em *Centris* ocorreu o desenvolvimento de cerdas gigantes convergentes com a porção distal do pente anterior, formando uma estrutura denominada por Vogel (1974) de “*kaputzorgan*” ou “*hood organ*”, devido ao formato semelhante a um capuz, evidência de uma maior especialização nas cerdas dessas espécies. Estrutura semelhante, no entanto de aparência vestigial, ocorrem nas fêmeas de *Monoeca* (Tapinotaspidini) (Neff & Simpson 1981; Cocucci *et al.* 2000). Nos machos de *Centris* também houve desenvolvimento de pentes pouco conspícuos nas pernas, todavia estes nunca foram registrados coletando óleo nas flores (Neff & Simpson 1981).

Segundo Neff & Simpson (1981), cerca de 15% das espécies de *Centris* apresentam variações da morfologia *fourlegged*. Estas pertencem principalmente aos subgêneros *Paracentris*, *Penthemisia* e *Wagenknechtia*, grupos mais associados às flores com elaióforos tricomáticos e que abrigam também espécies nunca registradas em flores

produtoras de óleo (Vogel 1974; Neff & Simpson 1981; Zanella 2002; Vivallo *et al.* 2002; Vivallo *et al.* 2003; Vivallo & Melo 2009).

No geral, as variações são representadas por reduções dos pentes coletores das pernas anteriores e médias e/ou aparecimento de tufo de cerdas finas nos tarsômeros anteriores (Vogel 1974; Neff & Simpson 1981; Vivallo *et al.* 2002; Vivallo *et al.* 2003; Vivallo & Melo 2009). De acordo com estudos prévios, as reduções observadas nos pentes estariam associadas principalmente à perda do hábito coletor de óleo nessas espécies (Neff & Simpson 1981; Snelling 1984; Zanella 2002; Vivallo & Melo 2009). Já o desenvolvimento de tufo de cerdas finas estaria relacionado à coleta em elaióforos tricômicos (Simpson *et al.* 1990; Vogel & Machado 1991; Sérsic & Cocucci 1999).

Os pentes bem desenvolvidos, por outro lado, presentes nas espécies com arranjo *four-legged*, estariam associados à coleta em elaióforos epiteliais, pois estão presentes na maioria das espécies que visitam flores com esse tipo de glândula (Vogel 1974; Neff & Simpson 1981; Davis *et al.* 2004; Taylor & Crepet 1987; Anderson 1990; Michener 2007).

Todavia, apesar das associações apontadas entre a morfologia das cerdas coletoras e os tipos de elaióforos presentes nas flores, são registradas visitas de abelhas dotadas de tufo de cerdas finas em flores com elaióforos epiteliais, abelhas dotadas de pentes bem desenvolvidos em flores com elaióforos tricômicos, e ainda abelhas descritas com essas duas estruturas, registradas em flores com tricomas e glândulas epiteliais (Neff & Simpson 1981; Simpson *et al.* 1990; Sérsic & Cocucci 1999; Machado *et al.* 2002).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo examinar detalhadamente a morfologia do aparato coletor de óleo das fêmeas de *Centris* e investigar sobre a relação destas abelhas com as plantas onde buscaram tal recurso.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Estudo da morfologia dos aparatos coletores de óleo das espécies de *Centris*

Espécies examinadas

Foram examinadas fêmeas de 43 espécies de *Centris* dos subgêneros *Aphemisia* (1), *Centris* (8), *Hemisiella* (4), *Heterocentris* (2), *Melacentris* (6), *Paracentris* (8), *Penthemisia* (1), *Ptilotopus* (2), *Trachina* (5), *Wagenknechtia* (3) e *Xanthemisia* (3) (Tabela 1). Todas as espécies pertencem à coleção CEPANN (Coleção Entomológica Paulo Nogueira Neto) do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, sendo que quatro delas foram recentemente e gentilmente doadas à coleção pelo Dr. Felipe Vivallo, da Universidade Federal do Paraná (espécies do Chile), e pela Dra. Natacha Chacoff, do Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas de Mendoza (exemplar de *C. (Wagenknechtia) vardyorum*).

Os exemplares de *Centris. (P.) lyngbyei* foram coletados na Argentina durante uma viagem realizada em busca de espécies adicionais dos grupos *Paracentris*, *Penthemisia* e *Wagenknechtia*. A região noroeste do país possui alto índice de ocorrência das espécies dos três subgêneros segundo dados da literatura (Moure *et al.* 2007). Os trabalhos de campo foram realizados entre Novembro e Dezembro de 2009 nas províncias de Salta (localidades de La Caldera, Chicoana, Quebrada del Toro, Cuesta del Obispo, e Cachi), Jujuy (localidades de El Carmen, Volcán, Tilcara e Humahuaca) e Mendoza (Reserva Natural Villavicencio e Uspallata). Os locais visitados foram escolhidos de acordo com as áreas de ocorrência das flores de óleo e das espécies de *Centris* (Zuloaga *et al.* 2008; Moure *et al.* 2007). Em Salta e Jujuy as localidades amostradas correspondem a regiões desérticas do altiplano andino, denominadas *prepuna*, caracterizadas por esparsas ilhas de vegetação com predominância de cactos de grande porte (cardones) e arbustos, situadas entre 2.300 a 3.400m de altitude (Fig. 2A). Em Mendoza, os locais correspondem a planícies desérticas, denominadas *monte*, caracterizadas por uma vegetação arbustiva composta por muitos

cactos também, atingindo até 2.800m de altitude (Fig. 2B) (portal WWF - Ecoregions, <http://www.worldwildlife.org>).

Todas as espécies foram analisadas quanto à morfologia das cerdas presentes nas pernas anteriores, médias e posteriores, associadas à coleta e transporte dos óleos florais. Atenção especial foi dada aos exemplares de *Paracentris*, *Penthemisia* e *Wagenknechtia*, grupos-alvo do trabalho, por se tratarem de subgêneros previamente conhecidos devido à morfologia diferenciada da comumente observada em *Centris*, associada à coleta em elaióforos epiteliais de Malpighiaceae. O aparato coletor de óleo das abelhas do grupo-alvo foi examinado em detalhe com Microscópio Eletrônico de Varredura, e a descrição do aparato de cada espécie foi apresentada separadamente. Nas demais espécies dos subgêneros *Aphemisia*, *Centris*, *Hemisiella*, *Heterocentris*, *Melacentris*, *Ptilotopus*, *Trachina* e *Xanthemisia*, grupos nos quais os estudos prévios indicaram a presença de modificações já conhecidas, foi realizado somente exame em lupa e as descrições dos aparatos foram apresentadas de forma geral por subgênero.

As espécies examinadas e respectivas informações de coleta dos *vouchers* fotografados estão apresentadas na Tabela 1. Os nomes dos subgêneros e espécies citados no trabalho seguiram o Catálogo das Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da Região Neotropical (Moure *et al.* 2007).

Exame das pernas de Centris e registro das imagens em lupa

O material foi examinado em estereomicroscópio (Leica MZ12). Foram examinadas três fêmeas de cada espécie, exceto para *C. dorsata* e *C. xanthomelaena*, que continham apenas dois exemplares na coleção, e *C. cineraria*, *C. dentata*, *C. ferruginea*, *C. flavohirta*, *C. longimana*, *C. lyngbyei*, *C. moerens*, *C. moldenkei*, *C. rupestris*, *C. similis*, *C. tamarugalis*, *C. terminata*, *C. tricolor* e *C. vardyorum*, que continham apenas um exemplar.

Para facilitar a manipulação, as abelhas foram previamente hidratadas em câmara úmida. Em seguida, foram removidos os vestígios de pólen e demais impurezas depositadas sobre os aparatos coletores de óleo com auxílio de pincéis apropriados. Processos mais

severos de limpeza com álcool ou substâncias detergentes não foram utilizados para não danificar os exemplares.

Para registro das imagens das pernas e principais estruturas associadas à coleta e armazenamento de óleo foi selecionado o exemplar com melhor estado de preservação para cada espécie. As imagens em lupa (Leica MZ16) foram realizadas em todas as espécies, sendo registradas estruturas das pernas anteriores, médias e posteriores. Para a confecção das imagens foram utilizados os softwares IM50 e Auto-Montage Pro Syncroscopy.

Exame em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)

Como relatado no item anterior, nos exemplares dos grupos-alvo *Paracentris*, *Penthemisia* e *Wagenknechtia* foram realizados exames adicionais em Microscópio Eletrônico de Varredura. Neste caso, as pernas foram destacadas das abelhas para melhor visualização das estruturas. Para eliminar os vestígios de óleo e pólen presentes nas cerdas, as pernas foram submetidas a um processo de limpeza mais severo utilizando-se acetato de etila. A metodologia seguida foi a seguinte: imersão no solvente por duas horas seguida de agitação por um minuto, repetição desse passo, enxágüe em água por mais duas horas e secagem em estufa por 24h. Após, as pernas foram preparadas nos *stubs* (pequenas placas de metal), coladas na posição desejada com cola de prata apropriada, e submetidas à metalização com ouro. As imagens foram feitas no Laboratório de Microscopia Eletrônica do Instituto de Biociências da USP, em microscópio ZEISS DSM 940.

Morfometria

Para verificar a variação no comprimento dos segmentos tarsais envolvidos na coleta dos óleos, foram tomadas medidas das pernas anteriores e médias das fêmeas de *Centris* (Fig. 3). Na perna anterior, foram medidos os comprimentos do basitarso e do mediotarso, e a altura do pente anterior; e na perna média, foi medida somente a altura do pente médio.

As medidas foram tomadas com auxílio do software IM50 a partir de imagens registradas em lupa (Leica MZ16). Para isso, as estruturas foram posicionadas de maneira plana e presas com alfinetes sobre placas de isopor.

Para estimar o tamanho corpóreo das abelhas foram tomadas medidas da distância intertegular no mesoscuto (Fig. 4). A análise das medidas das pernas foi realizada de acordo com as proporções destas em relação às distâncias intertegulares.

Os exemplares utilizados para as medições foram os mesmos utilizados para o registro fotográfico em lupa.

Descrição dos aparatos coletores de óleo

As superfícies ventrais (internas) dos segmentos das pernas associados à coleta e transporte de óleo foram examinadas em todas as espécies de *Centris*, sendo nas pernas anteriores os basitarsos e os mediotarsos; nas pernas médias, somente os basitarsos; e nas pernas posteriores, as cerdas da escopa e os esporões tibiais. As cerdas presentes nessas estruturas foram analisadas quanto à forma, tamanho, densidade e local de inserção.

A terminologia teve como base os trabalhos de Vogel (1974) e Neff & Simpson (1981). Assim como proposto por esses autores, as cerdas foram denominadas de acordo com o local de inserção nas pernas, classificadas em: ventrais, dorsais, anteriores, posteriores, proximais e distais (Fig. 5).

A seguir estão listadas as principais cerdas examinadas nas pernas das fêmeas de *Centris*:

Perna anterior (Fig. 6)

Pente primário - o pente está posicionado entre a superfície anterior e posterior, formado por cerdas proximais curtas e cerdas distais gradativamente mais longas, curvadas distalmente.

Cerdas gigantes - cerdas longas e grossas inseridas na superfície posterior, em frente ao pente primário, posicionadas na porção mais distal do basitarso.

Cerdas secundárias - cerdas curtas e grossas, inseridas na superfície posterior, entre o pente primário e as cerdas gigantes.

Cerdas da superfície posterior - cerdas simples e pêlos plumosos presentes na superfície posterior, entre o pente primário e as cerdas gigantes.

Cerdas da superfície dorsal - cerdas dorsais à superfície posterior ventral dos tarsômeros II-IV e do basitarso.

Cerdas anteriores - cerdas anteriores ao pente primário.

Cerdas apicais do basitarso - cerdas apicais da superfície anterior do basitarso.

Cerdas da superfície ventral do mediotarso - cerdas que cobrem a superfície ventral dos mediotarso.

Cerdas apicais do mediotarso - cerdas apicais da superfície posterior dos mediotarso.

Perna média (Fig. 7)

Pente médio - o pente se estende por todo comprimento do basitarso, posicionado entre a superfície anterior e posterior, formado por cerdas de mesma altura, curvadas distalmente.

Cerdas secundárias - cerdas curtas, inseridas ao longo da base do pente médio na superfície posterior.

Cerdas posteriores - cerdas que cobrem a superfície posterior do basitarso.

Cerdas anteriores - cerdas anteriores ao pente médio.

Cerdas apicais do basitarso - cerdas apicais da superfície anterior do basitarso.

Perna posterior (Fig. 8)

Cerdas da escopa - cerdas que compõem a pilosidade da escopa.

Esporões tibiais - dois esporões inseridos na base da tíbia.

2. Revisão bibliográfica das associações entre *Centris* e flores de óleo

Os aparatos coletores de óleo das espécies examinadas de *Centris* foram relacionados quanto ao tipo de elaióforo presente nas flores visitadas pelas mesmas. Em busca dessas informações foi realizada uma revisão bibliográfica das associações entre

Centris e as plantas produtoras de óleo, sendo considerados todos os dados de visita das abelhas nas flores.

Rede de interação: relação entre morfologia do aparato coletor de óleo e tipos de elaióforos

Para melhor visualização das preferências florais apresentadas pelas espécies de *Centris* com diferentes morfologias do aparato coletor de óleo foi construída uma rede de interações entre as espécies de *Centris* e as espécies de plantas produtoras de óleo a partir dos dados encontrados na literatura. A rede foi representada de maneira bipartida, construída com auxílio do pacote Bipartite do programa R (Dormann *et al.* 2009).

3. Distribuição geográfica das abelhas e plantas de óleo associadas

Distribuição das espécies examinadas de Centris

Os locais de ocorrência das 43 espécies de *Centris* examinadas foram consultados no Catálogo das Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da Região Neotropical (Moure *et al.* 2007).

A partir dessas informações foram construídos mapas da distribuição das espécies com bases nos diferentes tipos de morfologia do aparato coletor de óleo. As figuras foram construídas a partir dos mapas disponibilizados na versão *online* do Catálogo Moure para as abelhas da região Neotropical (<http://moure.cria.org.br/catalogue>), com indicações dos estados e províncias onde as abelhas foram registradas.

Distribuição das plantas de óleo associadas à Centris

As informações sobre os locais de ocorrência das plantas de óleo associadas às espécies examinadas de *Centris*, encontradas na literatura, foram buscadas em bancos de

dados de herbários disponibilizados nos portais GBIF (<http://data.gbif.org>) e SpeciesLink (<http://slink.cria.org.br>).

A partir das coordenadas geográficas dos locais de coleta das plantas, foram construídos mapas da distribuição geográfica das espécies dotadas de elaióforos epiteliais e tricomáticos.

Os pontos presentes no mapa abrangeram todas as espécies dos gêneros de plantas de óleo associados às espécies examinadas de *Centris*, dentre estes: *Banisteria*, *Banisteriopsis*, *Byrsonima*, *Heteropterys*, *Janusia*, *Lophantera*, *Macvaughia*, *Malpighia*, *Mascagnia*, *Peixotoa*, *Ptilochaeta*, *Stigmaphyllon*, *Tricomaria* (Malpighiaceae); *Krameria* (Krameriaceae); *Calceolaria* (Calceolariaceae); *Angelonia*, *Basistemon* (Plantaginaceae); *Monttea* (Scrophulariaceae) e *Nierembergia* (Solanaceae); e as espécies *Trichocentrum stipitatum* (Orchidaceae), *Cypella herbertii* e *Sisyrrinchium philipii* (Iridaceae).

Os mapas foram construídos com auxílio do software Arc GIS 9.2 e se restringiram apenas à região Neotropical, onde ocorrem as espécies de *Centris* estudadas.

RESULTADOS

1. Morfologia dos aparatos coletores de óleo das espécies de Centris

Aspecto geral das cerdas coletoras de óleo de Centris

As fêmeas das 43 espécies de *Centris* examinadas apresentaram cerdas modificadas nas pernas associadas à coleta e transporte do óleo. A maioria dos exemplares (63%) apresentou aparato coletor de óleo com morfologia padrão do tipo *fourlegged*, caracterizado pela presença de todas as cerdas dos basitarsos anteriores e médios bem desenvolvidas. No entanto, 16 espécies apresentaram modificações nesse padrão, com alterações na morfologia das cerdas da perna anterior, acompanhadas pela redução das cerdas da perna média em algumas espécies; e em duas espécies foi observada redução de todas as cerdas das pernas anteriores e médias.

De forma geral, foi observada semelhança entre espécies de mesmo subgênero e as diferenças mais notáveis foram encontradas nos grupos-alvo *Paracentris*, *Penthemisia* e *Wagenknechtia*, e em espécies dos subgêneros *Hemisiella* e *Melacentris*.

A partir das variações observadas no formato e arranjo das cerdas coletoras das espécies de *Centris*, foi possível distinguir quatro padrões morfológicos:

- **Padrão *four-legged*** - abelhas com todas as cerdas das pernas anteriores e médias bem desenvolvidas.
- **Padrão *four-legged* com modificações** - abelhas com todas as cerdas das pernas anteriores e médias bem desenvolvidas, porém com modificações nas cerdas da perna anterior.
- **Padrão *two-legged*** - abelhas com cerdas da perna anterior modificadas e cerdas da perna média vestigiais.
- **Vestigial** - abelhas com todas as cerdas das pernas anteriores e médias vestigiais.

As únicas cerdas que não apresentaram modificações de acordo com esses padrões foram as cerdas apicais dos basitarsos anteriores e médios, que variaram de acordo com os subgêneros de *Centris*.

As cerdas associadas ao transporte do óleo presentes na perna posterior e as cerdas posteriores da perna média foram semelhantes em todos os exemplares examinados.

A seguir estão apresentadas as descrições dos quatro padrões morfológicos, seguidos das espécies que os possuem.

I. Padrão *four-legged*

Espécies observadas com esse padrão: *C. (P.) klugii* e as espécies dos subgêneros *Aphemisia*, *Centris*, *Heterocentris*, *Melacentris* (exceto *C. obsoleta*), *Ptilotopus*, *Trachina* e *Xanthemisia*.

Descrição geral

As espécies de *Centris* observadas com esse padrão apresentam aparato coletor de óleo presente nas pernas anteriores e médias, composto por pentes de cerdas rígidas com ápices espatulados e curvados (Fig. 9A, 10A, 11A). A principal característica desse arranjo é a presença do *hood-organ* no basitarso anterior, estrutura formada pela convergência dos ápices das cerdas distais do pente com os ápices das cerdas gigantes (Fig. 9A); e no basitarso médio, a presença de um pente bem desenvolvido com cerdas curvadas na porção distal (Fig. 11A). Na perna anterior, são notáveis as cerdas anteriores do basitarso e as cerdas apicais do basitarso e mediotarso, com ápices voltados para o *hood-organ* (Fig. 9A, 12A). Assim como no pente, as cerdas anteriores são ligeiramente espatuladas e apresentam inúmeras estrias transversais (Fig. 13A). Na perna média, as cerdas posteriores também revelaram a presença de inúmeras estrias transversais (Fig. 14), sendo mais curtas na região proximal formando uma suave depressão nessa região. A escopa é formada por densa pilosidade ramificada entremeada por cerdas simples (Fig. 15A-B).

Nas espécies de *Centris s. str.* ocorre uma cerda apical grossa com ápice em gancho localizada atrás do pente anterior (Fig. 16A-B, 60D), e na perna média ocorre uma estrutura similar representada pela última cerda do pente médio (Fig. 17A, 63B).

Nas espécies de *Heterocentris* os pentes médios são mais desenvolvidos na porção proximal e apresentam cerdas distais eretas, diferentemente dos demais subgêneros (Fig. 77A-B).

Variações no padrão *four-legged* foram observadas apenas quanto ao número de cerdas gigantes, sendo menor nos subgêneros *Heterocentris* e *Trachina* e maior nos subgêneros *Aphemisia*, *Melacentris* e *Xanthemisia*; e quanto ao número de cerdas secundárias, sendo maior nesses três últimos subgêneros e menor nos demais.

Descrição detalhada:

Perna anterior

- **Pente anterior** - o pente anterior é bem desenvolvido e se estende por todo comprimento do basitarso, formado por cerdas justapostas bem desenvolvidas de ápices triangulares e espatulados (Fig. 9A e 10A).
- **Cerdas gigantes** - as cerdas gigantes são bem desenvolvidas e possuem ápices triangulares e espatulados (Fig. 18A).
- **Cerdas secundárias** - as cerdas secundárias são bem desenvolvidas. Nas espécies de *Centris s. str.*, *Trachina* e *Xanthemisia* ocorrem 2-5 cerdas com ápices curvados alinhadas em frente ao pente anterior (Fig. 19A). Nas espécies de *Aphemisia*, *Melacentris* e *Ptilotopus* ocorrem 6-10 cerdas ligeiramente curvadas agrupadas em frente ao pente (Fig. 19B).
- **Cerdas da superfície posterior** - na superfície posterior ocorrem esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 9A).
- **Cerdas da superfície dorsal** - a superfície dorsal é coberta por pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 20A).
- **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores são ligeiramente mais grossas, espatuladas e dotadas de suaves estrias transversais (Fig. 13A).

- **Cerdas da superfície ventral do mediotarso** - a superfície ventral é praticamente glabra, com esparsos pêlos simples curtos (Fig. 12A).
- **Cerdas apicais do mediotarso** - as cerdas apicais são grossas e ligeiramente curvadas em direção ao basitarso (Fig. 12A).

Perna média

- **Pente médio** - o pente médio é bem desenvolvido, formado por cerdas justapostas de ápices triangulares e espatulados (Fig. 11A).
- **Cerdas secundárias** - as cerdas secundárias são bem desenvolvidas e possuem ápices curvados (Fig. 21A).
- **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores possuem ápices curvados sobre o pente médio e são entremeadas por densos pêlos plumosos (Fig. 22A).
- **Cerdas posteriores** - cerdas grossas dotadas de estrias transversais (Fig. 14).

Perna posterior

- **Escopa** - a escopa é formada por densas cerdas longas e ramificadas entremeadas por cerdas simples (Fig. 15A-B).
- **Esporões tibiais** - os esporões tibiais são duplamente pectinados. O esporão interno é mais largo e possui pente posterior formado por cerdas longas e pente externo mais curto. O esporão externo é mais estreito e possui ambos os pentes formados por cerdas curtas (Fig. 15C).

II. Padrão *four-legged* com modificações na perna anterior

Espécies observadas com esse padrão: *C. (P.) burgdorfi*, *C. (P.) tricolor*, *C. (P.) xanthomelaena*, *C. (M.) obsoleta* e todos as espécies do subgênero *Hemisiella*.

Descrição geral

As espécies de *Centris* observadas com esse tipo de morfologia apresentaram arranjo de cerdas similar ao encontrado no padrão *four-legged*, no entanto, com modificações nas cerdas das pernas anteriores.

Em *C. (P.) tricolor*, *C. (H.) tarsata* e *C. (H.) trigonoides* foram observadas cerdas gigantes com ápices arredondados ao invés de triangulares (Fig. 18C-D, 38D, 68A-B); sendo ligeiramente arredondadas nos exemplares de *C. (P.) burgdorfi*, *C. (P.) xanthomelaena* e *C. (H.) vulpecula* (Fig. 18B, 24C, 40C, 68D). Em *C. (P.) burgdorfi* e *C. (P.) tricolor* essa modificação também ocorreu nas cerdas do pente, que se apresentam ligeiramente arredondadas (Fig. 10B, 24B, 38C).

Em *C. (P.) tricolor*, *C. (M.) obsoleta* e nas espécies de *Hemisiella*, as cerdas gigantes são mais grossas e com ápices alargados (Fig. 18D, 38B, 68A-D, 83C).

Em *C. (P.) tricolor* as cerdas secundárias são reduzidas, representadas por cerdas finas e vestigiais (Fig. 19D, 38A).

Outra modificação observada foi o aparecimento de tufo de pêlos plumosos na superfície dorsal dos basitarsos e mediotarsos anteriores em *C. (P.) xanthomelaena*, *C. (P.) tricolor* e *C. (P.) burgdorfi* (Fig. 20B, 24A e E, 33E e G). Nessas duas últimas espécies, as cerdas apicais posteriores do mediotarso possuem ápices espatulados e arredondados (Fig. 12C-D, 24F, 38C).

Nas espécies do subgênero *Hemisiella*, foram observados pentes médios mais desenvolvidos na porção proximal, com cerdas distais eretas, similares aos observados nos exemplares de *Heterocentris* (Fig. 70A-D).

Assim como nas espécies de *Centris s. str.*, em *C. (P.) burgdorfi*, *C. (P.) tricolor* e *C. (P.) xanthomelaena* foi observada última cerda do pente médio mais grossa e com ápice em gancho (Fig. 17A, 25B, 39B, 41B).

III. Padrão *two-legged*

Espécies observadas com esse padrão: *C. (P.) flavohirta*, *C. (P.) hyptidis*, *C. (P.) hyptidoides*, *C. (P.) lyngbyei*, *C. (W.) cineraria* e *C. (W.) vardyorum*.

Descrição geral

As espécies de *Centris* observadas com esse tipo de morfologia apresentam modificações nas cerdas da perna anterior, e possuem pente médio e outras cerdas principais da perna média reduzidas ou ausentes (Fig. 9B-E e H, 11B-D). Na perna anterior, foram observadas algumas modificações semelhantes às das espécies com morfologia *four-legged* tipo II, no entanto, acompanhadas por redução nas cerdas proximais do pente anterior, que se encontra deslocado para a porção distal do basitarso. Assim como nessas espécies, em *C. (P.) flavohirta*, *C. (P.) lyngbyei* e *C. (W.) cineraria* foram observados pentes anteriores e cerdas gigantes com ápices espatulados e arredondados (em *C. lyngbyei* as cerdas do pente são ligeiramente arredondadas), e modificações semelhantes ocorreram nas cerdas apicais posteriores dos mediotarsos (Fig. 10B, 12C-D, 18B-D). Em *C. (P.) flavohirta* cerdas gigantes são maiores, representadas por cerdas mais grossas de ápices amplamente alargados (Fig. 26A-B).

Em *C. (P.) hyptidis* e *C. (P.) hyptidoides* as cerdas gigantes são extremamente reduzidas e praticamente vestigiais representadas por cerdas curtas e delgadas (Fig. 18E). Em *C. (P.) hyptidis* essa modificação também foi acompanhada pela redução do pente anterior, formado por cerdas curtas e afiladas inseridas na porção distal do basitarso (Fig. 28A). No entanto, em *C. (P.) hyptidoides* o pente anterior é presente e bem desenvolvido, apesar de pouco deslocado para a porção distal do basitarso, e também apresenta cerdas com ápices ligeiramente arredondados (Fig. 31A).

Em *C. (W.) vardyorum* as cerdas do pente anterior são extremamente reduzidas e, este, diferentemente das outras espécies, encontra-se deslocado para a porção proximal do basitarso, representado por poucas cerdas curtas. Nessa espécie, as cerdas gigantes e as cerdas secundárias foram totalmente perdidas (Fig. 9H).

As cerdas secundárias anteriores também sofreram reduções em *C. (P.) hyptidis*, *C. (P.) hyptidoides* e *C. (P.) lyngbyei* (Fig. 19C-D).

Assim como nas espécies com padrão *four-legged* modificado, foram observados tufo de pêlos plumosos na superfície dorsal dos basitarsos e mediotarsos anteriores (Fig. 20B). No entanto, nas espécies com padrão *two-legged*, os tufo também se desenvolveram na superfície ventral posterior dos mediotarsos, observados em *C. (P.) lyngbyei*, *C. (P.) hyptidis*, *C. (P.) hyptidoides*, *C. (W.) cineraria* e *C. (W.) vardyorum* (Fig. 12B-E).

Em *C. (P.) hyptidis* e *C. (P.) hyptidoides* ocorre uma faixa de cerdas espatuladas presente na superfície ventral anterior desde a porção distal do basitarso até o ápice do mediotarso, contínuas com os tufo de cerdas finas na superfície posterior (Fig. 13B). Em *C. (W.) vardyorum*, também ocorre uma estrutura semelhante, no entanto, formada principalmente por cerdas simples não modificadas, com poucas cerdas espatuladas apenas na porção proximal ao lado do pente vestigial (Fig. 50B, 51A e C). Nessas três espécies, as cerdas apicais do mediotarso são reduzidas ficando escondidas entre a pilosidade que cobre as pernas (Fig. 12B e E).

Na perna média, os pentes são reduzidos formados por cerdas mais curtas em relação às demais espécies. Em *C. (P.) flavohirta*, *C. (P.) hyptidis* e *C. (W.) vardyorum*, as cerdas do pente são afiladas e mais afastadas umas das outras (Fig. 11B-C). Já em *C. (W.) cineraria* ocorreu perda total do pente médio, sendo observadas apenas cerdas simples e não modificadas na região de inserção dessa estrutura (Fig. 11D).

Outras cerdas da perna média também sofreram reduções, como as cerdas secundárias em *C. (P.) flavohirta*, *C. (P.) lyngbyei*, *C. (W.) cineraria* e *C. (W.) vardyorum* (Fig. 21B-C); e cerdas anteriores em *C. (P.) flavohirta*, *C. (P.) hyptidis*, *C. (P.) hyptidoides*, *C. (W.) cineraria* e *C. (W.) vardyorum* (Fig. 22B-C).

Assim como nas espécies de *Centris s. str.*, em *C. (P.) hyptidis* e *C. (P.) hyptidoides* foi observada uma cerda apical grossa com ápice em gancho localizada atrás do pente anterior (Fig. 16A-B), e na perna média apenas em *C. (P.) hyptidis* (Fig. 17B).

IV. Morfologia vestigial

Espécies observadas com essa morfologia: *C. (P.) tamarugalis* e *C. (W.) moldenkei*.

Descrição geral

O arranjo *four-legged* encontrado na maioria das espécies de *Centris* é observado nessas duas espécies inteiramente reduzido e vestigial. Todas as cerdas são mais curtas, afiladas e espaçadas entre si em ambas as pernas anteriores e médias (Fig. 9F-G, 10C, 11C). Na superfície dorsal da perna anterior, ocorrem apenas vestígios de pêlos plumosos curtos e rarefeitos (Fig. 20C). Na perna média, as cerdas posteriores possuem mesmo aspecto estriado das demais espécies, porém apresentam-se menos densas e mais curtas. A escopa da perna posterior também é menos densa, apesar de composta por cerdas similares às presentes nas demais espécies.

Assim como nas espécies de *Centris s. str.*, *C. (P.) hyptidis* e *C. (P.) hyptidoides*, em *C. (P.) tamarugalis* ocorre uma cerda apical grossa com ápice em gancho localizada atrás do pente anterior (Fig. 17C).

Medidas morfométricas

As proporções das pernas anteriores e médias de *Centris* apresentaram-se semelhantes na maioria das espécies examinadas, sendo encontradas pequenas diferenças em relação ao comprimento do basitarso e mediotarso anteriores, e altura dos pentes anteriores e médios, principalmente nas espécies dos grupos-alvo *Paracentris*, *Penthemisia* e *Wagenknechtia* diagnosticadas com morfologia *two-legged* ou morfologia vestigial. (Tab. 2).

Na perna anterior, foram observados basitarsos mais longos em *C. (P.) hyptidis*, *C. (P.) hyptidoides* e *C. (P.) tamarugalis*; mediotarsos mais longos em *C. (P.) hyptidis*, *C. (P.) hyptidoides* e *C. (W.) vardyorum*; e mediotarsos anteriores mais curtos em *C. (P.) flavohirta*. Os pentes anteriores foram mais baixos em *C. (P.) hyptidis*, *C. (P.) flavohirta*, *C.*

(*P.*) *tamarugalis*, *C. (W.) moldenkei* e *C. (W.) vardyorum*; e mais altos em *C. (H.) analis* e *C. (H.) terminata*. Na perna média, foram observados pentes mais baixos em *C. (P.) flavohirta*, *C. (P.) hyptidis*, *C. (P.) hyptidoides*, *C. (P.) lyngbyei*, *C. (P.) tamarugalis*, *C. (W.) moldenkei* e *C. (W.) vardyorum*; e mais altos em *C. (H.) tarsata*, *C. (H.) analis*, *C. (P.) klugii* e *C. (X.) bicolor*.

Descrição dos aparatos coletores de óleo das espécies de Centris

A seguir, estão apresentadas as descrições detalhadas das 43 espécies de *Centris* examinadas no trabalho, organizadas por subgênero, iniciando com as espécies dos grupos-alvo *Paracentris*, *Penthemisia* e *Wagenknechtia*.

A descrição da pilosidade da escopa da perna posterior foi apresentada na descrição detalhada do padrão *four-legged* e não foi considerada nas descrições das espécies, já que essas cerdas foram semelhantes em todas as espécies examinadas. Do mesmo modo, as cerdas posteriores da perna média não foram inseridas nas descrições das espécies dos subgêneros *Aphemisia*, *Centris*, *Hemisiella*, *Heterocentris*, *Melacentris*, *Ptilotopus*, *Trachina* e *Xanthemisia*, sendo descritas apenas para as espécies dos grupos-alvo *Paracentris*, *Penthemisia* e *Wagenknechtia*, pois foram examinadas em detalhe sob Microscópio Eletrônico de Varredura.

Subgênero *Paracentris*

Espécies examinadas: *C. burgdorfi*, *C. flavohirta*, *C. hyptidis*, *C. hyptidoides*, *C. klugii*, *C. lyngbyei*, *C. tricolor* e *C. xanthomelaena*.

***Centris burgdorfi* Friese, 1900**

(Fig. 23A-B)

Padrão *four-legged* modificado.

PERNA ANTERIOR. ***Pente anterior*** - o pente anterior é bem desenvolvido e se estende por todo o comprimento do basitarso, formado por 40 cerdas justapostas de ápices triangulares espatulados, ligeiramente arredondados nas bordas. As cerdas distais possuem ápices gradativamente mais alargados e espatulados (Fig. 24A-B). ***Cerdas gigantes*** - ocorrem três cerdas gigantes justapostas com ápices arredondados (Fig. 24A e C). ***Cerdas secundárias*** - ocorrem quatro cerdas secundárias com ápices em gancho alinhadas em frente ao pente anterior (Fig. 24A). ***Cerdas da superfície posterior*** - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 24A). ***Cerdas da superfície dorsal*** - ocorrem tufo de pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 24A e E). ***Cerdas anteriores*** - as cerdas anteriores são ligeiramente mais grossas e curvadas sobre o pente anterior (Fig. 24A). Estas ligeiramente achatadas e possuem estrias transversais em ambos os lados aplainados. ***Cerdas apicais do basitarso*** - a primeira cerda apical, inserida atrás do pente, é ligeiramente mais grossa que as demais (Fig. 24D). ***Comprimento do basitarso*** - proporcional à média das espécies examinadas ($cBa = 0,24\text{mm}$). ***Cerdas da superfície ventral do mediotarso*** - a superfície ventral é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos. Na metade posterior, ocorrem tufo de pêlos plumosos na base e margem posterior de cada tarsômero (Fig. 24E). ***Cerdas apicais do mediotarso*** - no tarsômero II, as cerdas apicais posteriores apresentam-se levemente espatuladas (Fig. 24F). ***Comprimento do mediotarso*** - proporcional à média das espécies examinadas ($cTa = 0,16\text{mm}$). PERNA MÉDIA. ***Pente médio*** - o pente médio é bem desenvolvido, formado por 38 cerdas justapostas de ápices triangulares espatulados (Fig. 25A). As cerdas mais distais possuem ápices gradativamente mais estreitos e curvados. A última cerda distal é mais grossa e possui ápice em gancho (Fig. 25B). ***Cerdas secundárias*** - ocorrem cerdas secundárias com ápices em gancho na base do pente médio (Fig. 25A). ***Cerdas posteriores*** - as cerdas posteriores são grossas e dotadas de estrias transversais ao longo do comprimento (Fig. 25C). ***Cerdas anteriores*** - as cerdas anteriores possuem ápices alargados e curvados e são entremeadas por densos pêlos plumosos (Fig. 25D). ***Cerdas apicais do basitarso*** - as cerdas apicais são grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso (Fig. 25D).

***Centris flavohirta* Friese, 1899**

(Fig. 23C-D)

Padrão *two-legged*.

PERNA ANTERIOR. ***Pente anterior*** - o pente anterior é mais baixo ($aPa = 0,036\text{mm}$) e está deslocado para a porção distal do basitarso. É formado por 19 cerdas, sendo as proximais vestigiais e afastadas entre si, e as distais bem desenvolvidas e dotadas de ápices arredondados e espatulados (Fig. 26A-B). ***Cerdas gigantes*** - ocorrem três cerdas grossas de ápices arredondados e amplamente alargados (Fig. 26B). ***Cerdas secundárias*** - ocorrem quatro cerdas secundárias com ápices curvados alinhadas em frente ao pente (Fig. 26A). ***Cerdas da superfície posterior*** - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 26A). ***Cerdas da superfície dorsal*** - ocorrem tufo de pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 26A). ***Cerdas anteriores*** - as cerdas anteriores são ligeiramente mais grossas e curvadas sobre o pente anterior (Fig. 26A). Estas ligeiramente achatadas e possuem estrias transversais em ambos os lados aplainados. ***Cerdas apicais do basitarso*** - as cerdas apicais da superfície anterior são mais grossas, similares às do mediotarso (Fig. 26C). ***Comprimento do basitarso*** - proporcional à média das espécies examinadas ($cBa = 0,26\text{mm}$). ***Cerdas da superfície ventral do mediotarso*** - a superfície ventral é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos (Fig. 26D). ***Cerdas apicais do mediotarso*** - no tarsômero II, as cerdas apicais posteriores apresentam-se levemente espatuladas (Fig. 26E). ***Comprimento do mediotarso*** - o mediotarso é ligeiramente mais curto em relação às outras espécies examinadas ($cTa = 0,13\text{mm}$). PERNA MÉDIA. ***Pente médio*** - o pente médio é vestigial, mais baixo ($cBa = 0,04\text{mm}$), formado por 22 cerdas afastadas entre si de ápices afilados (Fig. 27A-B). ***Cerdas secundárias*** - ocorrem cerdas secundárias vestigiais representadas por cerdas curtas e delgadas (Fig. 27D). ***Cerdas posteriores*** - as cerdas posteriores são grossas e dotadas de estrias transversais ao longo do comprimento (Fig. 27D). ***Cerdas anteriores*** - as cerdas anteriores são espaçadas entre si, entremeadas por pêlos plumosos mais curtos (Fig. 27C). ***Cerdas apicais do basitarso*** - as cerdas apicais da superfície posterior e anterior são distintamente mais grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso (Fig. 27E).

***Centris hyptidis* Ducke, 1908**

(Fig. 23E-F)

Padrão *two-legged*.

PERNA ANTERIOR. ***Pente anterior*** - o pente anterior é vestigial, mais baixo (aPa = 0,03mm) e está deslocado para a porção distal do basitarso. É formado por 25 cerdas justapostas de ápices afilados. As cerdas proximais são ligeiramente afastadas entre si, e as distais são justapostas (Fig. 28A). ***Cerdas gigantes*** - as cerdas gigantes são vestigiais, reduzidas e três cerdas delgadas e filiformes (Fig. 28B). ***Cerdas secundárias*** - na base do pente anterior ocorrem duas cerdas secundárias com ápices em gancho, e na porção distal próximo às cerdas gigantes vestigiais ocorre uma cerda grossa e curta, similar às cerdas secundárias (Fig. 28C). ***Cerdas da superfície posterior*** - a superfície posterior é coberta por vestígios de cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 28A). ***Cerdas da superfície dorsal*** - ocorrem densos tufos de pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 23C, 28C). ***Cerdas anteriores*** - as cerdas anteriores mais próximas ao pente possuem ápices afilados e são ligeiramente mais grossas. Em detalhe, é possível observar que estas são achatadas e dotadas de suaves estrias transversais ao longo do comprimento. As demais cerdas, inseridas na porção distal do basitarso, apresentam-se totalmente espatuladas com ápices arredondados (Fig. 28C). ***Cerdas apicais do basitarso*** - ocorre uma cerda grossa com ápice em gancho inserida atrás do pente (Fig. 28D). ***Comprimento do basitarso*** - o basitarso é mais comprido em comparação com as demais espécies examinadas (cBa = 0,31mm). ***Cerdas da superfície ventral do mediotarso*** - a superfície anterior é preenchida por cerdas espatuladas de ápices arredondados, similares às do basitarso; e a superfície posterior é coberta por densos tufos de cerdas simples (Fig. 29A-B e D). ***Cerdas apicais do mediotarso*** - as cerdas apicais são espatuladas, similares às cerdas que cobrem a superfície anterior do mediotarso (Fig. 29C). ***Comprimento do mediotarso*** - o mediotarso é mais comprido em relação às outras espécies examinadas (cTa = 0,38mm). PERNA MÉDIA. ***Pente médio*** - o pente médio é vestigial, mais baixo (aPm = 0,03mm), formado por 23 cerdas afiladas afastadas entre si (Fig. 30A-B). A última cerda distal é ligeiramente mais

grossa que as demais (Fig. 30C). *Cerdas secundárias* - ocorrem cerdas secundárias com ápices em gancho na base do pente médio (Fig. 30B). *Cerdas posteriores* - as cerdas posteriores são grossas e dotadas de estrias transversais ao longo do comprimento (Fig. 30B). *Cerdas anteriores* - as cerdas anteriores são afiladas e afastadas entre si, entremeadas por vestígios de pêlos plumosos curtos (Fig. 30A). *Cerdas apicais do basitarso* - ocorre uma cerda grossa com ápice em gancho inserida atrás do pente (Fig. 30C).

***Centris hyptidoides* Roig-Alsina, 2000**

(Fig. 23G-H)

Padrão *two-legged*.

PERNA ANTERIOR. *Pente anterior* - O pente anterior é bem desenvolvido e se estende por todo o comprimento do basitarso, formado por 39 cerdas justapostas de ápices ligeiramente arredondados. Os ápices distais são gradativamente mais alargados e espatulados (Fig. 31A e B). *Cerdas gigantes* - as cerdas gigantes são vestigiais, reduzidas a quatro cerdas delgadas e filiformes (Fig. 31A e B). *Cerdas secundárias* - ocorrem duas cerdas secundárias com ápices em gancho na base do pente anterior, e na porção distal próximo às cerdas gigantes vestigiais ocorrem três cerdas curtas e grossas, similares às cerdas secundárias (Fig. 31A). *Cerdas da superfície posterior* - a superfície posterior é coberta por vestígios de cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 31A). *Cerdas da superfície dorsal* - ocorrem densos tufo de pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 31A). *Cerdas anteriores* - as cerdas anteriores mais próximas ao pente possuem ápices afilados e são ligeiramente mais grossas. Em detalhe, é possível observar que estas são achatadas e dotadas de suaves estrias transversais ao longo do comprimento. As demais cerdas, inseridas na porção distal do basitarso, apresentam-se totalmente espatuladas com ápices arredondados (Fig. 31B). *Cerdas apicais do basitarso* - ocorre uma cerda grossa com ápice em gancho inserida atrás do pente (Fig. 31B). *Comprimento do basitarso* - o basitarso é mais comprido em comparação com as demais espécies examinadas (cBa = 0,29mm). *Cerdas da superfície ventral do mediotarso* - a superfície anterior é preenchida por cerdas espatuladas de ápices arredondados, similares às do

basitarso, e superfície posterior é coberta por densos tufos de cerdas simples (Fig. 31A). **Cerdas apicais do mediotarso** - as cerdas apicais são espatuladas, similares às cerdas que cobrem a superfície anterior do mediotarso (Fig. 31C). **Comprimento do mediotarso** - o mediotarso é mais comprido em relação às outras espécies examinadas ($cTa = 0,28mm$). PERNA MÉDIA. **Pente médio** - o pente médio é bem desenvolvido, formado por 39 cerdas justapostas de ápices triangulares espatulados. As cerdas mais distais possuem ápices estreitos e afastados entre si. A última cerda distal é mais grossa e possui ápice em gancho (Fig. 32A e B). **Cerdas secundárias** - ocorrem cerdas secundárias com ápices em gancho na base do pente médio (Fig. 32B). **Cerdas posteriores** - as cerdas posteriores são grossas e dotadas de estrias transversais ao longo do comprimento (Fig. 32B). **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores são grossas e afiladas, entremeadas por vestígios de pêlos plumosos curtos (Fig. 34B). **Cerdas apicais do basitarso** - as cerdas apicais não são diferenciadas e possuem morfologia similar à das demais cerdas anteriores adjacentes (Fig. 32A).

***Centris klugii* Friese, 1899**

(Fig. 33A-B)

Padrão *two-legged*.

PERNA ANTERIOR. **Pente anterior** - o pente anterior é bem desenvolvido e se estende por todo o comprimento do basitarso, formado por 20 cerdas justapostas de ápices triangulares espatulados. As cerdas distais possuem ápices gradativamente mais alargados e espatulados (Fig. 34A-C). **Cerdas gigantes** - ocorrem três cerdas gigantes afastadas entre si de ápices triangulares espatulados (Fig. 34A e E). **Cerdas secundárias** - ocorrem quatro cerdas secundárias com ápices em gancho alinhadas em frente ao pente anterior (Fig. 34A). **Cerdas da superfície posterior** - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 34A). **Cerdas da superfície dorsal** - ocorrem pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 34A). **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores são ligeiramente mais grossas e curvadas sobre o pente anterior (Fig. 34A). Estas ligeiramente achatadas e possuem estrias transversais em ambos os lados aplainados. **Cerdas apicais do basitarso** - as cerdas apicais possuem morfologia similar à

das cerdas anteriores adjacentes (Fig. 34A). **Comprimento do basitarso** - proporcional à média das espécies examinadas ($cBa = 0,23\text{mm}$). **Cerdas da superfície ventral do mediotarso** - a superfície ventral é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos (Fig. 34A). **Cerdas apicais do mediotarso** - as cerdas apicais são curvadas em direção à superfície posterior do basitarso (Fig. 34A e D). **Comprimento do mediotarso** - proporcional à média das espécies examinadas ($cTa = 0,17\text{mm}$). PERNA MÉDIA. **Pente médio** - o pente médio é bem desenvolvido, formado por 28 cerdas justapostas de ápices triangulares espatulados (Fig. 35A-B). As cerdas mais distais possuem ápices estreitos e afastados entre si. A última cerda distal é ligeiramente mais grossa e possui ápice em gancho (Fig. 35C). **Cerdas secundárias** - ocorrem cerdas secundárias com ápice em gancho na base do pente médio (Fig. 35D). **Cerdas posteriores** - as cerdas posteriores são grossas e dotadas de estrias transversais ao longo do comprimento (Fig. 35E). **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores possuem ápices alargados e curvados e são entremeadas por pêlos plumosos (Fig. 35B). **Cerdas apicais do basitarso** - as cerdas apicais possuem morfologia similar à das demais cerdas anteriores (Fig. 35B).

***Centris lyngbyei* Jensen-Haarup, 1908**

(Fig. 33C-D)

Padrão *two-legged*.

PERNA ANTERIOR. **Pente anterior** - o pente anterior está ligeiramente deslocado para a porção distal. É formado por 18 cerdas, sendo as proximais afiladas e as distais bem desenvolvidas com ápices arredondados e espatulados (Fig. 36A-B). **Cerdas gigantes** - ocorrem três cerdas gigantes justapostas, de ápices triangulares espatulados, ligeiramente arredondados nas bordas (Fig. 36B). **Cerdas secundárias** - as cerdas secundárias são vestigiais, similares às cerdas simples inseridas na superfície posterior (Fig. 36A). **Cerdas da superfície posterior** - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 36A). **Cerdas da superfície dorsal** - ocorrem densos tufo de pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 36C). **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores são mais grossas e curvadas sobre o pente anterior. Em detalhe, é

possível observar que estas são ligeiramente achatadas e possuem estrias transversais em ambos os lados aplainados (Fig. 36C). **Cerdas apicais do basitarso** - as cerdas apicais possuem morfologia similar à das demais cerdas anteriores adjacentes (Fig. 36A). **Comprimento do basitarso** - proporcional à média das espécies examinadas (cBa = 0,22mm). **Cerdas da superfície ventral do mediotarso** - a porção anterior é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos; e a porção posterior é inteiramente preenchida por densos tufo de pêlos simples (Fig. 36D). **Cerdas apicais do mediotarso** - no tarsômero II, as cerdas apicais posteriores apresentam ápices espatulados (Fig. 36F). **Comprimento do mediotarso** - proporcional à média das espécies examinadas (cTa = 0,19mm). PERNA MÉDIA. **Pente médio** - o pente médio é bem desenvolvido porém ligeiramente mais baixo (aPm = 0,06mm), formado por 36 cerdas justapostas de ápices triangulares espatulados. As cerdas mais distais possuem ápices estreitos e ligeiramente afastados entre si. (Fig. 37A-C). **Cerdas secundárias** - as cerdas secundárias são vestigiais, representadas por cerdas curtas delgadas (Fig. 37D). **Cerdas posteriores** - as cerdas posteriores são grossas e dotadas de estrias transversais ao longo do comprimento (Fig. 37D). **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores possuem ápices alargados e curvados e são entremeadas por densos pêlos plumosos (Fig. 37C). **Cerdas apicais do basitarso** - as cerdas apicais são grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso (Fig. 37C).

***Centris tricolor* Friese, 1899**

(Fig. 33E-F)

Padrão *four-legged* modificado.

PERNA ANTERIOR. **Pente anterior** - o pente anterior é bem desenvolvido e se estende por todo o comprimento do basitarso, formado por 23 cerdas justapostas de ápices triangulares espatulados, ligeiramente arredondados nas bordas. As cerdas distais possuem ápices gradativamente mais alargados e espatulados (Fig. 38A-C). **Cerdas gigantes** - ocorrem três cerdas grossas de ápices arredondados e amplamente alargados (Fig. 38A, B e D). **Cerdas secundárias** - ocorrem cerdas secundárias mais finas de ápices pouco curvados (Fig. 38A). **Cerdas da superfície posterior** - a superfície posterior é coberta por esparsas

cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 38A). *Cerdas da superfície dorsal* - ocorrem densos tufo de pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 38C). *Cerdas anteriores* - as cerdas anteriores são ligeiramente mais grossas e curvadas sobre o pente anterior (Fig. 38B). Estas ligeiramente achatadas e possuem estrias transversais em ambos os lados aplainados. *Cerdas apicais do basitarso* - as cerdas apicais possuem morfologia similar à das cerdas anteriores adjacentes (Fig. 38C). *Comprimento do basitarso* - proporcional à média das espécies examinadas (cBa = 0,2mm). *Cerdas da superfície ventral do mediotarso* - a superfície ventral é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos. Na metade posterior, ocorrem tufo de pêlos plumosos na base e margem posterior de cada tarsômero (Fig. 38C). *Cerdas apicais do mediotarso* - no tarsômero II, as cerdas apicais posteriores apresentam ápices espatulados (Fig. 38C). *Comprimento do mediotarso* - proporcional à média das espécies examinadas (cTa = 0,15mm). PERNA MÉDIA. *Pente médio* - o pente médio é bem desenvolvido, formado por 30 cerdas justapostas de ápices triangulares espatulados. As cerdas mais distais possuem ápices estreitos e afastados entre si (Fig. 39A). A última cerda distal do pente é mais grossa (Fig. 39B). *Cerdas secundárias* - ocorrem cerdas secundárias com ápices em gancho na base do pente médio (Fig. 39A). *Cerdas posteriores* - as cerdas posteriores são grossas e dotadas de estrias transversais ao longo do comprimento (Fig. 39C). *Cerdas anteriores* - as cerdas anteriores possuem ápices alargados e curvados e são entremeadas por densos pêlos plumosos (Fig. 39A). *Cerdas apicais do basitarso* - as cerdas apicais possuem morfologia similar à das cerdas anteriores adjacentes (Fig. 39C).

***Centris xanthomelaena* Moure & Castro, 2001**

(Fig. 33G-H)

Padrão *four-legged* modificado.

PERNA ANTERIOR. *Pente anterior* - o pente anterior é bem desenvolvido e se estende por todo o comprimento do basitarso, formado por 32 cerdas justapostas de ápices triangulares espatulados. As cerdas distais possuem ápices gradativamente mais alargados e espatulados (Fig. 40A-B). *Cerdas gigantes* - ocorrem três cerdas gigantes justapostas de ápices triangulares espatulados, ligeiramente arredondados nas bordas (Fig. 40C). *Cerdas secundárias* - ocorrem quatro cerdas secundárias com ápices em gancho alinhadas em

frente ao pente anterior. ***Cerdas da superfície posterior*** - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 40A). ***Cerdas da superfície dorsal*** - ocorrem tufo de pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 40C). ***Cerdas anteriores*** - as cerdas anteriores são mais grossas e curvadas sobre o pente anterior. Em detalhe, é possível observar que estas são ligeiramente achatadas e possuem estrias transversais em ambos os lados aplainados (Fig. 40B e D). ***Cerdas apicais do basitarso*** - as cerdas apicais possuem morfologia similar à das cerdas anteriores adjacentes (Fig. 40E). ***Comprimento do basitarso*** - proporcional à média das espécies examinadas ($cBa = 0,26\text{mm}$). ***Cerdas da superfície ventral do mediotarso*** - a superfície ventral é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos (Fig. 40F). ***Cerdas apicais do mediotarso*** - as cerdas apicais são curvadas em direção à superfície posterior do basitarso (Fig. 40F). ***Comprimento do mediotarso*** - proporcional à média das espécies examinadas ($cTa = 0,18\text{mm}$). **PERNA MÉDIA. Pente médio** - o pente médio é bem desenvolvido formado por 40 cerdas justapostas de ápices triangulares espatulados (Fig. 41A). As cerdas mais distais possuem ápices estreitos e afastados entre si. A última cerda distal é mais grossa e não possui ápice espatulado (Fig. 41B). ***Cerdas secundárias*** - ocorrem cerdas secundárias com ápices em gancho na base do pente médio (Fig. 41A). ***Cerdas posteriores*** - as cerdas posteriores são grossas e dotadas de estrias transversais ao longo do comprimento (Fig. 41E). ***Cerdas anteriores*** - as cerdas anteriores possuem ápices alargados e curvados e são entremeadas por densos pêlos plumosos. Em detalhe é possível observar algumas cerdas com ápices ramificados (Fig. 41C). ***Cerdas apicais do basitarso*** - as cerdas apicais não são diferenciadas e possuem morfologia similar à das demais cerdas anteriores adjacentes (Fig. 41D).

Subgênero *Penthemisia*

Espécie examinada: *Centris tamarugalis*.

Centris tamarugalis Toro & Chiappa, 1989

(Fig. 42A-B)

Morfologia vestigial.

PERNA ANTERIOR. *Pente anterior* - o pente anterior é vestigial, reduzido a cinco cerdas curtas ($aPa = 0,04\text{mm}$) e esparsas, inseridas na porção distal (Fig. 43A). *Cerdas gigantes* - as cerdas gigantes são vestigiais, reduzidas a três cerdas afiladas (Fig. 43B). *Cerdas secundárias* - não ocorrem cerdas secundárias, apenas esparsos pêlos simples curtos (Fig. 43A). *Cerdas da superfície posterior* - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 43A). *Cerdas da superfície dorsal* - ocorrem pêlos plumosos curtos e rarefeitos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 42A, 43A). *Cerdas anteriores* - as cerdas anteriores são ligeiramente mais grossas e possuem estrias transversais ao longo do comprimento (Fig. 43C). *Cerdas apicais do basitarso* - ocorre uma cerda apical grossa com ápice curvado, inserida atrás do pente anterior (Fig. 43D). *Comprimento do basitarso* - o basitarso é ligeiramente mais comprido em relação às outras espécies examinadas ($cBa = 0,32\text{mm}$). *Cerdas da superfície ventral do mediotarso* - superfície ventral é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos (Fig. 43E). *Cerdas apicais do mediotarso* - as cerdas apicais são curvadas para o lado posterior (Fig. 43E). *Comprimento do mediotarso* - proporcional à média das espécies examinadas ($cTa = 0,19\text{mm}$). PERNA MÉDIA. *Pente médio* - o pente é vestigial, mais baixo ($aPm = 0,05\text{mm}$), formado por 17 cerdas afastadas entre si de ápices afilados (Fig. 44A). *Cerdas secundárias* - não ocorrem cerdas secundárias, apenas esparsos pêlos simples curtos (Fig. 44B). *Cerdas posteriores* - as cerdas posteriores são grossas e dotadas de estrias transversais ao longo do comprimento (Fig. 44B). *Cerdas anteriores* - as cerdas anteriores são afiladas e esparsas, entremeadas por vestígios de pêlos plumosos (Fig. 44B). *Cerdas apicais do basitarso* - as cerdas apicais da superfície anterior e posterior são grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso (Fig. 44C).

Subgênero *Wagenknechtia*

Espécies examinadas: *C. cineraria*, *C. moldenkei* e *C. vardyorum*.

***Centris cineraria* Smith, 1854**

(Fig. 45A-B)

Padrão *two-legged*.

PERNA ANTERIOR. ***Pente anterior*** - o pente anterior situa-se na porção distal do basitarso, formado por 16 cerdas justapostas de ápices arredondados espatulados (Fig. 46A-B). ***Cerdas gigantes*** - ocorrem quatro cerdas gigantes justapostas de ápices arredondados espatulados (Fig. 46C). ***Cerdas secundárias*** - ocorrem nove cerdas secundárias agrupadas em frente ao pente anterior (Fig. 46D). ***Cerdas da superfície posterior*** - a superfície posterior é preenchida por pêlos plumosos com esparsas cerdas simples entremeadas (Fig. 46A). ***Cerdas da superfície dorsal*** - ocorrem densos tufo de pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 45A). ***Cerdas anteriores*** - as cerdas anteriores são mais grossas e curvadas sobre o pente anterior. Em detalhe, é possível observar que estas são ligeiramente achatadas e possuem estrias transversais em ambos os lados aplainados (Fig. 46E). ***Cerdas apicais do basitarso*** - as cerdas apicais possuem morfologia similar à das cerdas anteriores adjacentes (Fig. 46A). ***Comprimento do basitarso*** - proporcional à média das espécies examinadas ($cBa = 0,27\text{mm}$). ***Cerdas da superfície ventral do mediotarso*** - a superfície ventral é inteiramente coberta por pêlos simples (Fig. 46F). ***Cerdas apicais do mediotarso*** - na superfície anterior não ocorrem cerdas apicais diferenciadas, somente pêlos simples. Na superfície posterior, as cerdas apicais são desenvolvidas, e apresentam-se espatuladas nos tarsômeros II e III (Fig. 46G). ***Comprimento do mediotarso*** - proporcional à média das espécies examinadas ($cTa = 0,19\text{mm}$). PERNA MÉDIA. ***Pente médio*** - o pente médio é ausente e as cerdas anteriores são contínuas com as posteriores (Fig. 47A). No entanto, é possível visualizar uma fileira de cerdas mais grossas adjacentes às cerdas posteriores, que aparentam ser vestígios do pente (Fig. 47B). ***Cerdas secundárias*** - ausentes. ***Cerdas posteriores*** - as cerdas posteriores são grossas e dotadas de suaves estrias transversais ao longo do comprimento (Fig. 47B). ***Cerdas anteriores*** - as cerdas anteriores ao suposto pente vestigial, descrito acima, apresentam-se mais curvadas na porção distal do basitarso (Fig. 47B). ***Cerdas apicais do***

basitarso - as cerdas apicais não são diferenciadas e possuem morfologia similar à das demais cerdas anteriores adjacentes (Fig. 47B).

***Centris moldenkei* Toro & Chiappa, 1989**

(Fig. 45C-D)

Morfologia vestigial.

PERNA ANTERIOR. ***Pente anterior*** - o pente anterior é vestigial, mais baixo (aPa = 0,04mm), e está deslocado para a porção distal (Fig. 48A). É formado por 15 cerdas afastadas entre si de ápices afilados (Fig. 48A-B). ***Cerdas gigantes*** - as cerdas gigantes são vestigiais, reduzidas a três cerdas afiladas (Fig. 48B). ***Cerdas secundárias*** - ocorrem duas cerdas secundárias vestigiais de ápices afilados inseridas na porção distal entre o pente anterior e as cerdas gigantes vestigiais (Fig. 48B). ***Cerdas da superfície posterior*** - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 48A). ***Cerdas da superfície dorsal*** - ocorrem vestígios de pêlos plumosos muito curtos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 48A). ***Cerdas anteriores*** - as cerdas anteriores são mais grossas e curvadas sobre o pente anterior. Em detalhe, é possível observar que estas são ligeiramente achatadas e possuem estrias transversais em ambos os lados aplainados (Fig. 48C). ***Cerdas apicais do basitarso*** - as cerdas apicais são mais grossas, similares às cerdas apicais dos tarsômeros I-IV (Fig. 48D). ***Comprimento do basitarso*** - proporcional à média das espécies examinadas. (cBa = 0,27mm). ***Cerdas da superfície ventral do mediotarso*** - a superfície ventral é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos (Fig. 48D). ***Cerdas apicais do mediotarso*** - as cerdas apicais são curvadas em direção à superfície posterior do basitarso (Fig. 48A). ***Comprimento do mediotarso*** - proporcional à média das espécies examinadas (cTa = 0,16mm). PERNA MÉDIA. ***Pente médio*** - o pente médio é vestigial, mais baixo (aPm = 0,06mm), formado por 17 cerdas afastadas entre si de ápices afilados (Fig. 49A-B). ***Cerdas secundárias*** - ausentes. No entanto, próximo à base do pente, ocorrem cerdas posteriores mais curtas, de aspecto similar à das cerdas secundárias observadas nas demais espécies (Fig. 49A e B). ***Cerdas posteriores*** - as cerdas posteriores são grossas e dotadas de estrias transversais ao

longo do comprimento (Fig. 49B). *Cerdas anteriores* - as cerdas anteriores são esparsas e entremeadas por vestígios de pêlos plumosos mais curtos (Fig. 49C). *Cerdas apicais do basitarso* - ocorre uma cerda grossa com ápice em gancho, inserida atrás do pente médio (Fig. 49D).

***Centris vardyorum* Roig-Alsina, 2000**

(Fig. 45E-F)

Padrão *two-legged*.

PERNA ANTERIOR. *Pente anterior* - o pente anterior é extremamente vestigial, reduzido a quatro cerdas curtas ($aPa = 0,02\text{mm}$) inseridas na porção proximal do basitarso (Fig. 51A-B). *Cerdas gigantes* - ausentes. *Cerdas secundárias* - ausentes. *Cerdas da superfície posterior* - a superfície posterior é inteiramente coberta por densos tufos de pêlos plumosos (Fig. 50A, 51A). *Cerdas da superfície dorsal* - ocorrem densos tufos de pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas, contíguos com os tufos de pêlos plumosos da superfície posterior do basitarso e mediotarso (Fig. 50A). *Cerdas anteriores* - as cerdas anteriores adjacentes ao pente são achatadas e suavemente estriadas transversalmente (Fig. 51C). *Cerdas apicais do basitarso* - as cerdas apicais possuem morfologia similar à das cerdas anteriores adjacente (Fig. 51B). *Comprimento do basitarso* - proporcional à média das espécies examinadas ($cBa = 0,25\text{mm}$). *Cerdas da superfície ventral do mediotarso* - a superfície anterior é coberta por cerdas simples e longas de ápices curvados; e a superfície posterior é coberta por densos tufos de pêlos plumosos (Fig. 50A e B, 51D). *Cerdas apicais do mediotarso* - não ocorrem cerdas apicais diferenciadas (Fig. 51D). *Comprimento do mediotarso* - o mediotarso é mais comprido em relação às outras espécies examinadas ($cTa = 0,24\text{mm}$). PERNA MÉDIA. *Pente médio* - o pente é vestigial, mais baixo ($aPm = 0,05\text{mm}$), formado por 27 cerdas afastadas entre si de ápices afilados (Fig. 52A e C). *Cerdas secundárias* - não ocorrem cerdas secundárias, apenas pêlos plumosos mais curtos (Fig. 52B). *Cerdas posteriores* - as cerdas posteriores são grossas e dotadas de estrias transversais ao longo do comprimento (Fig. 52B). *Cerdas anteriores* - as cerdas anteriores são esparsas, entremeadas com pêlos plumosos mais curtos

(Fig. 52A). *Cerdas apicais do basitarso* - as cerdas apicais não são diferenciadas e possuem morfologia similar à das demais cerdas anteriores adjacentes.

Subgênero *Aphemisia*

Espécie examinada: *Centris mocsaryi*.

Centris mocsaryi Friese, 1899

(Fig. 53A-B)

Padrão *four-legged*.

PERNA ANTERIOR. *Pente anterior* - o pente anterior é bem desenvolvido e se estende por todo o comprimento do basitarso, formado por 43 cerdas justapostas de ápices triangulares e espatulados. As cerdas distais possuem ápices gradativamente mais alargados e espatulados (Fig. 54A, 55A). *Cerdas gigantes* - ocorrem quatro cerdas gigantes afastadas entre si, de ápices triangulares e espatulados (Fig. 54A, 55B). *Cerdas secundárias* - ocorrem sete cerdas secundárias agrupadas em frente ao pente (Fig. 55C). *Cerdas da superfície posterior* - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 54A). *Cerdas da superfície dorsal* - ocorrem pêlos plumosos entremeados por cerdas longas e rígidas (Fig. 54A-B). *Cerdas anteriores* - as cerdas anteriores são ligeiramente mais grossas e se curvam sobre o pente anterior (Fig. 55D). *Cerdas apicais do basitarso* - as cerdas apicais possuem morfologia similar à das cerdas anteriores adjacentes (Fig. 55D). *Comprimento do basitarso* - proporcional à média das espécies examinadas (cBa = 0,23mm). *Cerdas da superfície ventral do mediotarso* - a superfície ventral é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos (Fig. 54B). *Cerdas apicais do mediotarso* - as cerdas apicais são curvadas em direção à superfície posterior do basitarso (Fig. 54B). *Comprimento do mediotarso* - proporcional à média das espécies

examinadas (cTa = 0,18mm). PERNA MÉDIA. **Pente médio** - o pente médio é bem desenvolvido, formado por 42 cerdas justapostas de ápices triangulares e espatulados. As cerdas mais distais possuem ápices estreitos e afastados entre si (Fig. 56A-B). **Cerdas secundárias** - ocorrem cerdas secundárias com ápices em gancho na base do pente médio (Fig. 56C). **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores possuem ápices ligeiramente curvados e são entremeadas por pêlos plumosos na base (Fig. 56D). **Cerdas apicais do basitarso** - as cerdas apicais são similares às demais cerdas anteriores adjacentes (Fig. 56D).

Subgênero *Centris*

Espécies examinadas: *C. aenea* Lepeletier, 1841, *C. caxienseis* Ducke, 1907, *C. decolorata* Lepeletier, 1841, *C. flavifrons* Fabricius, 1775, *C. nitens* Lepeletier, 1841, *C. spilopoda* Moure, 1969, *C. tenuicincta spec. nov.*, *C. varia* Erichson, 1848 e *C. tenuicincta* Erichson, 1848 (Fig. 57A-H, 58A-H).

Padrão *four-legged*.

PERNA ANTERIOR. **Pente anterior** - o pente anterior é bem desenvolvido e se estende por todo o comprimento do basitarso, formado por cerdas justapostas de ápices triangulares e espatulados (33 cerdas em *C. aenea*, 25 em *C. caxienseis*, 28 em *C. decolorata*, 34 em *C. flavifrons*, 24 em *C. nitens*, 23 em *C. spilopoda*, 27 em *C. tenuicincta* e 28 em *C. varia*) (Fig. 59A, 60A, 61A-H). As cerdas distais possuem ápices gradativamente mais alargados e espatulados. **Cerdas gigantes** - ocorrem quatro cerdas gigantes (cinco em *C. flavifrons*) afastadas entre si, com ápices triangulares e espatulados (Fig. 59A, 60B). **Cerdas secundárias** - ocorrem 3-4 cerdas secundárias com ápices curvados alinhadas em frente ao pente anterior (Fig. 59A, 60C). **Cerdas da superfície posterior** - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 59A). **Cerdas da superfície dorsal** - ocorrem pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 57A, C, E e G; Fig. 58A, C, E e G). **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores são ligeiramente mais grossas e se curvam sobre o pente anterior (Fig. 60D). **Cerdas apicais do basitarso** - ocorre uma única cerda grossa com ápice em gancho, inserida logo atrás do

pente anterior (Fig. 60D). **Comprimento do basitarso** - proporcional à média das espécies examinadas (cBa médio de *Centris s. str.* = 0,24mm). **Cerdas da superfície ventral do mediotarso** - a superfície ventral é praticamente glabra, com esparsos pêlos simples curtos (Fig. 59B, 62A-H). **Cerdas apicais do mediotarso** - as cerdas apicais são curvadas em direção à superfície posterior do basitarso (Fig. 59B). **Comprimento do mediotarso** - proporcional à média das espécies examinadas (cTa médio de *Centris s. str.* = 0,17mm). PERNA MÉDIA. **Pente médio** - o pente médio é bem desenvolvido, formado por cerdas justapostas de ápices triangulares espatulados (35 cerdas em *C. aenea*, 31 em *C. caxiensis*, 34 em *C. decolorata*, 38 em *C. flavifrons*, 33 em *C. nitens*, 28 em *C. spilopoda*, 31 em *C. tenuicincta* e 31 em *C. varia*) (Fig. 63A, 64A-H). As cerdas mais distais possuem ápices estreitos e afastados entre si. A última cerda distal é mais grossa e possui ápice em gancho (Fig. 63B). **Cerdas secundárias** - ocorrem cerdas secundárias com ápices curvados na base do pente médio (Fig. 63C). **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores possuem ápices alargados e ramificados e são entremeadas por pêlos plumosos na base (Fig. 63D). **Cerdas apicais do basitarso** - as cerdas apicais são similares às demais cerdas anteriores adjacentes (Fig. 63D).

Subgênero *Hemisiella*

Espécies examinadas: *C. tarsata* Smith, 1874, *C. trigonoides* Lepeletier, 1841, *C. vittata* Lepeletier, 1841 e *C. vulpecula* Burmeister, 1876 (Fig. 65G-H).

Padrão *four-legged* modificado.

PERNA ANTERIOR. **Pente anterior** - o pente anterior é bem desenvolvido e se estende por todo comprimento do basitarso, formado por cerdas justapostas de ápices triangulares espatulados (31 cerdas em *C. tarsata*, em *C. trigonoides*, 24 em *C. vulpecula* e em *C. vittata*) (Fig. 66A-D, 67A). As cerdas distais possuem ápices gradativamente mais alargados e espatulados. **Cerdas gigantes** - ocorrem três cerdas gigantes grossas de ápices alargados e espatulados. Em *C. tarsata* e *C. trigonoides* os ápices são arredondados (Fig. 68A-D); em *C. vulpecula* ligeiramente arredondados e em *C. vittata* são triangulares.

Cerdas secundárias - ocorrem três cerdas secundárias (cinco em *C. vittata*) com ápices em gancho alinhadas em frente ao pente anterior (Fig. 67B). ***Cerdas da superfície posterior*** - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 66A-B). ***Cerdas da superfície dorsal*** - ocorrem pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 65A, C, E e G). ***Cerdas anteriores*** - as cerdas anteriores são ligeiramente mais grossas e se curvam sobre o pente anterior (Fig. 67C). ***Cerdas apicais do basitarso*** - as cerdas apicais são grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso (Fig. 67D). ***Comprimento do basitarso*** - proporcional à média das espécies examinadas (cBa médio de *Hemisiella* = 0,25mm). ***Cerdas da superfície ventral do mediotarso*** - a superfície ventral é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos (Fig. 69A-D). ***Cerdas apicais do mediotarso*** - as cerdas apicais são curvadas em direção à superfície posterior do basitarso (Fig. 69A-D). ***Comprimento do mediotarso*** - proporcional à média das espécies examinadas (cTa médio de *Hemisiella* = 0,17mm). PERNA MÉDIA. ***Pente médio*** - o pente médio é bem desenvolvido, formado por cerdas justapostas de ápices triangulares e espatulados (41 cerdas em *C. tarsata*, 32 em *C. trigonoides*, 34 em *C. vulpecula* e 37 em *C. vittata*). As cerdas distais possuem ápices estreitos e afastados entre si. (Fig. 70A-D, 71A-B). ***Cerdas secundárias*** - ocorrem cerdas secundárias com ápices em gancho na base do pente médio (Fig. 71C). ***Cerdas anteriores*** - as cerdas anteriores possuem ápices alargados e curvados e são entremeadas por pêlos plumosos na base (Fig. 71D). ***Cerdas apicais do basitarso*** - as cerdas apicais são grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso (Fig. 71E).

Subgênero *Heterocentris*

Espécies examinadas: *C. analis* Fabricius, 1804 e *C. terminata* Smith, 1874 (Fig. 72A-D).

Padrão *four-legged*.

PERNA ANTERIOR. ***Pente anterior*** - o pente anterior é bem desenvolvido e ligeiramente mais alto em relação às outras espécies examinadas (aPa médio de *Heterocentris* = 0,09mm). É formado por cerdas estreitas e justapostas, de ápices triangulares espatulados

(37 cerdas em *C. analis* e 34 em *C. terminata*) (Fig. 73A-B). **Cerdas gigantes** - ocorrem duas cerdas gigantes justapostas de ápices triangulares e espatulados (Fig. 74A-C). Em alguns exemplares, uma terceira cerda vestigial de aspecto filiforme está presente na porção proximal ao lado das demais (Fig. 74B-C). **Cerdas secundárias** - ocorrem quatro cerdas secundárias com ápices em gancho alinhadas em frente ao pente anterior (Fig. 75A). **Cerdas da superfície posterior** - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 73A-B). **Cerdas da superfície dorsal** - ocorrem pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 72A e C). **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores são ligeiramente mais grossas e se curvam sobre o pente anterior (Fig. 75B). **Cerdas apicais do basitarso** - as cerdas apicais são grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso (Fig. 75C). **Comprimento do basitarso** - proporcional à média das espécies examinadas (cBa médio de *Heterocentris* = 0,27mm). **Cerdas da superfície ventral do mediotarso** - a superfície ventral é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos (Fig. 76A-B). **Cerdas apicais do mediotarso** - as cerdas apicais são curvadas em direção à superfície posterior do basitarso (Fig. 76A-B). **Comprimento do mediotarso** - proporcional à média das espécies examinadas (cTa médio de *Heterocentris* = 0,18mm). **PERNA MÉDIA. Pente médio** - o pente médio é bem desenvolvido apenas na metade proximal, formado por cerdas justapostas de ápices triangulares e espatulados (43 cerdas em *C. analis* e 46 em *C. terminata*). Na metade distal, as cerdas são afiladas e afastadas entre si (Fig. 77A-B, 78A). **Cerdas secundárias** - ocorrem cerdas secundárias com ápices em gancho na base do pente médio (Fig. 78B). **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores possuem ápices alargados e curvados e são entremeadas por pêlos plumosos na base (Fig. 78C). **Cerdas apicais do basitarso** - as cerdas apicais são mais grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso (Fig. 78D).

Subgênero *Melacentris*

Espécies examinadas: *C. collaris* Lepeletier, 1841, *C. discolor* Smith, 1874, *C. dorsata* Lepeletier, 1841, *C. obsoleta* Lepeletier, 1841, *C. violacea* Lepeletier, 1841 e *C. xanthocnemis* Perty, 1833 (Fig. 79A-H, 80A-D).

Padrão *four-legged*.

PERNA ANTERIOR. ***Pente anterior*** - o pente anterior é bem desenvolvido e se estende por todo comprimento do basitarso, formado por cerdas justapostas de ápices triangulares espatulados (39 cerdas em *C. collaris*, 37 em *C. discolor*, 49 em *C. dorsata*, 42 em *C. obsoleta*, 36 em *C. violacea*, 50 em *C. xanthocnemis*). As cerdas distais possuem ápices gradativamente mais alargados e espatulados (Fig. 81A-F, 82A). ***Cerdas gigantes*** - ocorrem cinco cerdas gigantes (quatro em *C. violacea*) afastadas entre si de ápices triangulares e espatulados (Fig. 82B, 83A-C). Em *C. obsoleta*, as cerdas gigantes são grossas, justapostas, e possuem ápices alargados (Fig. 83C). Em alguns exemplares, ocorre uma terceira cerda vestigial afilada na porção proximal ao lado das demais (Fig. 83B). ***Cerdas secundárias*** - ocorrem 6-10 cerdas secundárias agrupadas em frente ao pente anterior (Fig. 83C). ***Cerdas da superfície posterior*** - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 82A-F). ***Cerdas da superfície dorsal*** - ocorrem pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 79A, C, E e G, 80A e C). ***Cerdas anteriores*** - as cerdas anteriores são ligeiramente mais grossas e se curvam sobre o pente anterior (Fig. 82D). ***Cerdas apicais do basitarso*** - as cerdas apicais são mais grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso (Fig. 82E). ***Comprimento do basitarso*** - proporcional à média das espécies examinadas (cBa médio de *Melacentris* = 0,23mm). ***Cerdas da superfície ventral do mediotarso*** - a superfície ventral é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos (Fig. 84). ***Cerdas apicais do mediotarso*** - as cerdas apicais são curvadas em direção à superfície posterior do basitarso (Fig. 84). ***Comprimento do mediotarso*** - proporcional à média das espécies examinadas (cTa médio de *Melacentris* = 0,17mm). PERNA MÉDIA. ***Pente médio*** - o pente médio é bem desenvolvido, formado por cerdas justapostas de ápices triangulares e espatulados (44 cerdas em *C. collaris*, 44 em *C. discolor*, 44 em *C. dorsata*, 44 em *C. obsoleta*, 41 em *C. violacea*, 44 em *C. xanthocnemis*). As cerdas mais distais possuem ápices estreitos e afastados entre si (Fig. 85A-F, 86A). ***Cerdas secundárias*** - ocorrem cerdas secundárias com ápices curvados na base do pente médio (Fig. 86B). ***Cerdas anteriores*** - as cerdas anteriores possuem ápices alargados e curvados e são entremeadas por pêlos plumosos na

base (Fig. 86C). *Cerdas apicais do basitarso* - as cerdas apicais são mais grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso (Fig. 86D).

Subgênero *Ptilotopus*

Espécies examinadas: *C. moerens* Perty, 1833 e *C. sponsa* Smith, 1854 (Fig. 87A-D).

Padrão *four-legged*.

PERNA ANTERIOR. *Pente anterior* - o pente anterior é bem desenvolvido e se estende por todo o comprimento do basitarso, formado por cerdas justapostas de ápices triangulares e espatulados (28 cerdas em *C. moerens* e 33 em *C. sponsa*). As cerdas distais possuem ápices gradativamente mais alargados e espatulados (Fig. 88A-B, 89A). *Cerdas gigantes* - ocorrem quatro cerdas gigantes afastadas entre si, de ápices triangulares e espatulados (Fig. 89B). *Cerdas secundárias* - ocorrem 7-10 cerdas secundárias grossas agrupadas em frente ao pente anterior (Fig. 89C). *Cerdas da superfície posterior* - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 88A-B). *Cerdas da superfície dorsal* - ocorrem pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 87A e C). *Cerdas anteriores* - as cerdas anteriores são ligeiramente mais grossas e se curvam sobre o pente anterior (Fig. 89D). *Cerdas apicais do basitarso* - as cerdas apicais possuem morfologia similar à das cerdas anteriores adjacentes (Fig. 89D). *Comprimento do basitarso* - proporcional à média das espécies examinadas (cBa médio de *Ptilotopus* = 0,21mm). *Cerdas da superfície ventral do mediotarso* - a superfície ventral é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos (Fig. 90). *Cerdas apicais do mediotarso* - as cerdas apicais são curvadas em direção à superfície posterior do basitarso (Fig. 90). *Comprimento do mediotarso* - proporcional à média das espécies examinadas (cTa médio de *Ptilotopus* = 0,16mm). PERNA MÉDIA. *Pente médio* - o pente médio é bem desenvolvido, formado por cerdas justapostas de ápices triangulares e espatulados (49 cerdas em *C. moerens* e 47 em *C. sponsa*). As cerdas mais distais possuem ápices estreitos e afastados entre si (Fig. 91A-B, 92A). *Cerdas secundárias* - ocorrem cerdas secundárias

com ápices curvados na base do pente médio (Fig. 92B). *Cerdas anteriores* - as cerdas anteriores possuem ápices alargados e curvados e são entremeadas por pêlos plumosos na base (Fig. 92C). *Cerdas apicais do basitarso* - as cerdas apicais não são diferenciadas e possuem morfologia similar à das demais cerdas anteriores adjacentes (Fig. 92D).

Subgênero *Trachina*

Espécies examinadas: *C. dentata* Smith, 1854, *C. fuscata* Lepeletier, 1841, *C. longimana* Fabricius, 1804, *C. rupestris* Azevedo & Silveira, 2005 e *C. similis*¹ Fabricius, 1804 (Fig. 93A-F, 94A-C).

Padrão *four-legged*.

PERNA ANTERIOR. Pente anterior - o pente anterior é bem desenvolvido e se estende por todo o comprimento do basitarso, formado por cerdas justapostas de ápices triangulares espatulados (29 em *C. dentata*, 30 em *C. fuscata*, 30 em *C. longimana*, 32 em *C. rupestris* e 27 em *C. similis*). As cerdas distais possuem ápices gradativamente mais alargados e espatulados (Fig. 95A-E, 96A). *Cerdas gigantes* - ocorrem duas cerdas gigantes justapostas (três em *C. longimana*) de ápices triangulares e espatulados (Fig. 96B). *Cerdas secundárias* - ocorrem 4-5 cerdas secundárias com ápices em gancho alinhadas em frente ao pente anterior (duas em *C. longimana*) (Fig. 96C). *Cerdas da superfície posterior* - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 95A-E). *Cerdas da superfície dorsal* - ocorrem pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 93A, C e E, 94A e C). *Cerdas anteriores* - as cerdas anteriores são ligeiramente mais grossas e se curvam sobre o pente anterior (Fig. 96D). *Cerdas apicais do basitarso* - as cerdas apicais são grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso (Fig. 96E). *Comprimento do basitarso* - proporcional à média das espécies examinadas (cBa médio de *Trachina* = 0,23mm). *Cerdas da superfície ventral do mediotarso* - a superfície ventral é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos (Fig. 97). *Cerdas*

¹ O mediotarso anterior e o pente médio do exemplar de *C. similis* não puderam ser examinados, pois estavam cobertos com óleo ressecado misturado com pólen.

apicais do mediotarso - as cerdas apicais são curvadas em direção à superfície posterior do basitarso (Fig. 97). **Comprimento do mediotarso** - proporcional à média das espécies examinadas (cTa médio de *Trachina* = 0,16mm). PERNA MÉDIA. **Pente médio** - o pente médio é bem desenvolvido, formado por cerdas justapostas de ápices triangulares e espatulados (30 em *C. dentata*, 37 em *C. fuscata*, 41 em *C. longimana* e 41 em *C. rupestris*). As cerdas mais distais possuem ápices estreitos e afastados entre si (Fig. 98A-E, 99A). **Cerdas secundárias** - ocorrem cerdas secundárias curvadas na base do pente (Fig. 99B). **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores possuem ápices alargados e curvados na porção distal adjacente ao pente (Fig. 99C). **Cerdas apicais do basitarso** - cerdas apicais são mais grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso (Fig. 99D).

Subgênero *Xanthemisia*

Espécies examinadas: *C. bicolor* Lepeletier, 1841, *C. ferruginea* Lepeletier, 1841 e *C. lutea* Friese, 1899 (Fig. 100A-F).

Padrão *four-legged*.

PERNA ANTERIOR. **Pente anterior** - o pente anterior é bem desenvolvido e se estende por todo o comprimento do basitarso, formado por cerdas justapostas de ápices triangulares e espatulados (28 em *C. bicolor*, 27 em *C. lutea* e 28 em *C. ferruginea*). As cerdas distais possuem ápices gradativamente mais alargados e espatulados (Fig. 101A-C, 102A). **Cerdas gigantes** - ocorrem duas cerdas gigantes justapostas de ápices triangulares e espatulados, além de uma terceira vestigial de ápice afilado inserida na porção proximal ao lado das demais (Fig. 102B). **Cerdas secundárias** - ocorrem 5-6 cerdas secundárias com ápices em gancho (duas em *C. bicolor*) alinhadas em frente ao pente anterior (Fig. 102C). **Cerdas da superfície posterior** - a superfície posterior é coberta por esparsas cerdas simples e pêlos plumosos (Fig. 101A-C). **Cerdas da superfície dorsal** - ocorrem pêlos plumosos entremeados por esparsas cerdas longas e rígidas (Fig. 100A, C e E). **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores são ligeiramente mais grossas e se curvam sobre o pente anterior (Fig. 102D). **Cerdas apicais do basitarso** - as cerdas apicais possuem morfologia similar à das

demais cerdas anteriores adjacentes (Fig. 102D). **Comprimento do basitarso** - proporcional à média das espécies examinadas (cBa médio de *Xanthemisia* = 0,25mm). **Cerdas da superfície ventral do mediotarso** - a superfície ventral é praticamente glabra, coberta por esparsos pêlos simples curtos (Fig. 103A-C). **Cerdas apicais do mediotarso** - as cerdas apicais são curvadas em direção à superfície posterior do basitarso (Fig. 103A-C). **Comprimento do mediotarso** - proporcional à média das espécies examinadas (cTa médio de *Xanthemisia* = 0,17mm). PERNA MÉDIA. **Pente médio** - o pente médio é bem desenvolvido, formado por cerdas justapostas de ápices triangulares e espatulados (34 cerdas em *C. bicolor*, 36 em *C. lutea* e 35 em *C. ferruginea*). As cerdas mais distais possuem ápices estreitos e afastados entre si (Fig. 104A-C, 105A). **Cerdas secundárias** - ocorrem cerdas secundárias com ápices curvados na base do pente médio (Fig. 105B). **Cerdas anteriores** - as cerdas anteriores possuem ápices alargados e curvados e são entremeadas por pêlos plumosos na base (Fig. 105C). **Cerdas apicais do basitarso** - as cerdas apicais são grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso (Fig. 105D).

2. Associações entre espécies de *Centris* e flores de óleo

Foram encontrados registros de visita em flores de óleo para todas as espécies examinadas de *Centris*, exceto *C. (C.) tenuicineta*, *C. (M.) xanthocnemis*, *C. (T.) dentata*, *C. (T.) rupestris*, *C. (P.) tamarugalis* e *C. (W.) moldenkei*.

As abelhas foram registradas visitando 81 espécies de plantas produtoras de óleo pertencentes às famílias Malpighiaceae (51), Krameriaceae (7) e Orchidaceae (1), com flores dotadas de elaióforos epiteliais; e Calceolariaceae (7), Iridaceae (2), Plantaginaceae (11) e Solanaceae (2), com flores dotadas de elaióforos tricomáticos (Tab. 3).

Associação entre morfologia do aparato coletor de óleo e flores de óleo

A partir da rede de interações construída com as associações entre as espécies examinadas de *Centris*, classificadas de acordo com o tipo de morfologia do aparato coletor

de óleo, e as famílias das plantas produtoras de óleo foi possível observar diferentes padrões de interação estabelecidos principalmente pelo tipo de elaióforo presente nas flores (Fig. 106). De modo geral, as espécies com padrão *four-legged* apresentaram maioria dos registros em flores epiteliais; as espécies com padrão *four-legged* modificado apresentaram registros em flores epiteliais e flores tricomáticas praticamente em mesma proporção; as espécies com padrão *two-legged* apresentaram maioria das associações com flores tricomáticas; e as espécies com morfologia vestigial não foram registradas em flores de óleo.

Dentre as associações florais das espécies com padrão *four-legged*, 93% dos registros foram observados em flores com elaióforos epiteliais, sendo 88% representado por espécies de Malpighiaceae, 4% por espécies de Krameriaceae e 1% por espécies de Orchidaceae. Os 7% dos registros restantes ocorreram em flores com elaióforos tricomáticos de Plantaginaceae.

Dentre os registros de visita das espécies com padrão *four-legged* modificado, 74% ocorreram em flores epiteliais, sendo 64% em espécies de Malpighiaceae e 11% em espécies de Krameriaceae. Dos 26% dos registros dessas abelhas em flores tricomáticas, 20% foram observados em espécies de Plantaginaceae.

Já nas espécies com padrão *two-legged*, 87% dos registros são de visita em flores com elaióforos tricomáticos, sendo 40% destes em espécies de Plantaginaceae, 40% em espécies de Calceolariaceae e 7% em espécies de Iridaceae. Alguns registros são flores epiteliais de Malpighiaceae e Krameriaceae.

3. Distribuição geográfica das espécies de *Centris* e plantas produtoras de óleo associadas

Distribuição das espécies de Centris com diferentes morfologias do aparato coletor de óleo

As espécies de *Centris* examinadas apresentam diferentes distribuições geográficas de acordo com o tipo de morfologia do aparato coletor de óleo observado (Fig. 107).

Espécies diagnosticadas com padrão *four-legged* se distribuem desde o sul do Brasil até o norte do México; espécies com padrão *four-legged* modificada cobrem esta distribuição, porém com registros na região central e norte da Argentina; espécies com padrão *two-legged* ocorrem principalmente na Argentina, região central e nordeste do Brasil e na divisa entre a Bolívia e o Peru; e as espécies com morfologia vestigial ocorrem somente no norte do Chile.

Distribuição geográfica das plantas produtoras de óleo associadas à Centris

As plantas de óleo associadas às espécies examinadas de *Centris* ocorrem por toda região Neotropical (Fig. 108). As espécies dotadas de elaióforos epiteliais são encontradas desde o sul do Brasil até o norte do México, distribuídas de modo uniforme. Espécies dotadas de elaióforos tricomáticos apresentam-se concentradas principalmente na região andina, ocorrendo desde o sul do Chile até a região central do México e também possuem registros na região nordeste do Brasil, Paraguai e norte da Argentina. Os registros de plantas com elaióforos tricomáticos no nordeste do Brasil se referem exclusivamente à espécies de Plantaginaceae, principalmente *Angelonia*.

A distribuição geográfica das espécies de *Centris* diagnosticadas com diferentes morfologias das cerdas coletoras mostrou certa semelhança com a distribuição das plantas de óleo associadas às mesmas. A distribuição das espécies com padrão *four-legged* é congruente com a distribuição das plantas com elaióforos epiteliais, mais visitadas por essas abelhas. As espécies com padrão *four-legged* modificado apresentam distribuição similar às espécies com padrão *four-legged*, no entanto, ocorrem mais ao sul atingindo parte da Argentina, áreas de maior ocorrência de plantas com elaióforos tricomáticos, com quais essas abelhas também possuem associações. As espécies com padrão *two-legged* se distribuem mais ao sul em regiões do Chile, Argentina e Peru, e no nordeste do Brasil, áreas de ocorrência de plantas com elaióforos tricomáticos, mais visitadas por essas abelhas. E as espécies com morfologia vestigial se restringem às regiões ao norte do Chile, onde são registradas poucas plantas produtoras de óleo.

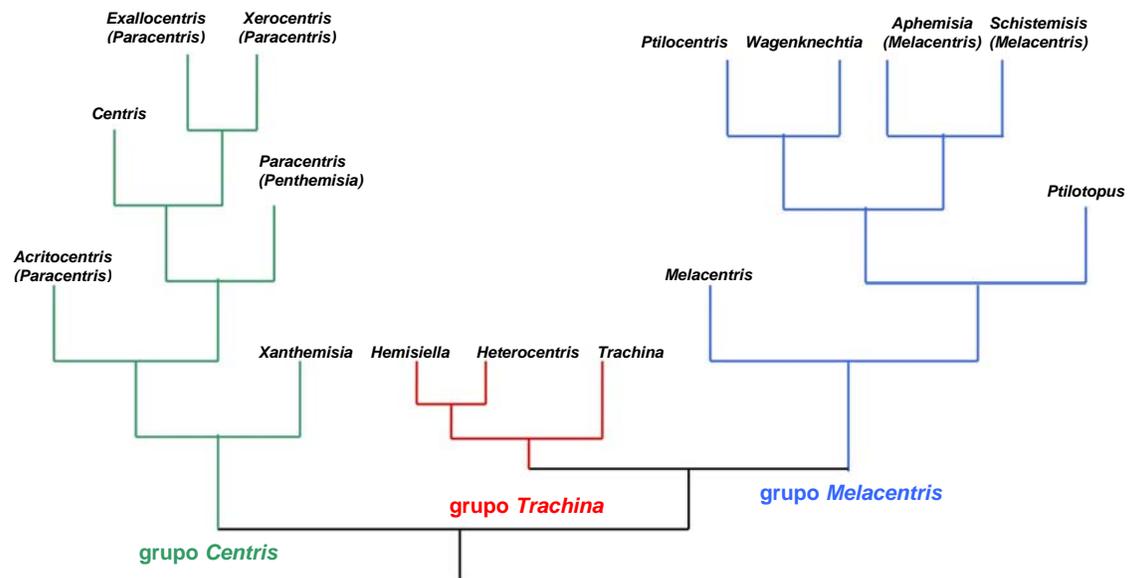


Figura 1. Cladograma dos subgêneros de *Centris*, segundo Ayala (1998). Os sinônimos estão indicados entre parêntesis.



Figura 2. Tipos de vegetação predominantes nas regiões da Argentina onde foram realizadas as coletas das abelhas de *Centris*. A, vegetação de *prepuna* (Cuesta del Obispo, Salta); B, vegetação de *monte* (Res. Nat. Villavicencio, Mendoza).

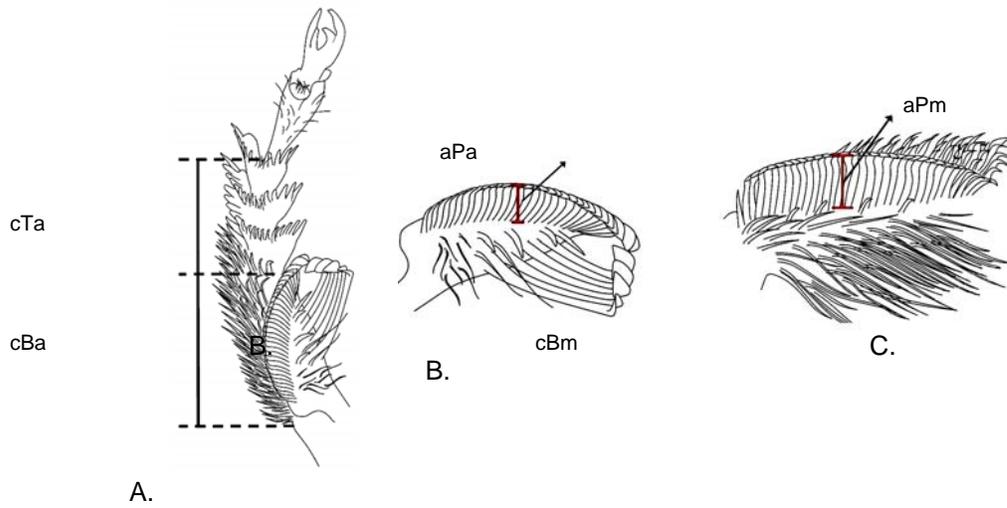


Figura 3. Medidas morfométricas tomadas nas pernas das fêmeas de *Centris*. Perna anterior: A, comprimento do basitarso (cBa) e comprimento dos tarsômeros II-IV (cTa); B, altura do pente anterior (aPa) (desenhos com base em C. (*C. varia*)). Perna média: C, altura do pente médio (aPm) (desenhos com base em C. (*X. ferruginea*)).

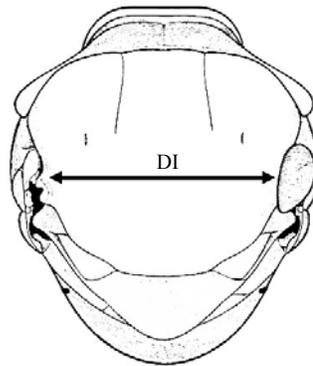


Figura 4. Esquema do mesoscuto de uma abelha e indicação da distância intertegular medida nos exemplares de *Centris* (imagem retirada de Camargo *et al.*, 1967).

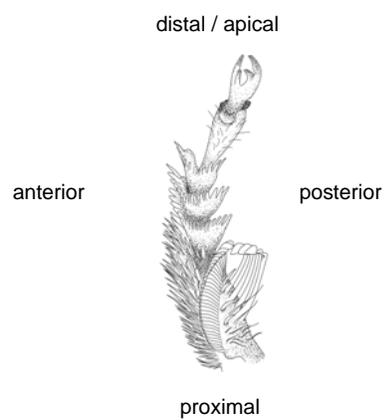


Figura 5. Ilustração da superfície ventral da perna anterior esquerda de uma fêmea de *Centris* com indicação da terminologia utilizada para cada lado. A superfície dorsal está voltada para trás. (desenho com base em *C. (C.) varia*)

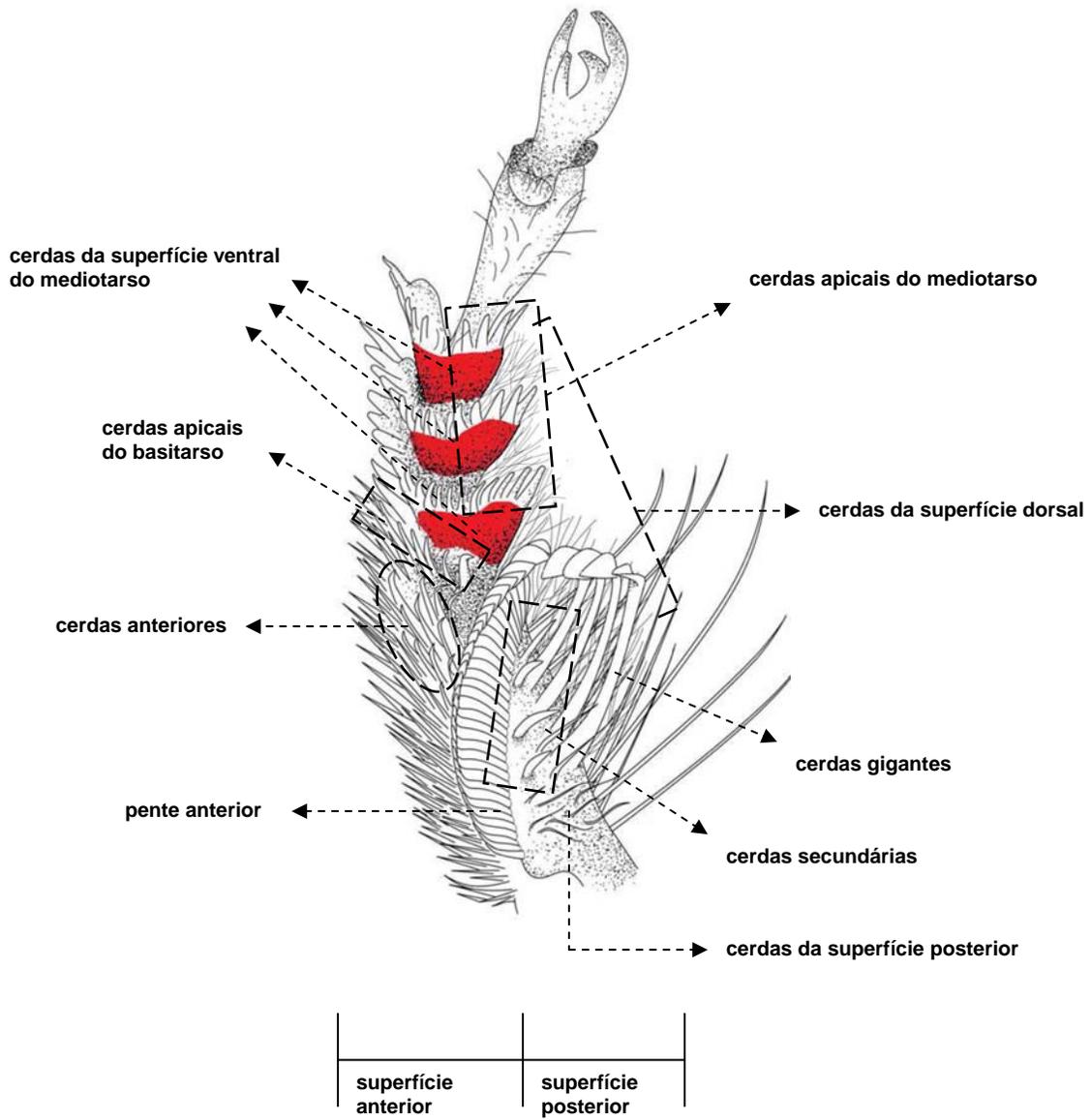


Figura 6. Esquema da superfície ventral da perna anterior esquerda de uma fêmea de *Centris* e principais cerdas examinadas. (desenho com base em *Centris varia*)

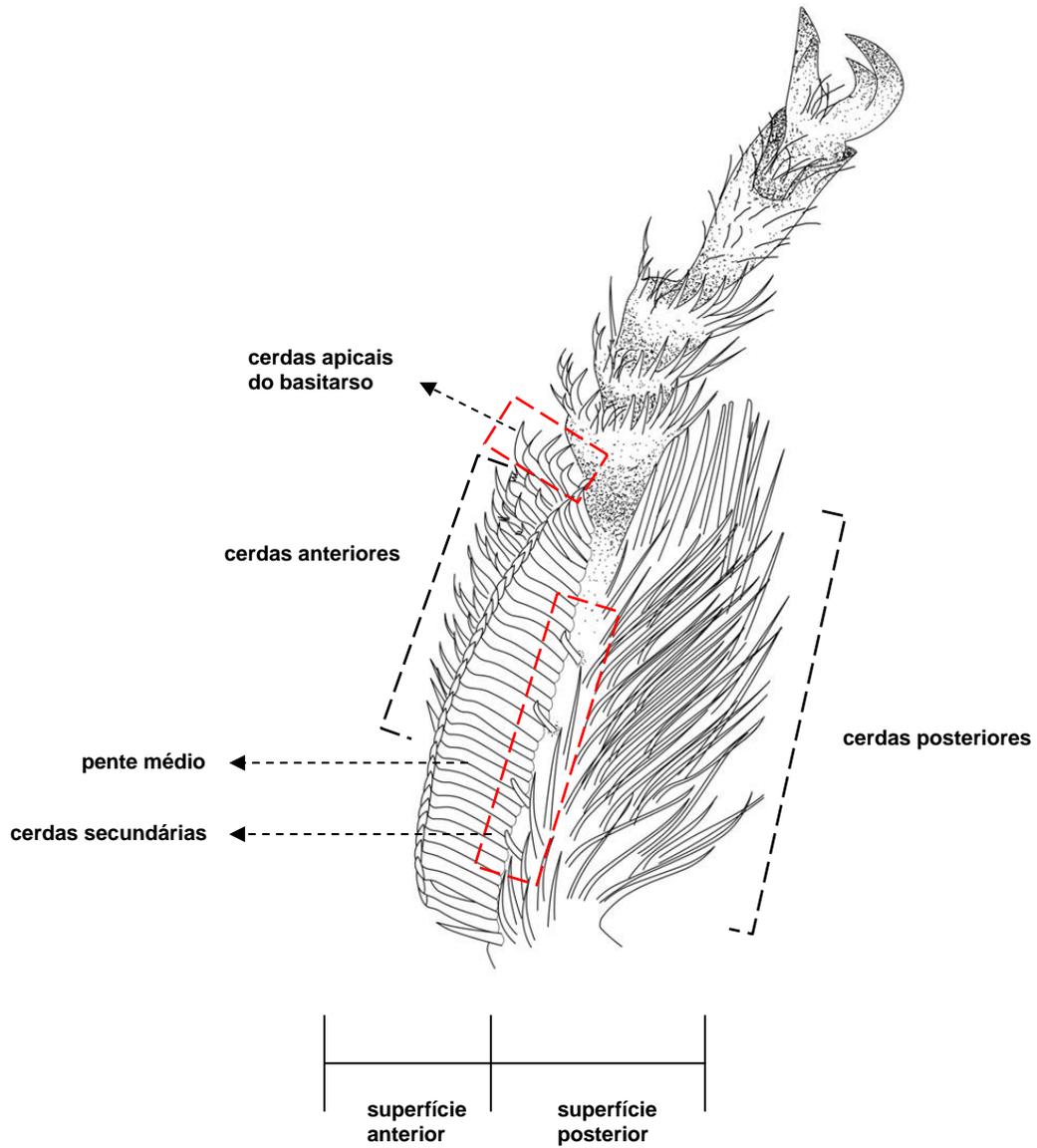


Figura 7. Esquema da superfície ventral da perna média esquerda de uma fêmea *Centris* e principais cerdas examinadas. (desenho com base em *Centris ferruginea*)

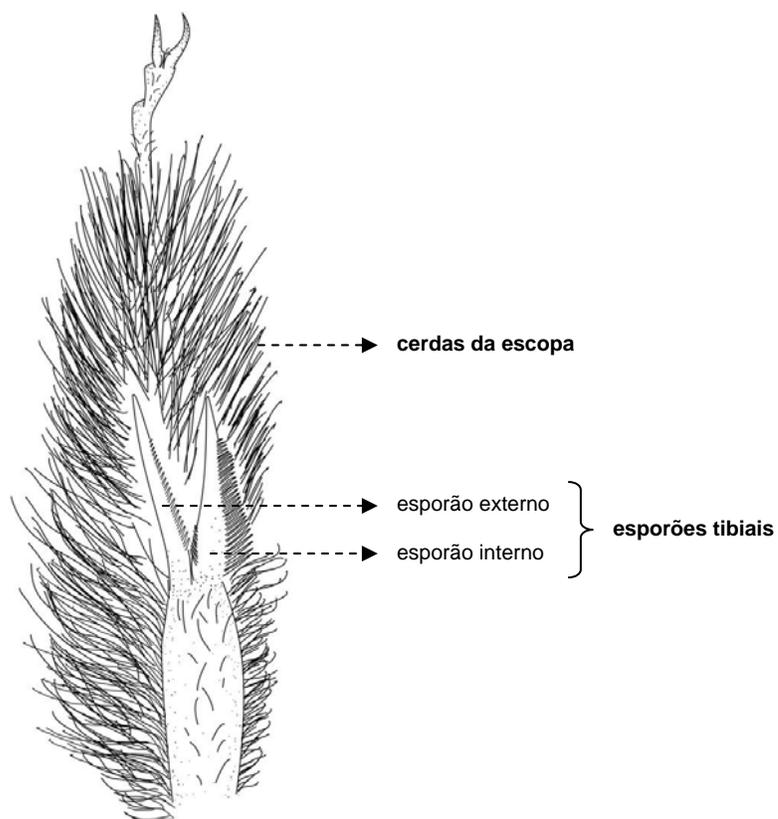


Figura 8. Esquema da superfície ventral da perna posterior esquerda de uma fêmea de *Centris* e principais cerdas examinadas. (desenho com base em *Centris hyptidis*)

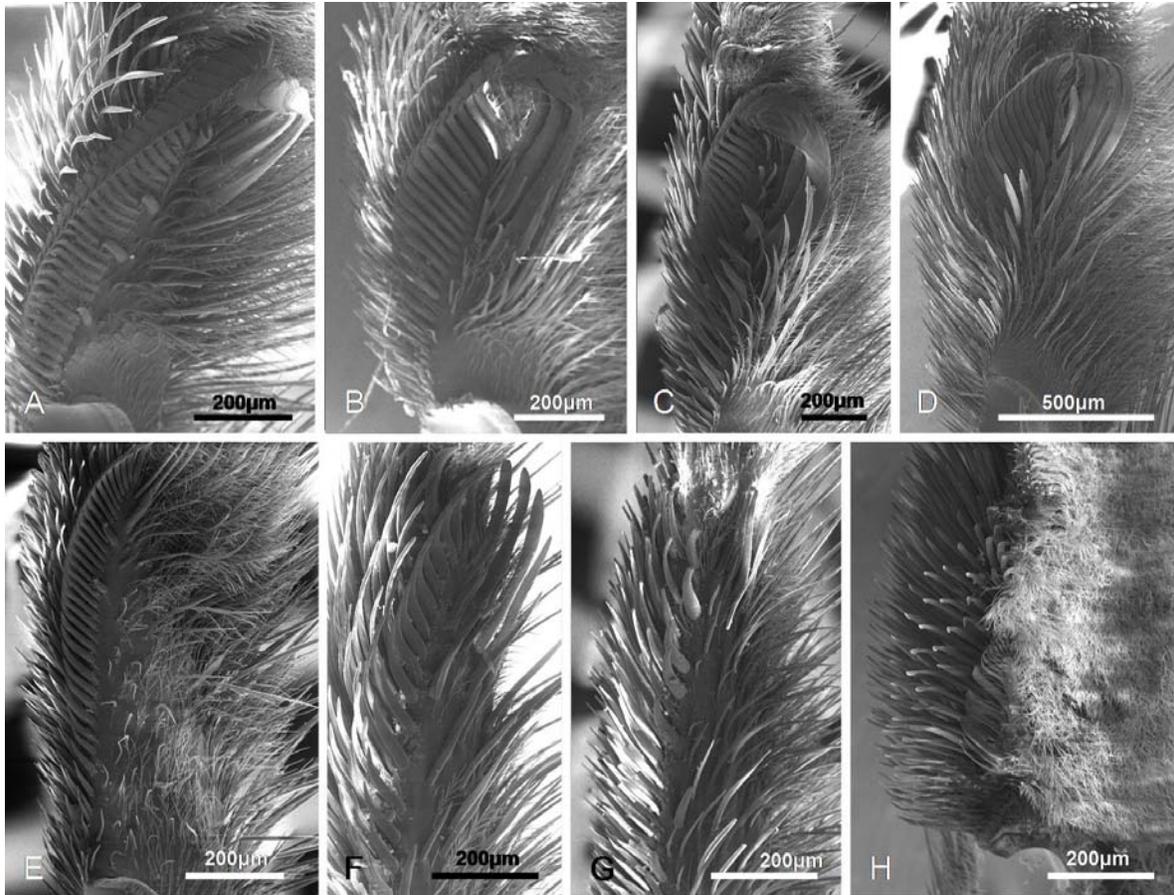


Figura 9. Visão geral dos basitarsos anteriores esquerdos observados nas espécies de *Centris*. A, cerdas coletoras bem desenvolvidas (*C. (P.) xanthomelaena*); B-D, cerdas coletoras mais desenvolvidas na porção distal (B, *C. (P.) lyngbyei*; C, *C. (P.) flavohirta*; D, *C. (W.) cineraria*); E-H, cerdas coletoras reduzidas (E, *C. (P.) hyptidis*; F, *C. (W.) moldenkei*; G, *C. (P.) tamarugalis*; H, *C. (W.) vardyorum*).

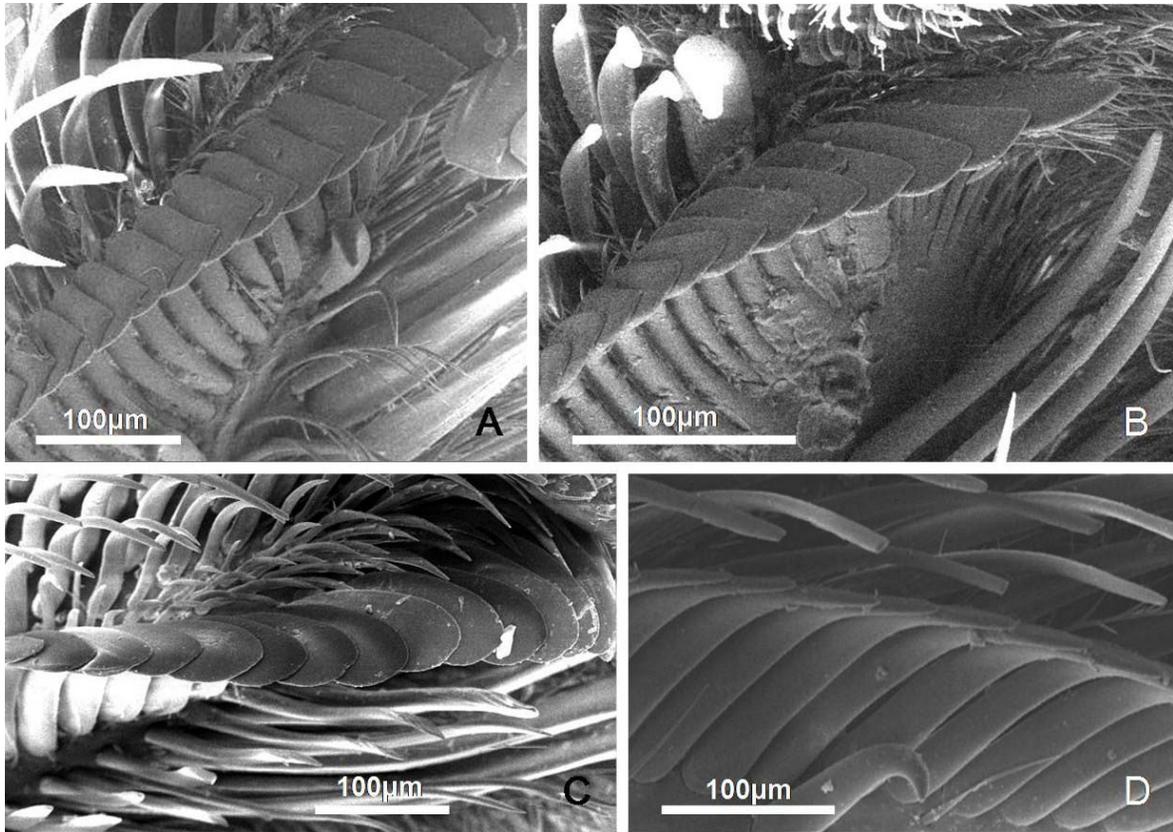


Figura 10. Diferentes formatos das cerdas do pente anterior observados nas espécies de *Centris*. A, ápices triangulares (*C. (P.) xanthomelaena*); B, ápices ligeiramente arredondados (*C. (P.) hyptidoides*); C, ápices arredondados (*C. (W.) cineraria*); D, ápices afilados (*C. (P.) hyptidis*).

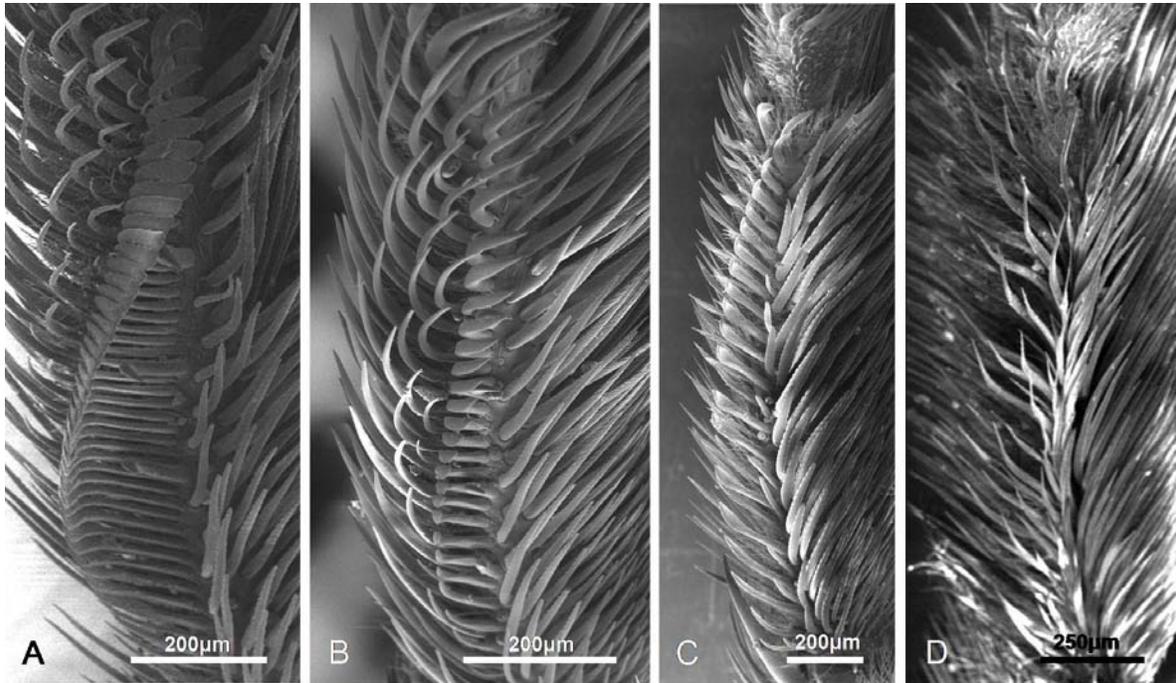


Figura 11. Visão geral dos basitarsos médios esquerdos observados nas espécies de *Centris*. A, cerdas coletoras bem desenvolvidas (*C. (P.) hyptidoides*); B-C, cerdas coletoras vestigiais (B, *C. (P.) hyptidis*; C, *C. (W.) moldenkei*); D, cerdas coletoras ausentes (*C. (W.) cineraria*).

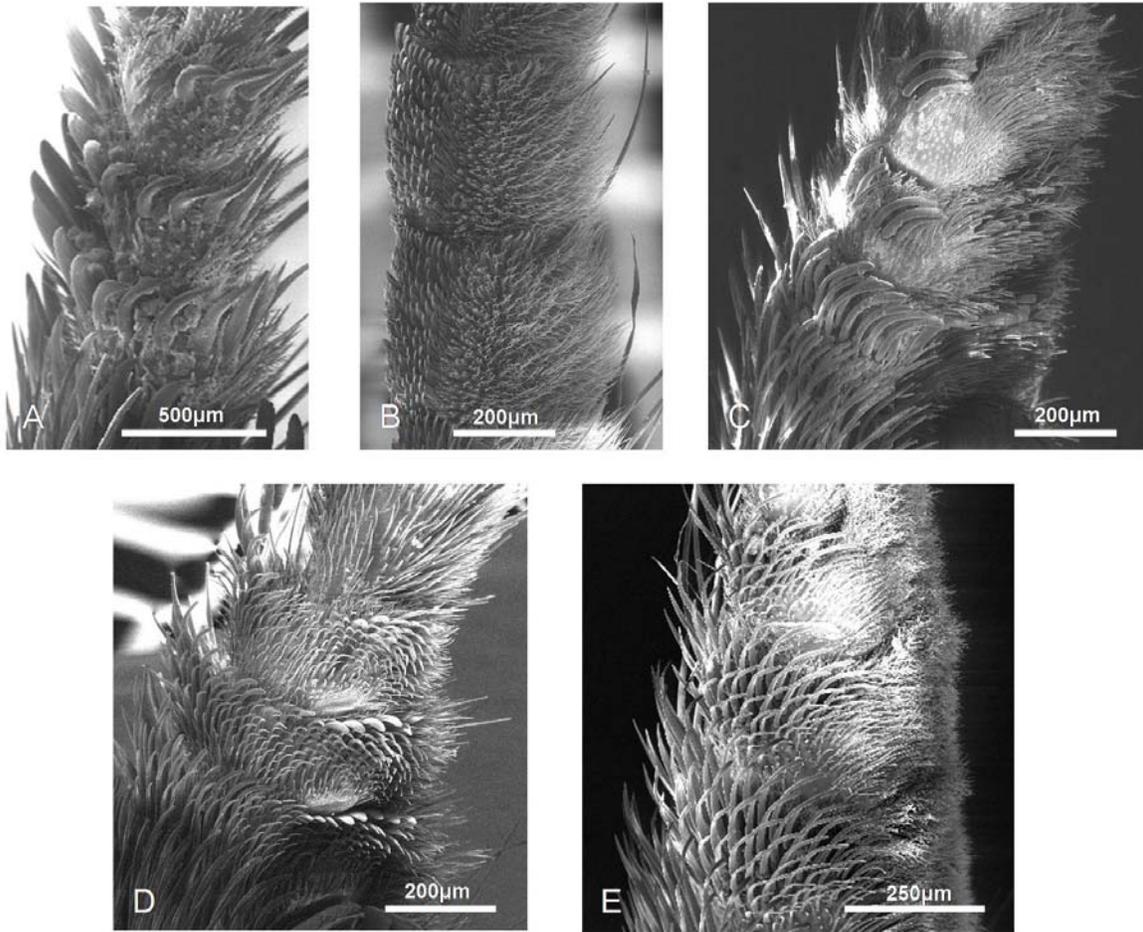


Figura 12. Visão geral do mediotarsos anteriores esquerdos observados nas espécies de *Centris*. A, cerdas apicais curvadas e superfície ventral coberta por esparsos pêlos curtos (*C. (W.) moldenkei*); B, cerdas apicais reduzidas e superfície ventral preenchida por tufos de pêlos (*C. (P.) hyptidis*); C-D, cerdas apicais espatuladas e superfície ventral coberta por tufos de pêlos (C, *C. (P.) lyngbyei*; D, *C. (W.) cineraria*); E, cerda apicais ausentes e superfície ventral preenchida por tufos de pêlos (*C. (W.) vadyorum*).

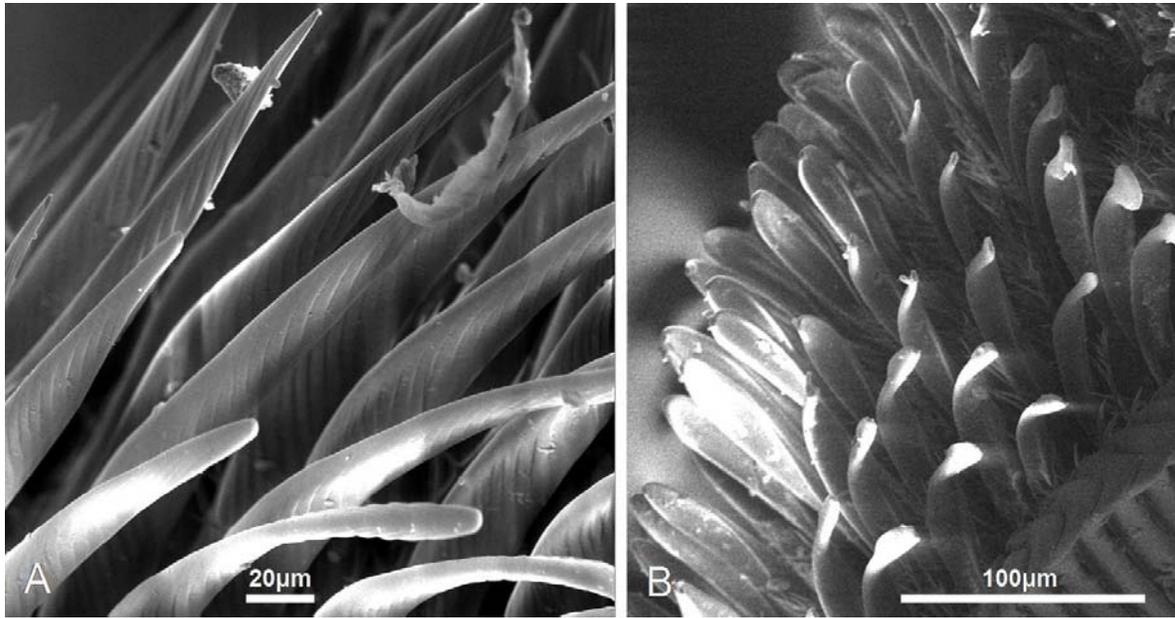


Figura 13. Cerdas anteriores do basitarso anterior observadas nas espécies de *Centris*. A, cerdas achatadas e estriadas transversalmente (*C. (P.) xanthomelaena*); B, cerdas espatuladas e arredondadas (*C. (P.) hyptidis*).

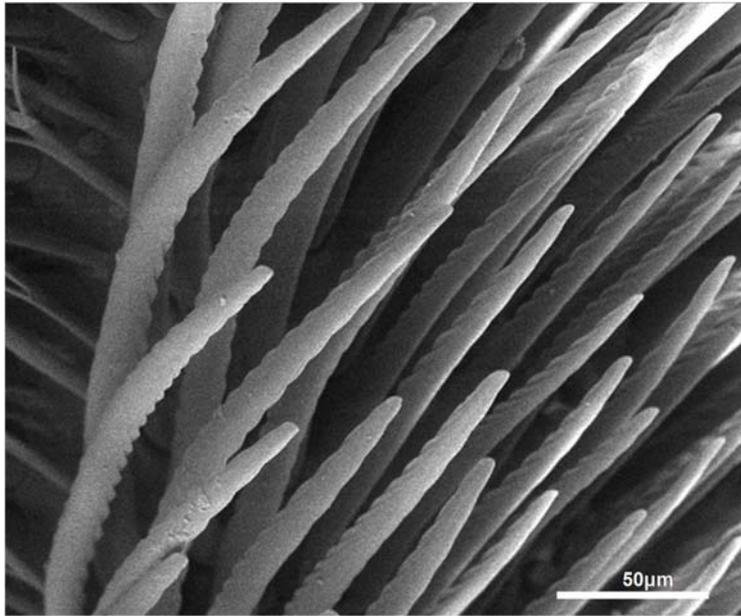


Figura 14. Cerdas posteriores do basitarso médio observadas nas espécies de *Centris* (imagem de *C. (P.) xanthomelaena*).



Figura 15. Perna posterior. A, vista dorsal da perna posterior direita (*C. (T.) fuscata*; escala = 500 μ m); B, detalhe das cerdas ramificadas da escopa (*C. (C.) decolorata*; escala = 200 μ m); C, esporões tibiais da perna direita (*C. (M.) violacea*; escala = 500 μ m).

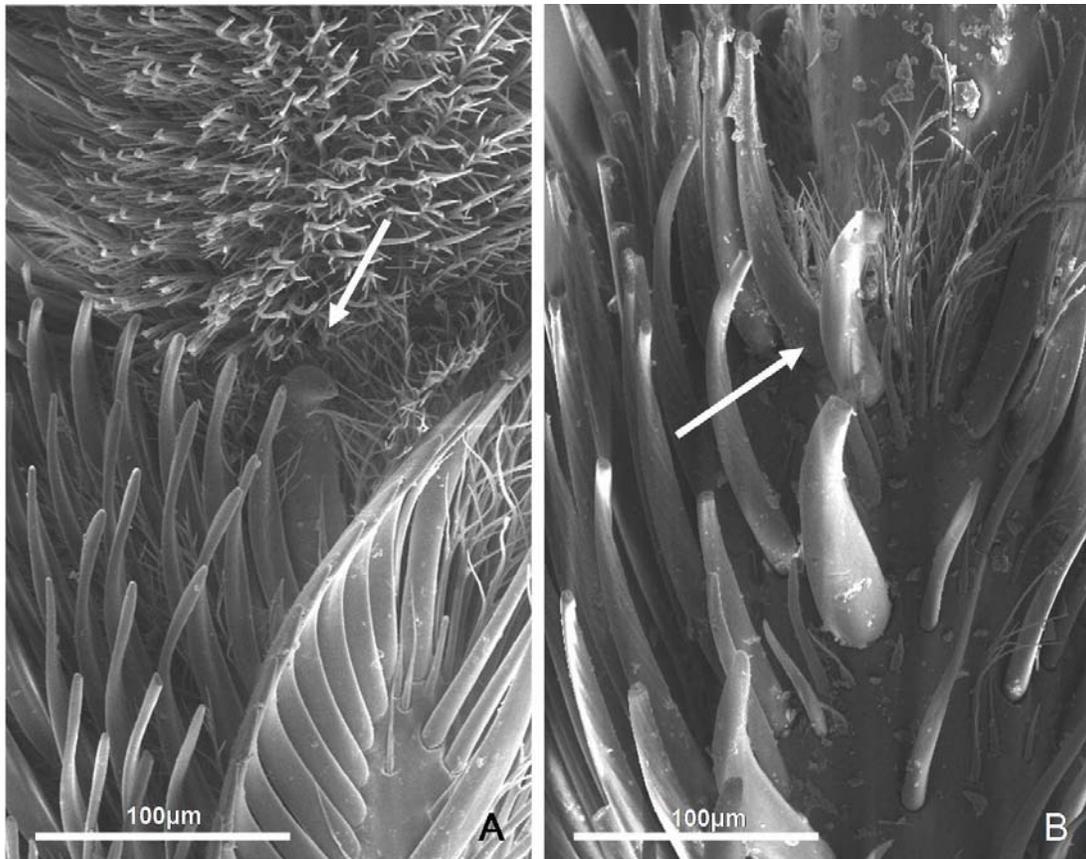


Figura 16. Cerda apical grossa com ápice em gancho observada atrás do pente anterior em algumas espécies de *Centris*. A, C. (*P.*) *hyptidis*; B, C. (*P.*) *tamarugalis*.

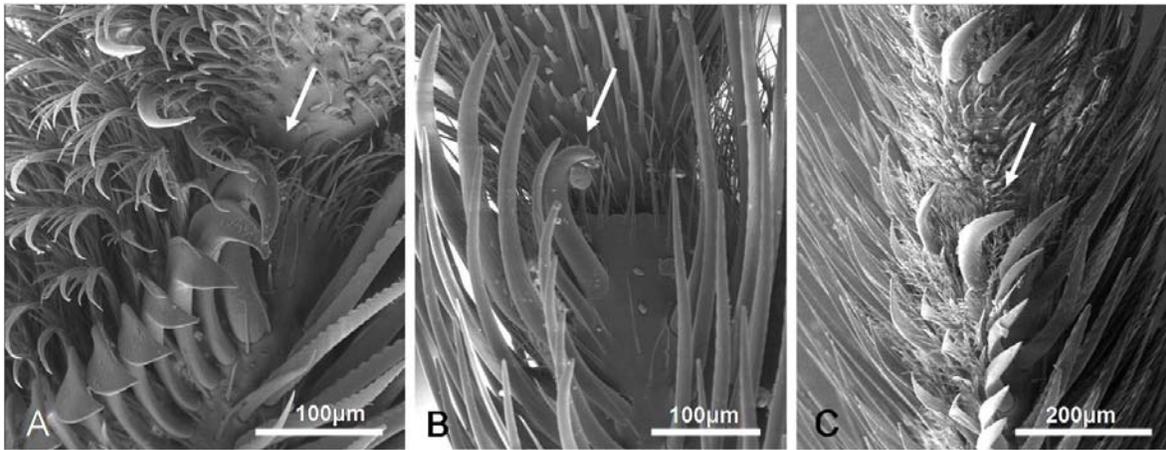


Figura 17. Porção distal do basitarso médio. A, cerda distal do pente médio mais grossa e com ápice em gancho observada em algumas espécies de *Centris* (*C. (P.) xanthomelaena*); B-C, cerda apical grossa com ápice em gancho observada atrás do pente médio em algumas espécies de *Centris* (B, *C. (P.) hyptidis*; C, *C. (P.) tamarugalis*).

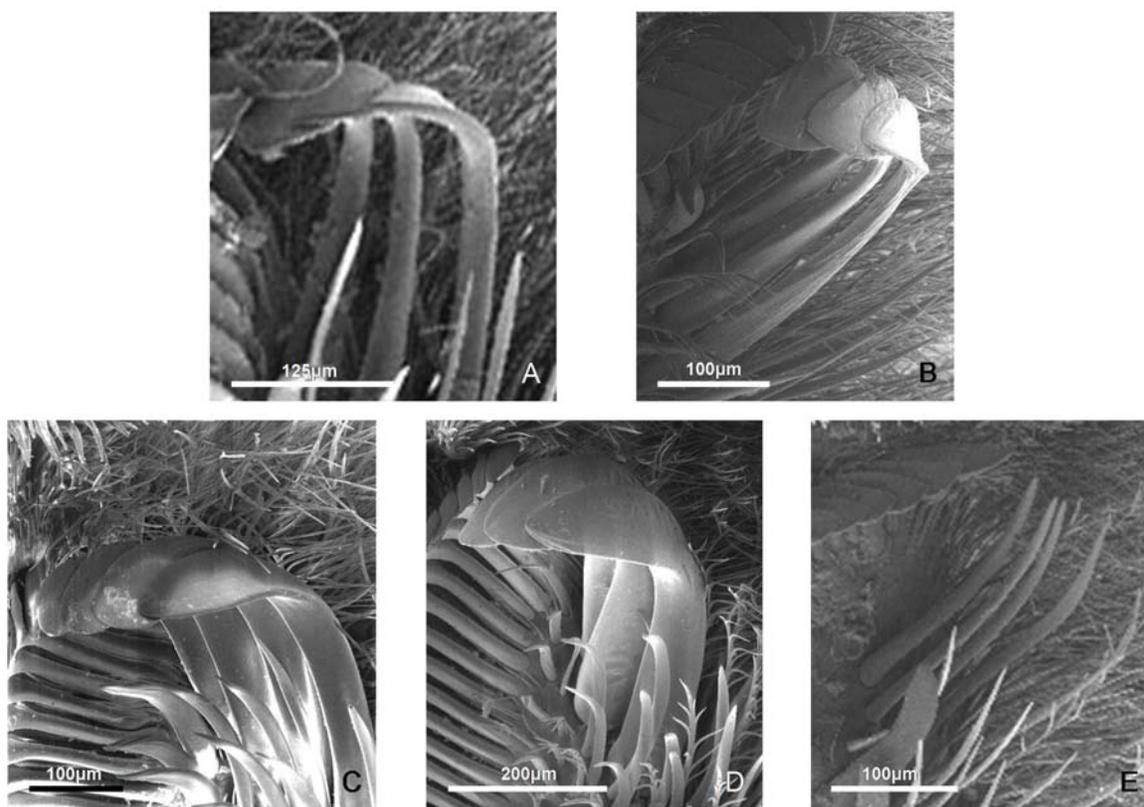


Figura 18. Diferentes formatos de cerdas gigantes observados nas espécies de *Centris*. A, cerdas com ápices triangulares (*C. (P.) klugii*); B, cerdas com ápices ligeiramente arredondados (*C. (P.) xanthomelaena*); C, cerdas com ápices arredondados (*C. (W.) cineraria*); D, cerdas mais grossas com ápices arredondados alargados (*C. (P.) tricolor*); E, cerdas vestigiais (*C. (P.) hyptidoides*).

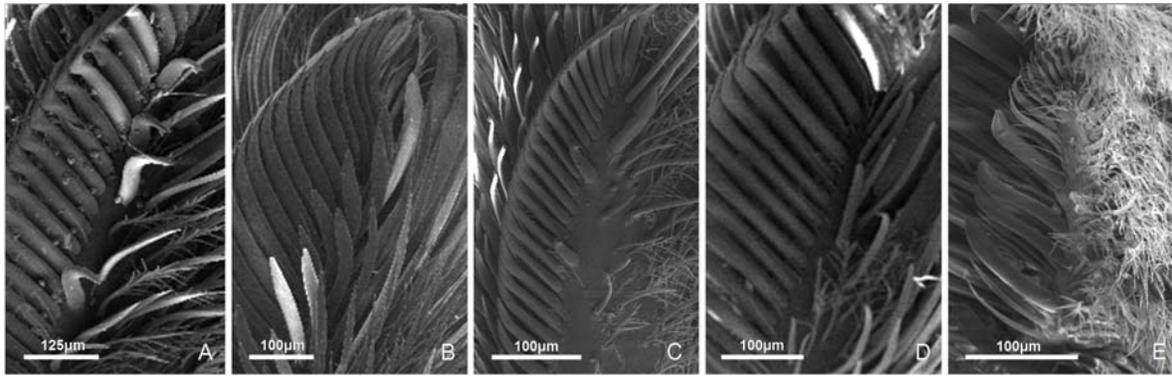


Figura 19. Cerdas secundárias do basitarso anterior observadas nas espécies de *Centris*. A, cerdas rígidas e curvadas alinhadas em frente ao pente (*C. (P.) klugii*); B, cerdas ligeiramente curvadas agrupadas em frente ao pente (*C. (W.) cineraria*); C, cerdas reduzidas (*C. (P.) hyptidis*); D, cerdas vestigiais (*C. (P.) lyngbyei*); E, cerdas ausentes (*C. (W.) vardyorum*).

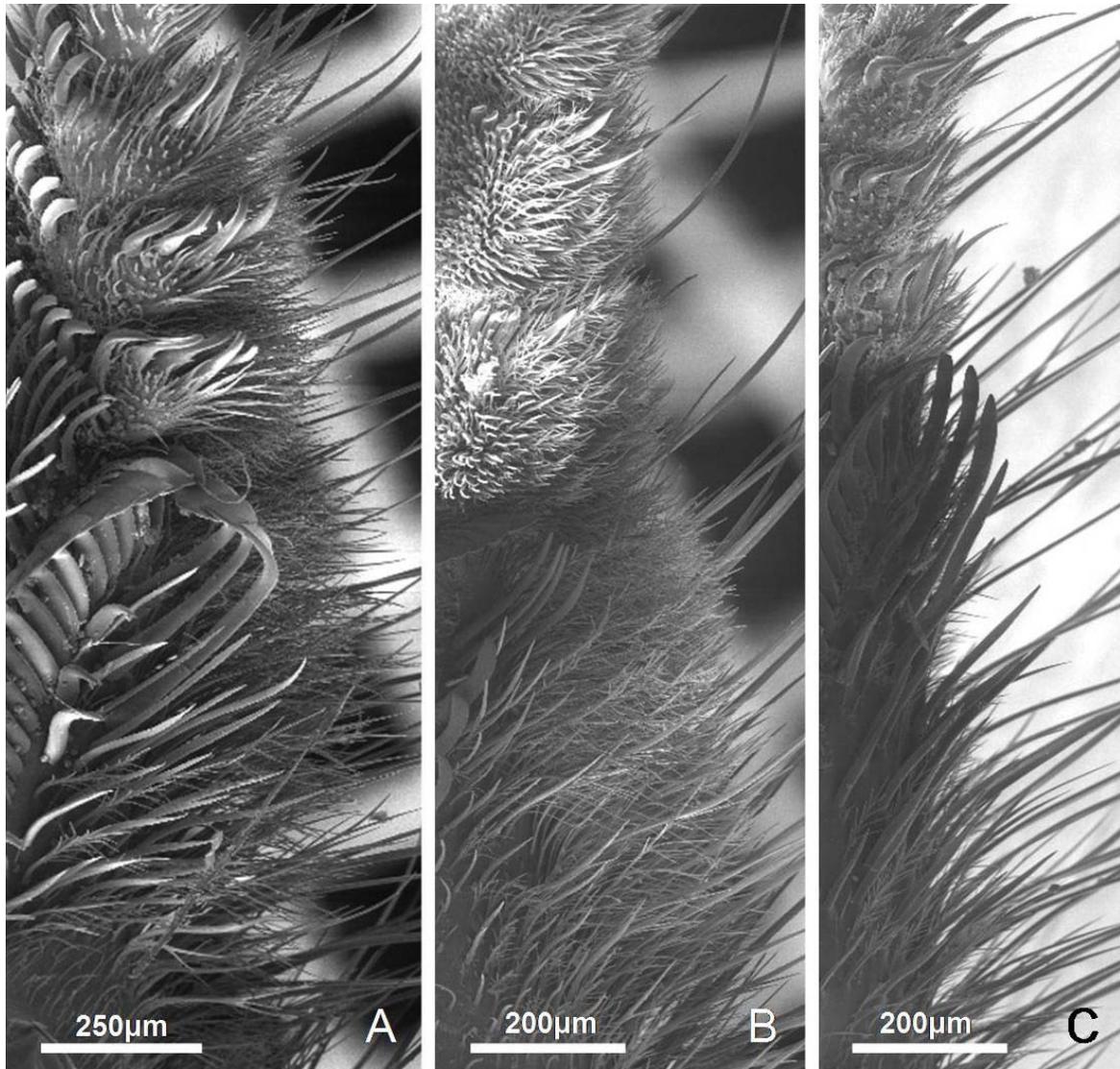


Figura 20. Cerdas da superfície dorsal da perna anterior observadas nas espécies de *Centris*. A, pêlos plumosos esparsos (*C. (P.) klugii*); B, tufos de pêlos plumosos (*C. (P.) hyptidoides*); C, vestígios de pêlos plumosos (*C. (P.) tamarugalis*).

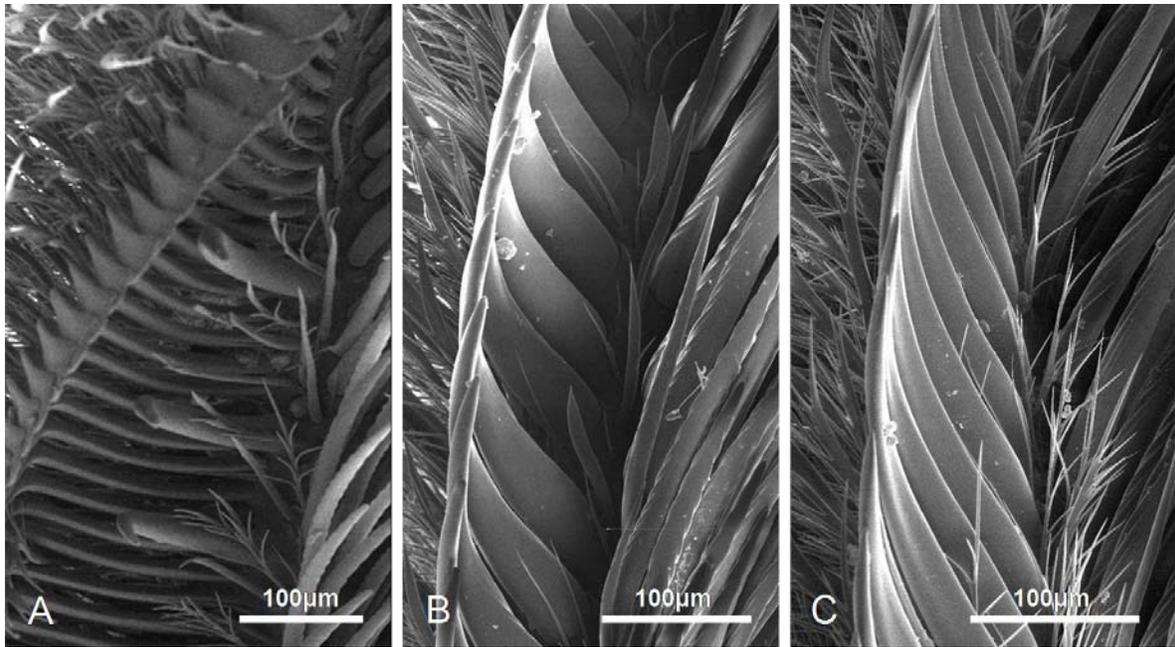


Figura 21. Cerdas secundárias do basitarso médio observadas nas espécies de *Centris*. A, cerdas desenvolvidas (*C. (P.) xanthomelaena*); B, cerdas vestigiais (*C. (P.) flavohirta*); C, cerdas ausentes (*C. (W.) vadyorum*).

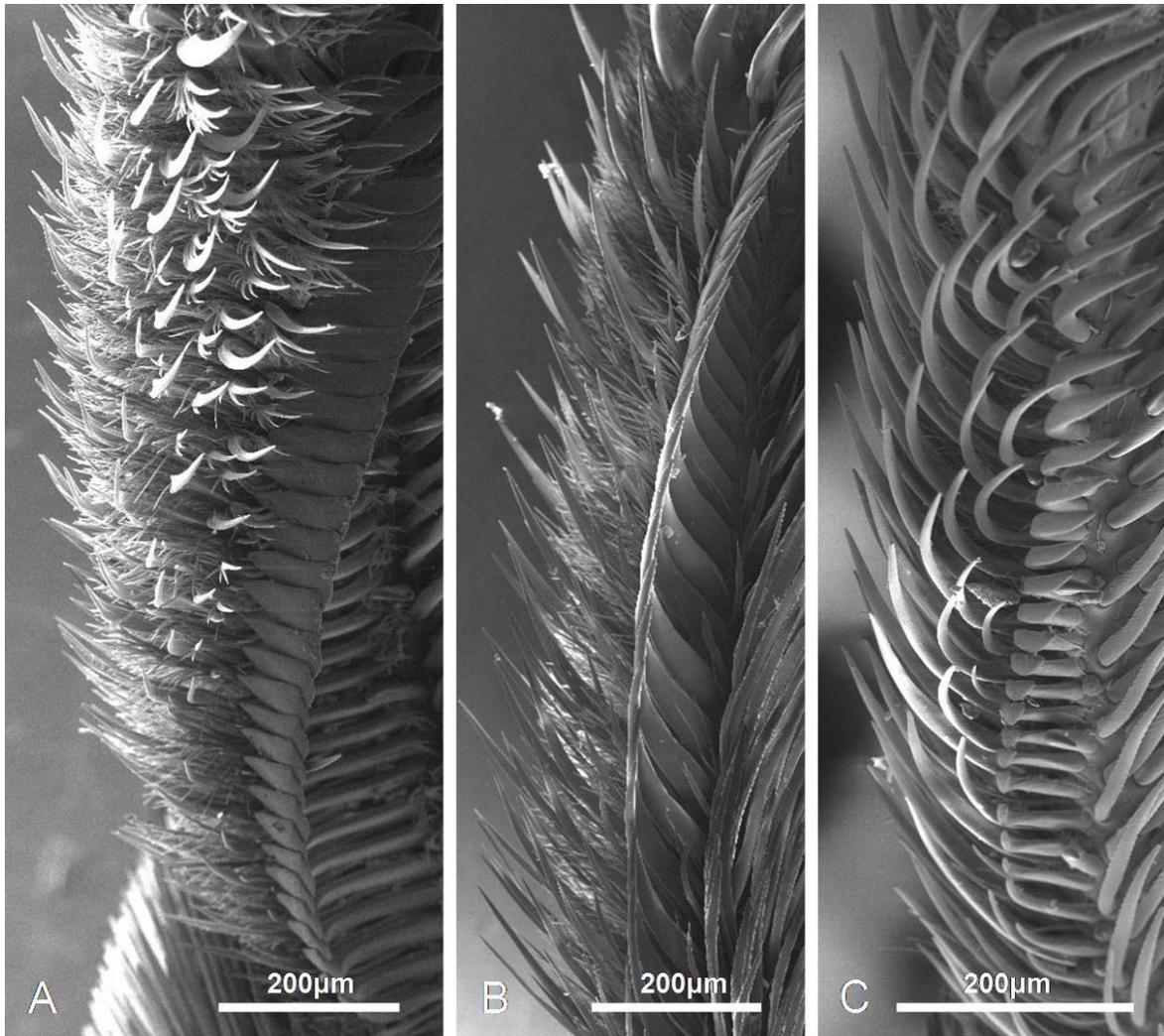


Figura 22. Cerdas anteriores do basitarso médio observadas nas espécies de *Centris*. A, cerdas com ápices curvados entremeadas por densos pêlos plumosos (*C. (P.) tricolor*); B, cerdas esparsas entremeadas por pêlos plumosos mais curtos (*C. (P.) flavohirta*); C, cerdas esparsas (*C. (P.) hyptidis*).

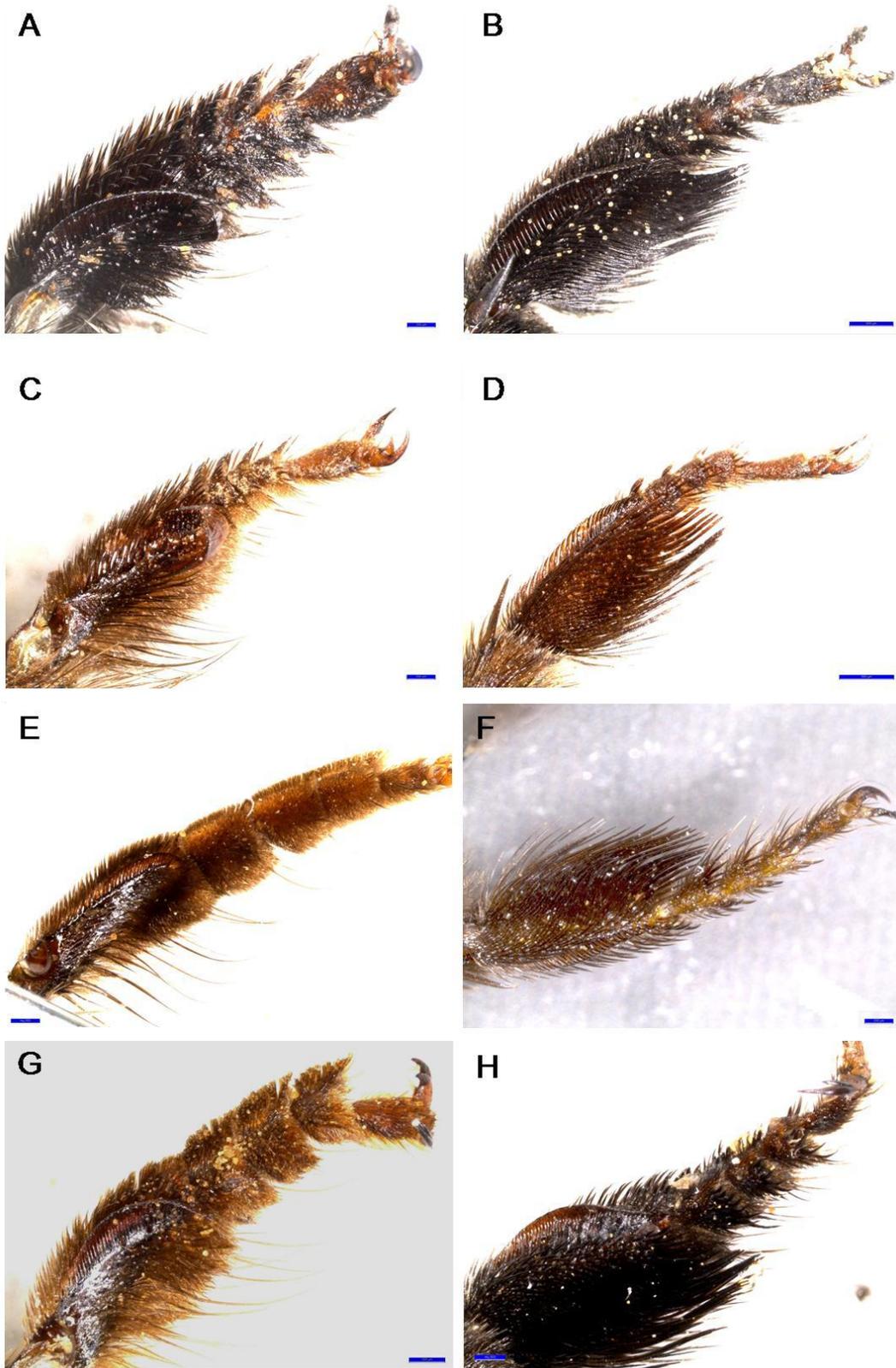


Figura 23. Visão geral das pernas anteriores e médias das espécies examinadas do subgênero *Paracentris*. A-B, *C. burgdorfi* (escala = 200µm e 500µm); C-D, *C. flavohirta* (escala = 200µm e 500µm); E-F, *C. hyptidis* (escala = 200µm e 200µm); G-H, *C. hyptidoides* (escala = 200µm e 200µm).

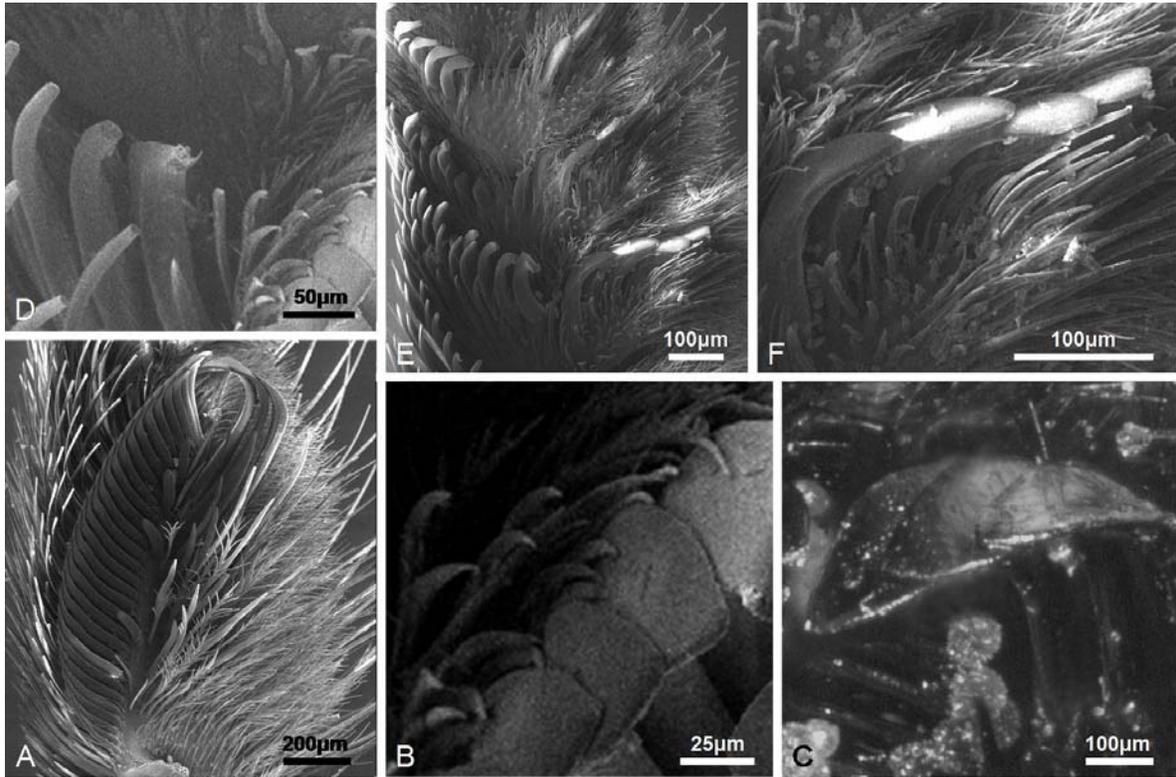


Figura 24. *Centris (P.) burgdorfi*. Vista ventral da perna anterior esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas do pente anterior com ápices ligeiramente arredondados; C, detalhe das cerdas gigantes com ápices arredondados; D, detalhe da cerda apical ligeiramente mais grossa inserida atrás do pente; E, visão geral do mediotarso; F, detalhe das cerdas apicais espatuladas do mediotarso.

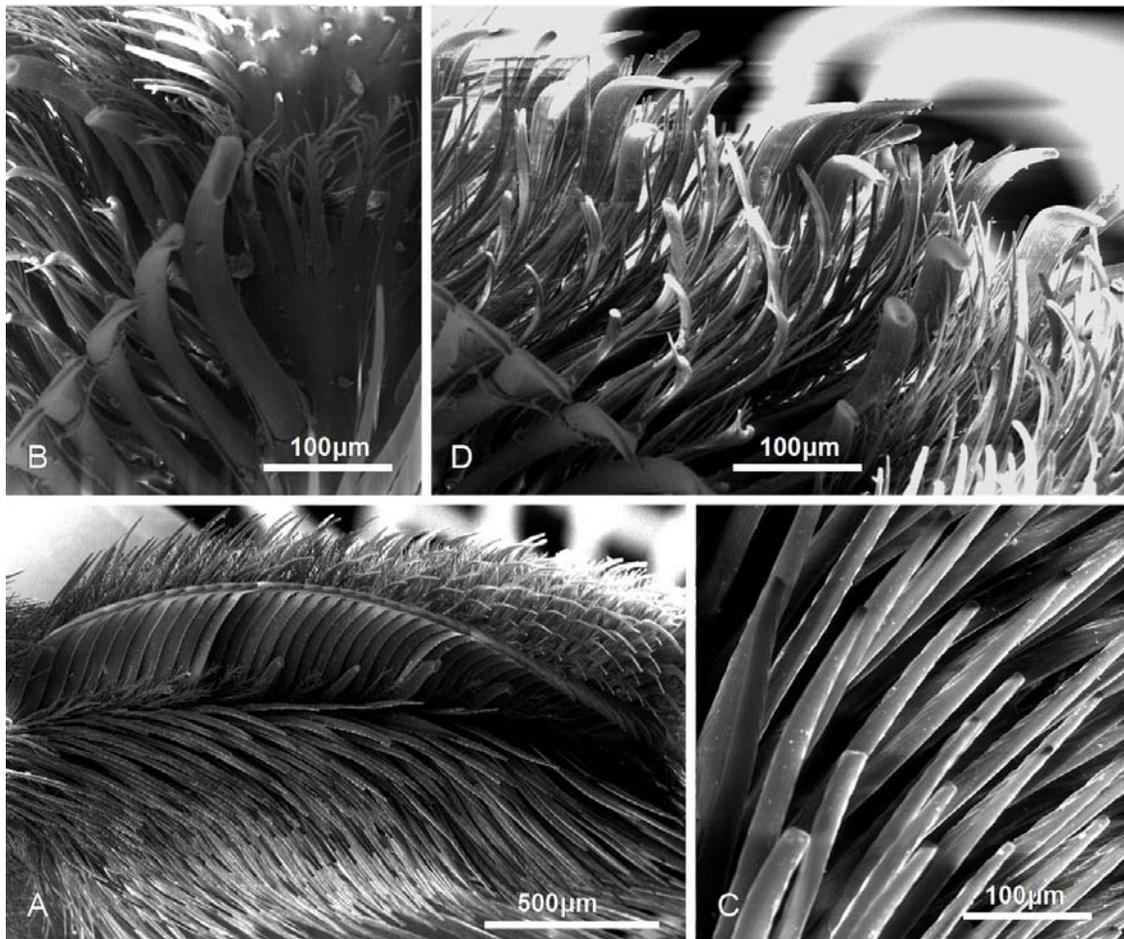


Figura 25. *Centris (P.) burgdorfi*. Vista ventral da perna média esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe da última cerda distal do pente médio mais grossa com ápice em gancho; C, detalhe das cerdas posteriores com estrias transversais; D, detalhe das cerdas anteriores com ápices curvados e cerdas apicais mais grossas.

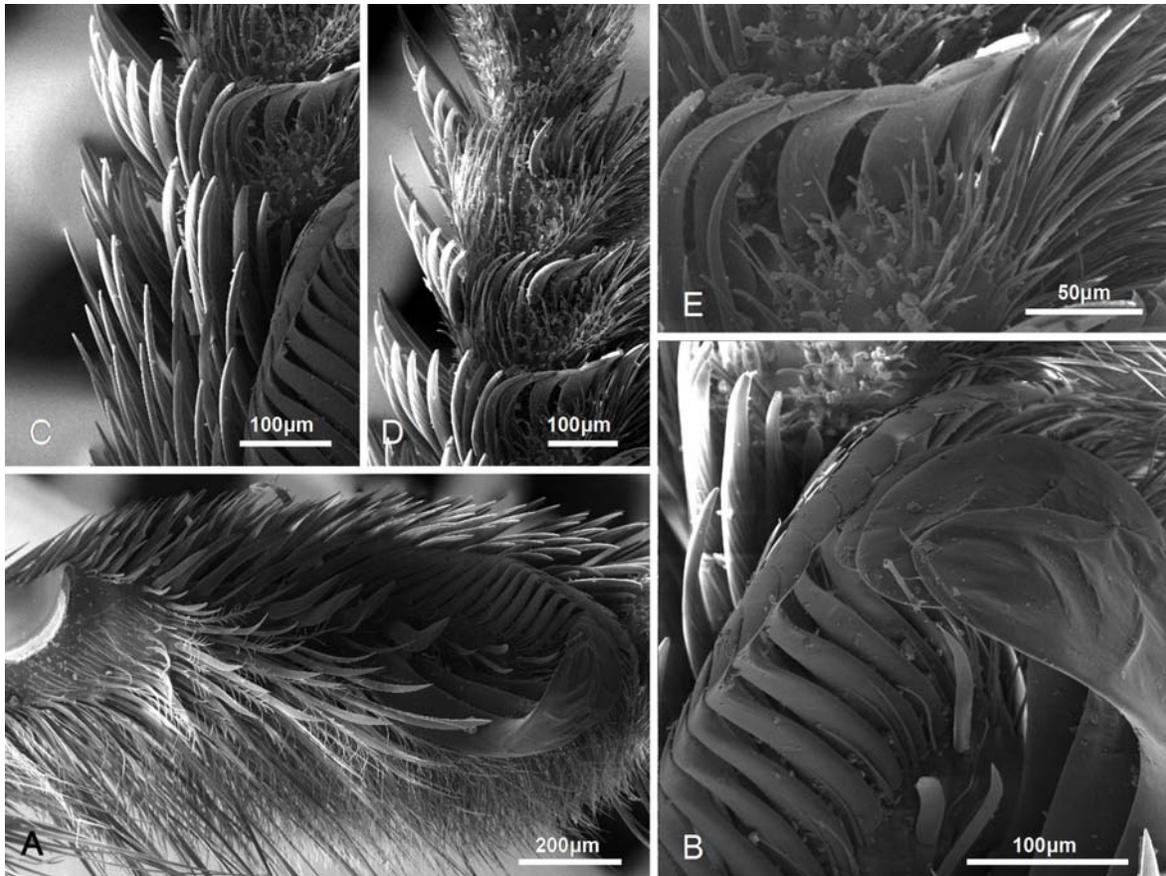


Figura 26. *Centris (P.) flavohirta*. Vista ventral da perna anterior esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe dos ápices arredondados das cerdas do pente anterior e cerdas gigantes; C, detalhe das cerdas apicais do basitarso mais grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso; D, visão geral do mediotarso; E, detalhe das cerdas apicais espatuladas do mediotarso.

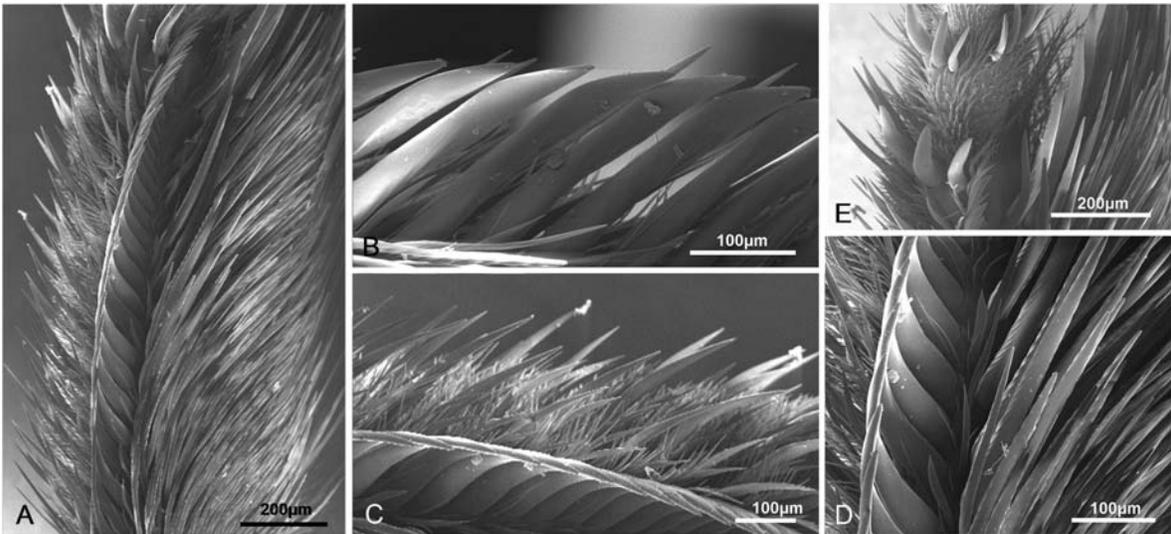


Figura 27. *Centris (P.) flavohirta*. Vista ventral da perna média esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas afastadas do pente médio; C, cerdas anteriores esparsas entremeadas por pêlos plumosos mais curtos; D, detalhe das cerdas secundárias vestigiais e cerdas posteriores estriadas; E, detalhe das cerdas apicais do basitarso mais grossas.

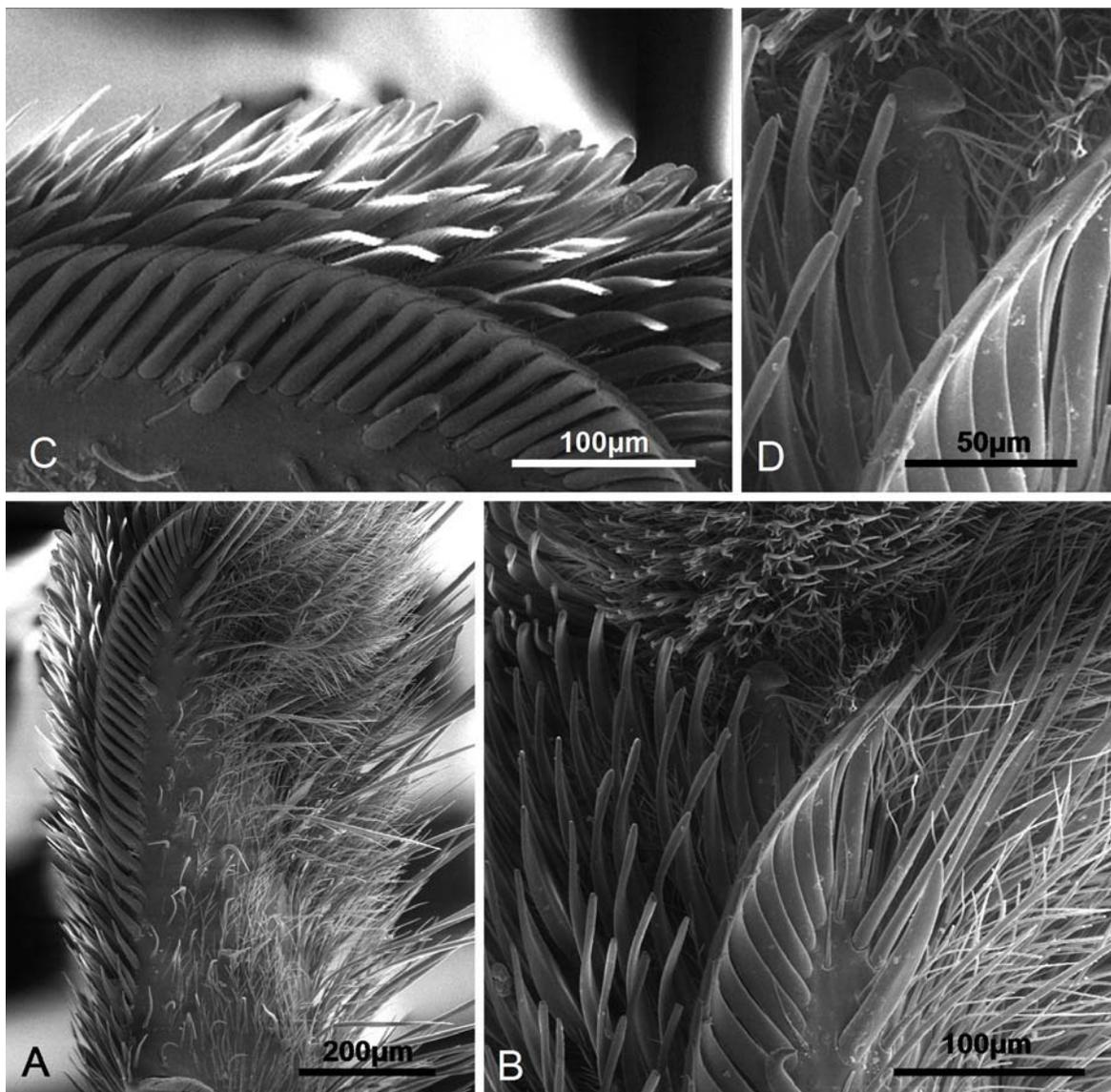


Figura 28. *Centris (P.) hyptidis*. Vista ventral do basitarso anterior esquerdo: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas reduzidas do pente anterior e das cerdas gigantes vestigiais; C, detalhe das cerdas anteriores espatuladas e arredondadas e das cerdas secundárias reduzidas em frente ao pente; D, detalhe da cerda apical inserida atrás do pente.

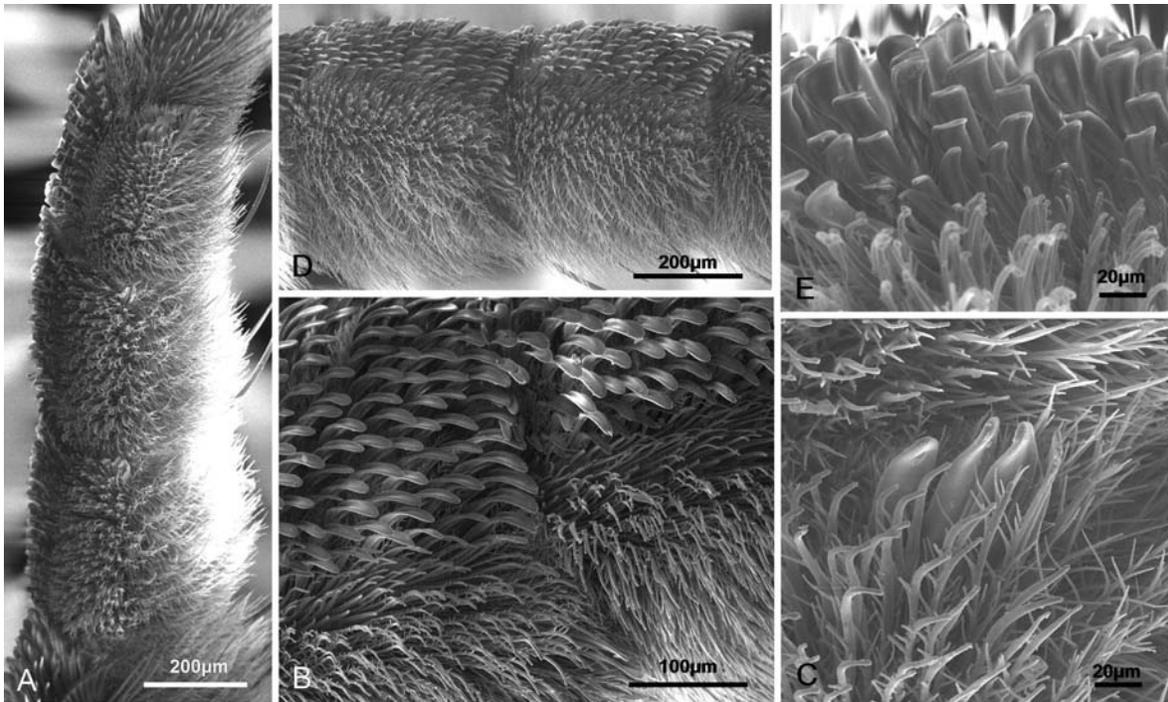


Figura 29. *Centris (P.) hyptidis*. Vista ventral do mediotarso anterior da perna esquerda: A, visão geral do mediotarso; B, detalhe das cerdas anteriores e posteriores; C, detalhe das cerdas apicais reduzidas e espatuladas; D, detalhe dos tarsômeros II e III; E, detalhe das cerdas anteriores espatuladas.

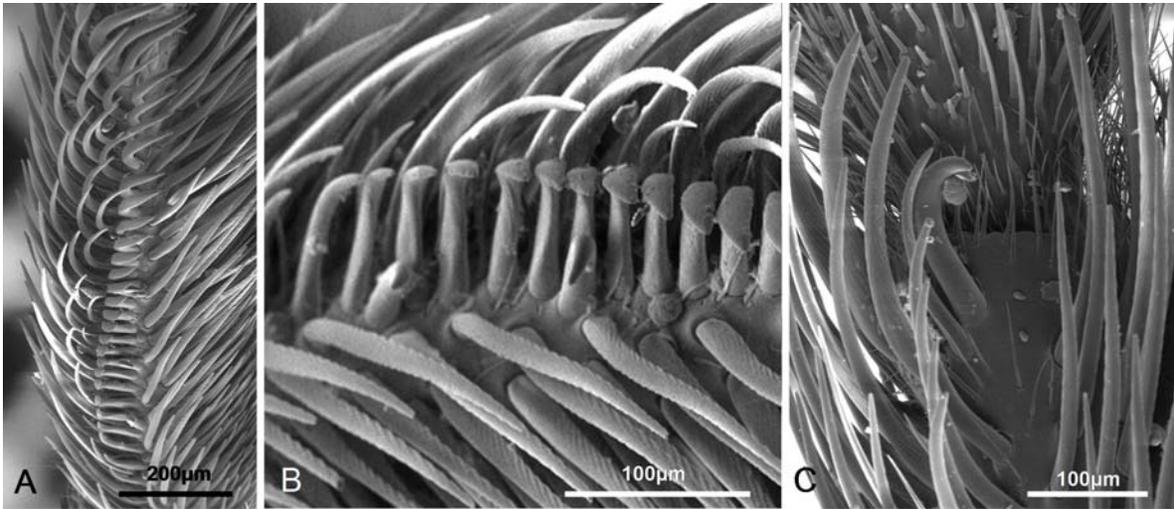


Figura 30. *Centris (P.) hyptidis*. Vista ventral da perna média esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas afastadas do pente médio, cerdas secundárias, cerdas posteriores estriadas; C, detalhe da cerda apical grossa inserida atrás do pente.

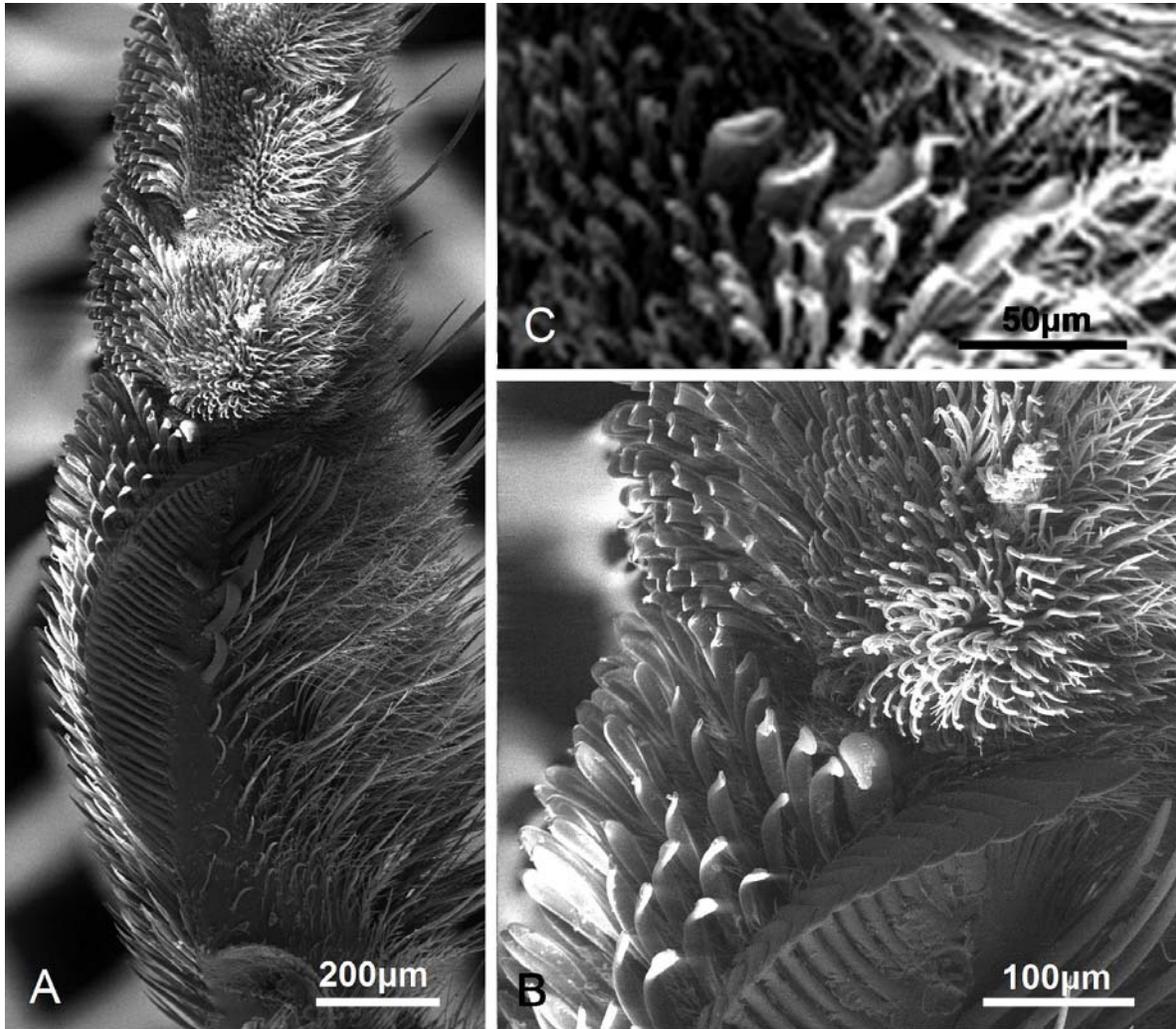


Figura 31. *Centris (P.) hyptidoides*. Vista ventral da perna anterior esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas do pente anterior, cerdas anteriores espatuladas e arredondadas e cerda apical grossa inserida atrás do pente; C, detalhe das cerdas apicais reduzidas e espatuladas do mediotarso.

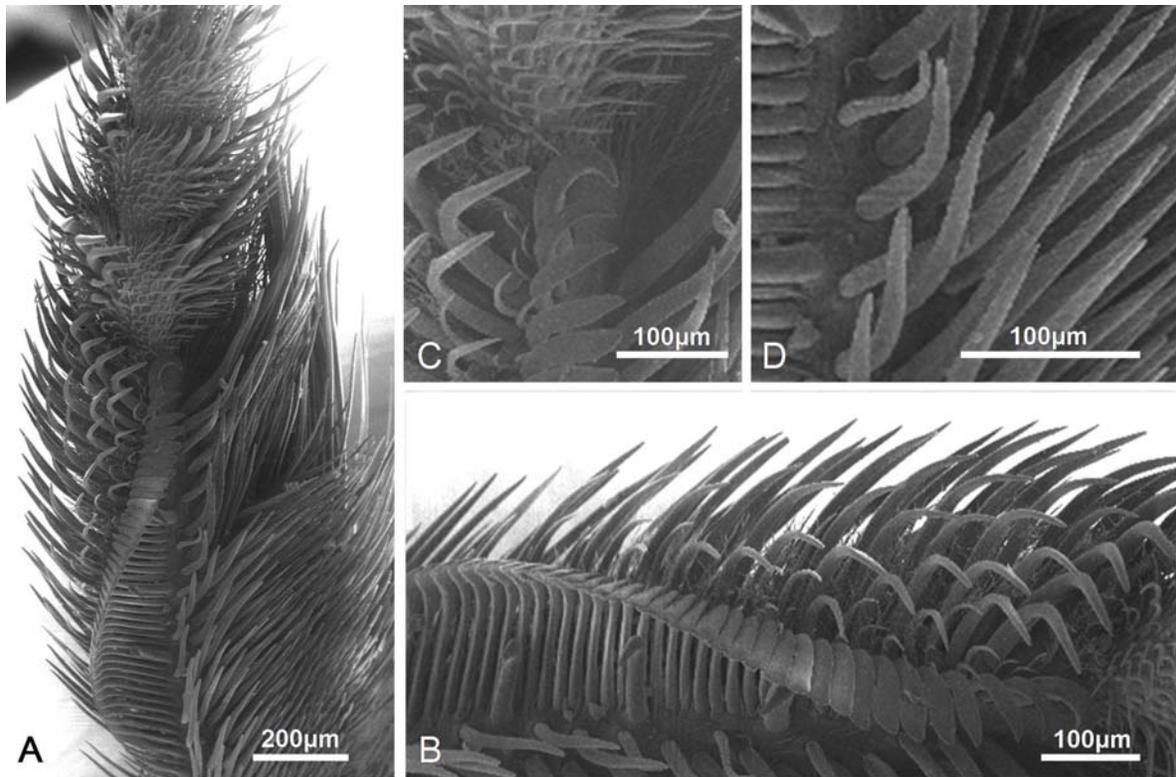


Figura 32. *Centris (P.) hyptidoides*. Vista ventral da perna média esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas do pente médio e cerdas anteriores; C, detalhe da última cerda distal mais grossa do pente médio; D, detalhe das cerdas posteriores estriadas.

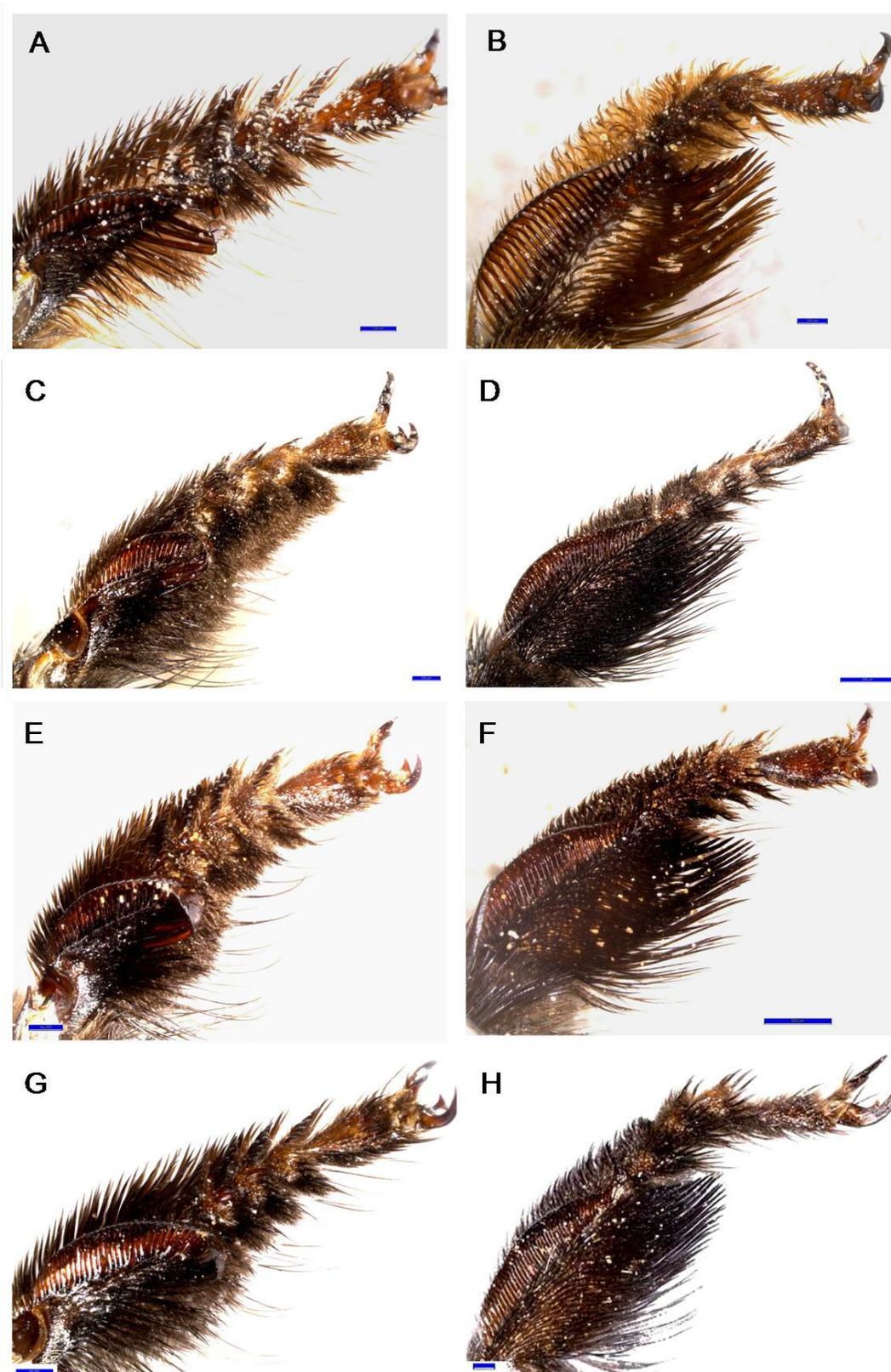


Figura 33. Visão geral das pernas anteriores e médias das espécies examinadas do subgênero *Paracentris*. A-B, *C. klugii* (escala = 200µm e 200µm); C-D, *C. lyngbyei* (escala = 200µm e 500µm); E-F, *C. tricolor* (escala = 200µm e 500µm); G-H, *C. xanthomelaena* (escala = 200µm e 200µm).

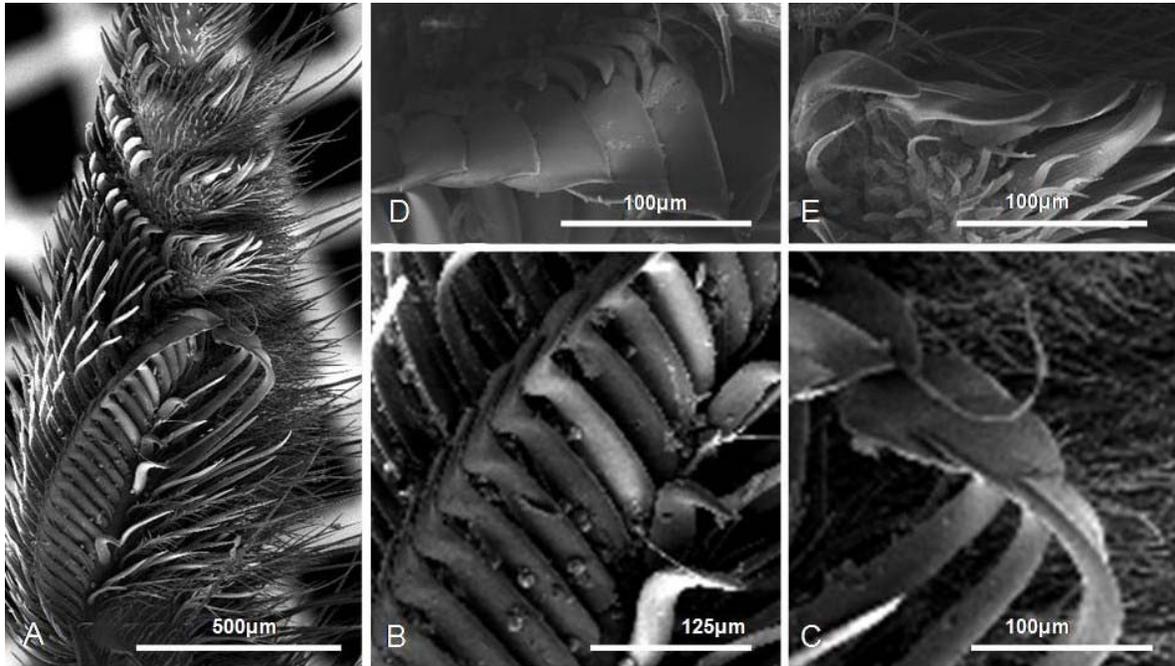


Figura 34. *Centris (P.) klugii*. Vista ventral da perna anterior esquerda: A, visão geral do basitarso e mediotarso; B, detalhe do pente anterior; C, detalhe dos ápices das cerdas gigantes; D, detalhe dos ápices triangulares das cerdas do pente anterior; E, detalhe das cerdas apicais curvadas do mediotarso.

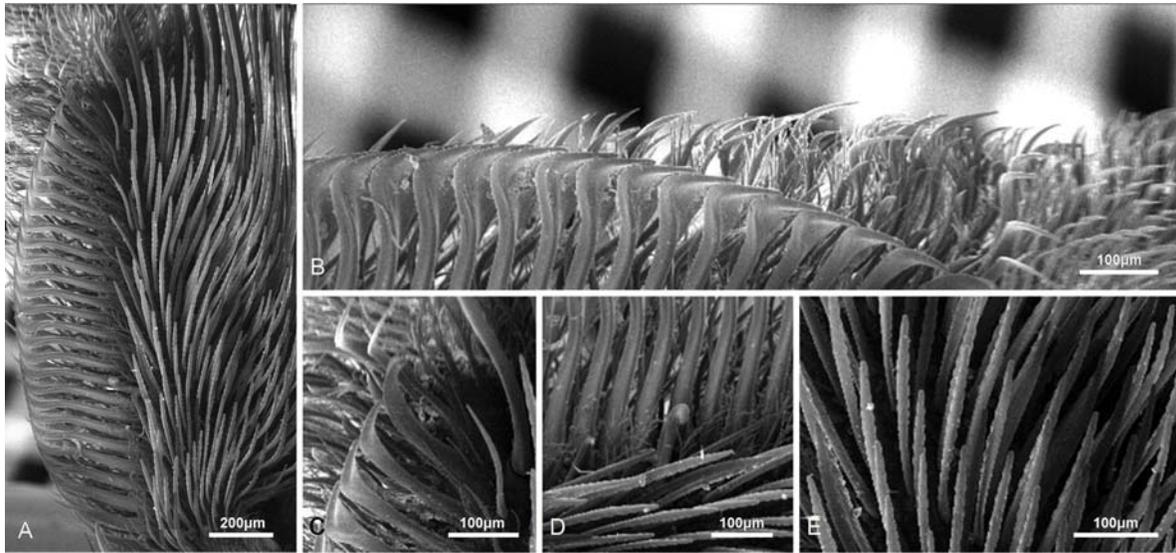


Figura 35. *Centris (P.) klugii*. Vista ventral da perna média esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas do pente médio e cerdas anteriores co ápices curvados; C, detalhe da última cerda distal do pente médio ligeiramente mais grossa; D, detalhe das cerdas secundárias em gancho; E, detalhe das cerdas posteriores estriadas.

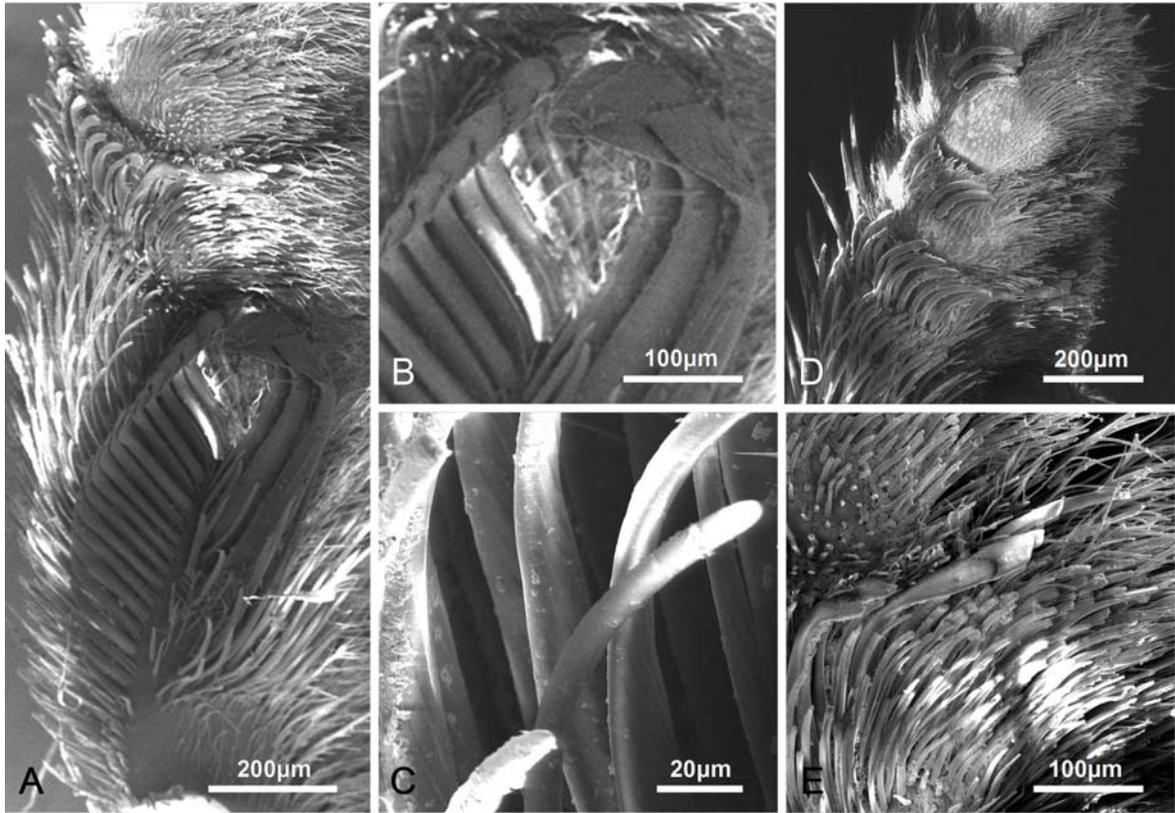


Figura 36. *Centris (P.) lyngbyei*. Vista ventral da perna anterior esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas do pente anterior e cerdas gigantes; C, detalhe das cerdas anteriores achatadas e estriadas transversalmente; D, visão geral do mediotarso com tufos de pêlos na porção posterior; E, detalhe das cerdas apicais espatuladas e arredondadas do mediotarso.

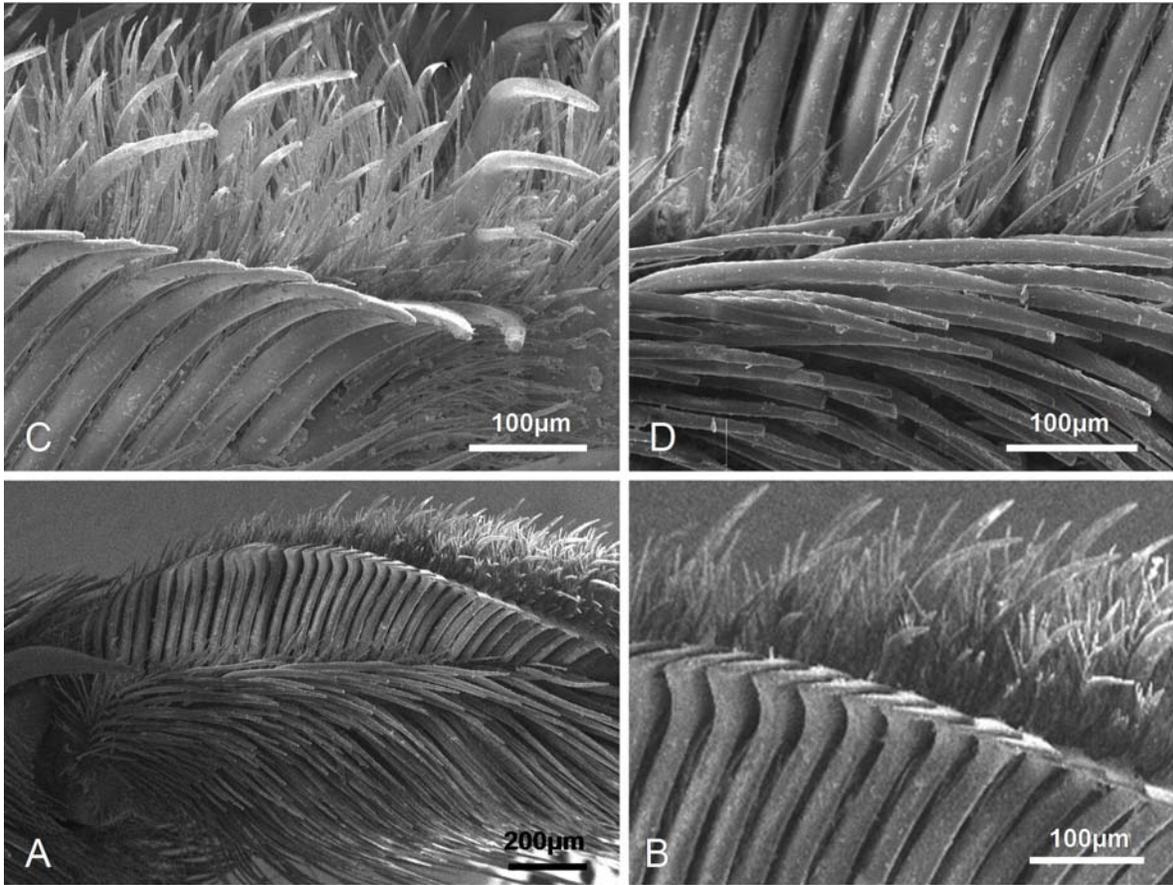


Figura 37. *Centris (P.) lyngbyei*. Vista ventral da perna média: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas do pente médio; C, detalhe das cerdas anteriores com ápices curvados e cerdas apicais grossas; D, detalhe das cerdas secundárias vestigiais e cerdas posteriores estriadas.

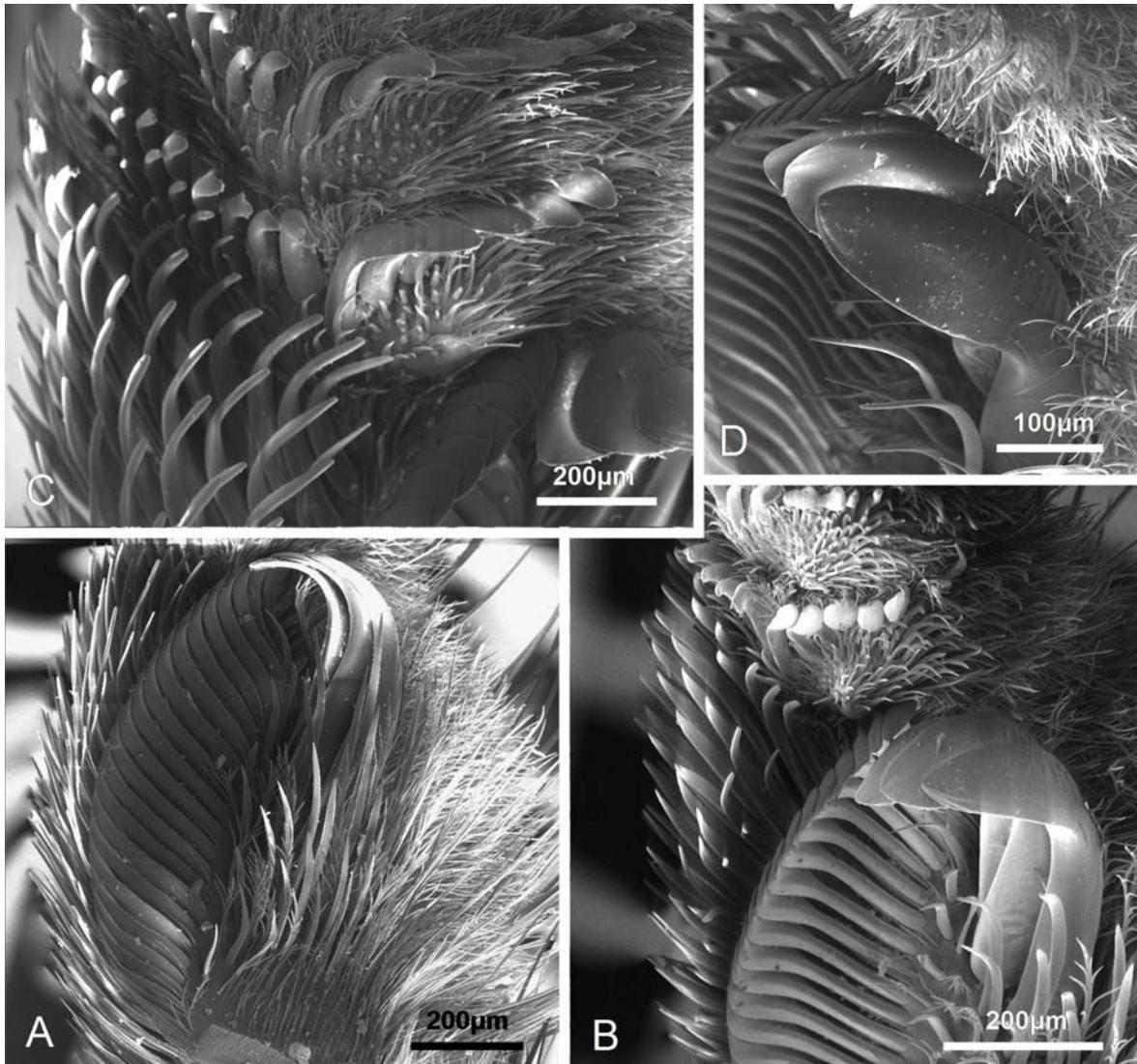


Figura 38. *Centris (P.) tricolor*. Vista ventral da perna anterior esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe da porção distal do basitarso; C, detalhe das cerdas apicais espatuladas do mediotarso e cerdas arredondadas do pente anterior; D, detalhe dos ápices alargados e arredondados das cerdas gigantes.

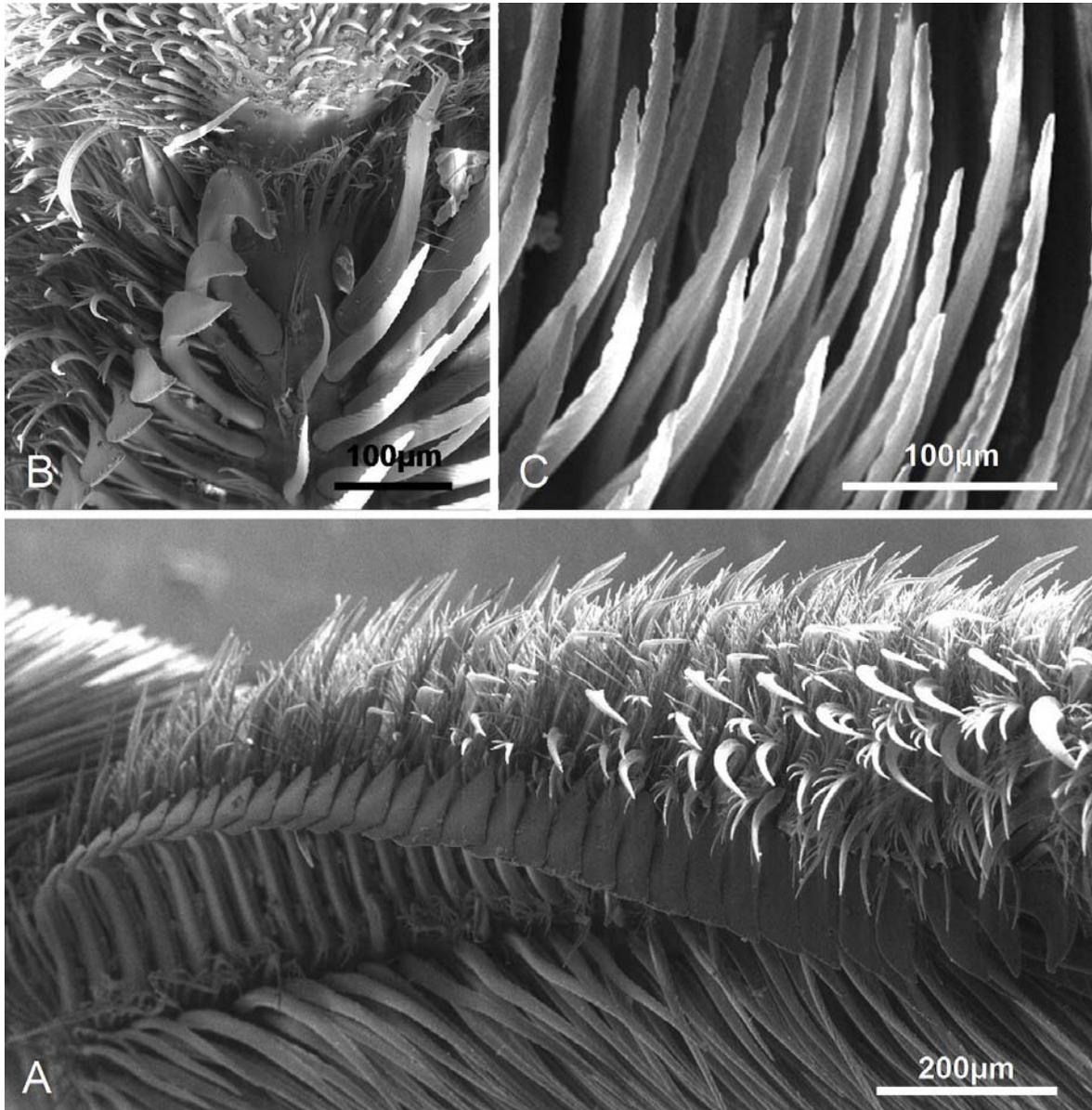


Figura 39. *Centris (P.) tricolor*. Vista ventral da perna média esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe da última cerda distal mais grossa do pente médio; C, detalhe das cerdas posteriores estriadas.

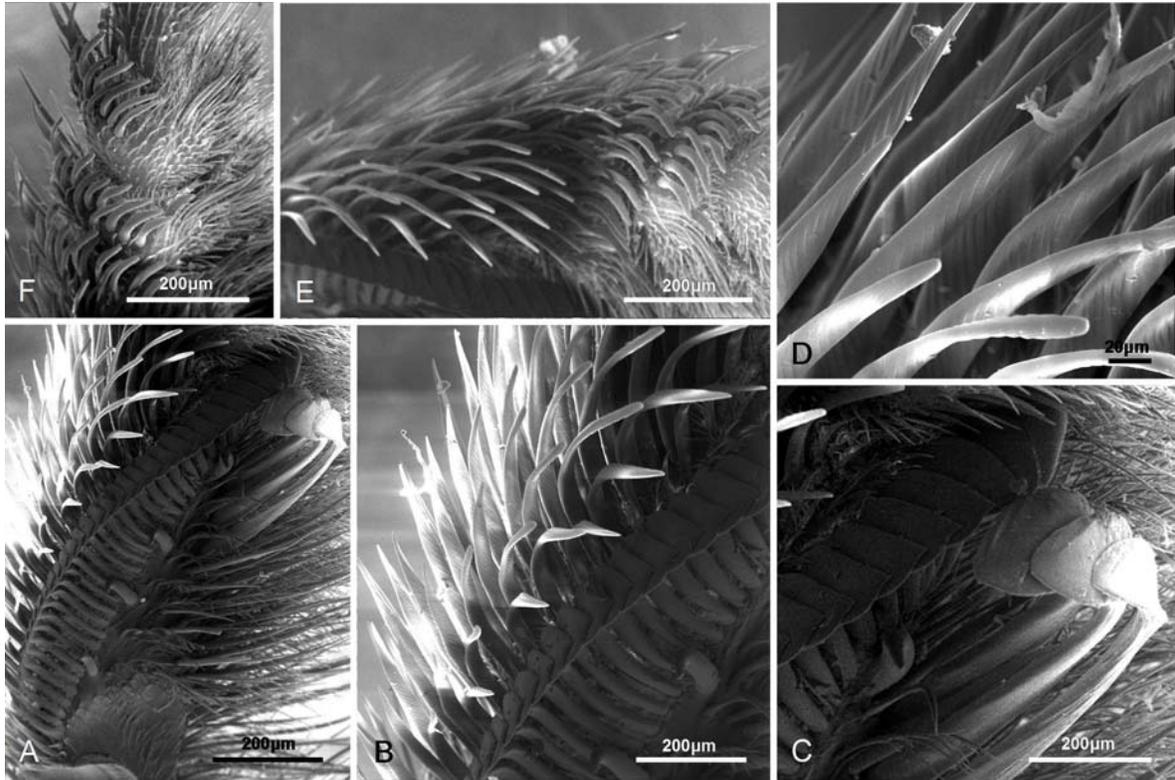


Figura 40. *Centris (P.) xanthomelaena*. Vista ventral da perna anterior esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas anteriores e cerdas do pente; C, detalhe dos ápices das cerdas do pente e das cerdas gigantes; D, detalhe das cerdas anteriores achatadas e estriadas; E, detalhe das cerdas apicais do basitarso; F, visão geral do mediotarso.

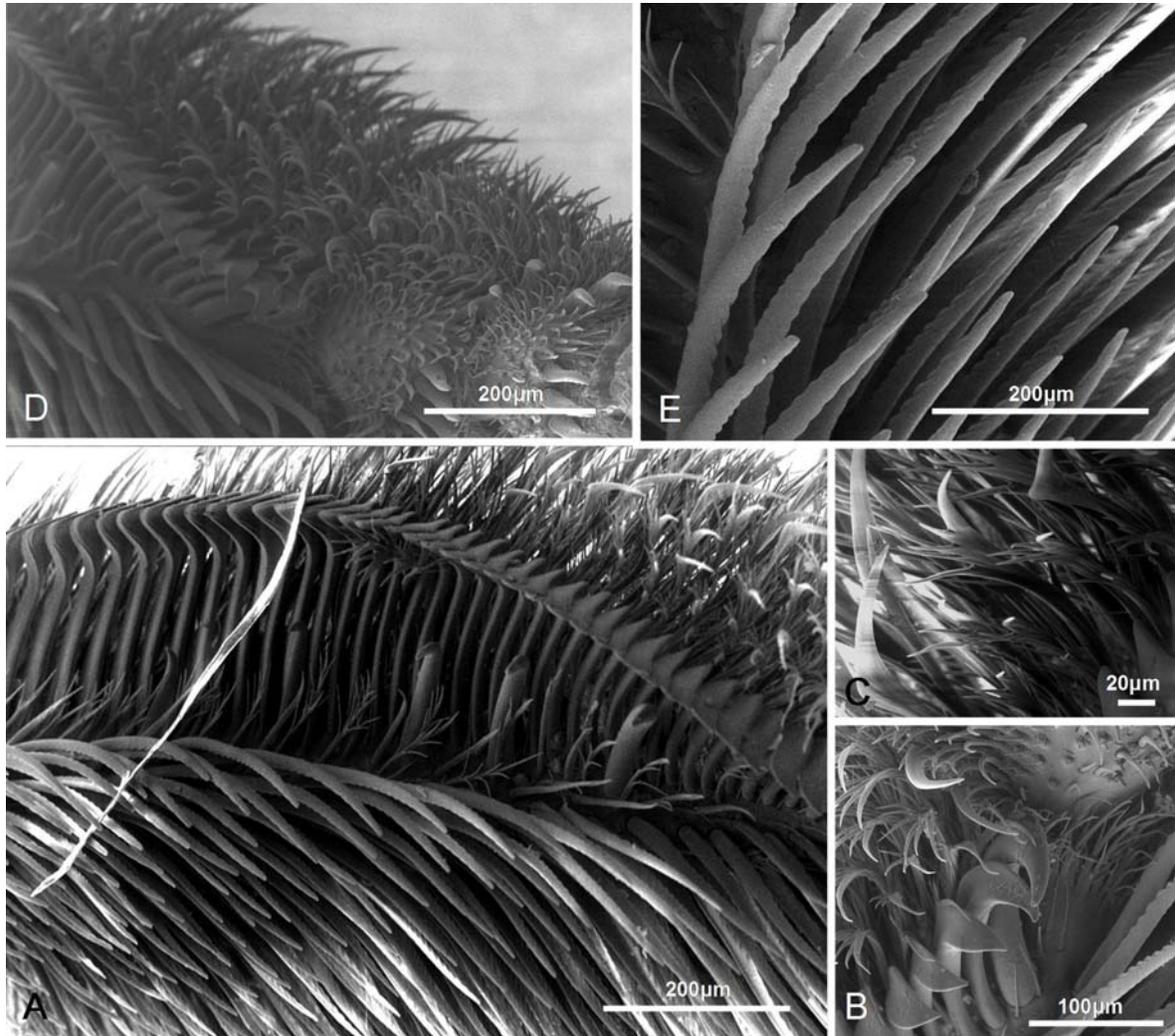


Figura 41. *Centris (P.) xanthomelaena*. Vista ventral da perna média esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe da última cerda distal mais grossa do pente médio; C, detalhe das cerdas anteriores com ápices curvados e ramificados; D, detalhe das cerdas apicais do basitarso; E, detalhe das cerdas posteriores estriadas.



Figura 42. *Centris (Penthemisia) mocsaryi*. A, pernas anterior (escala = 200 μ m); B, perna média (escala = 200 μ m).

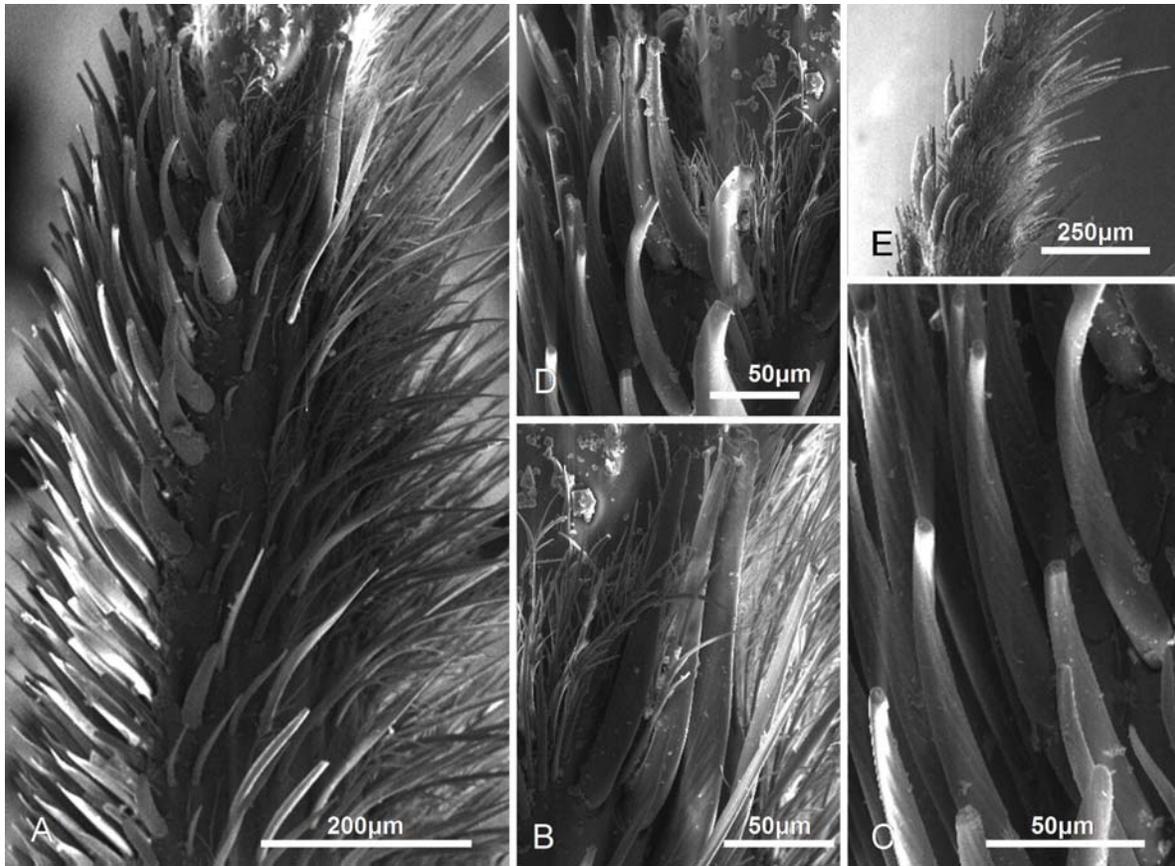


Figura 43. *Centris (P.) tamarugalis*. Vista ventral da perna anterior esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas gigantes vestigiais; C, detalhe das cerdas anteriores estriadas; D, detalhe da cerda apical grossa inserida atrás do pente anterior; E, visão geral mediotarso.

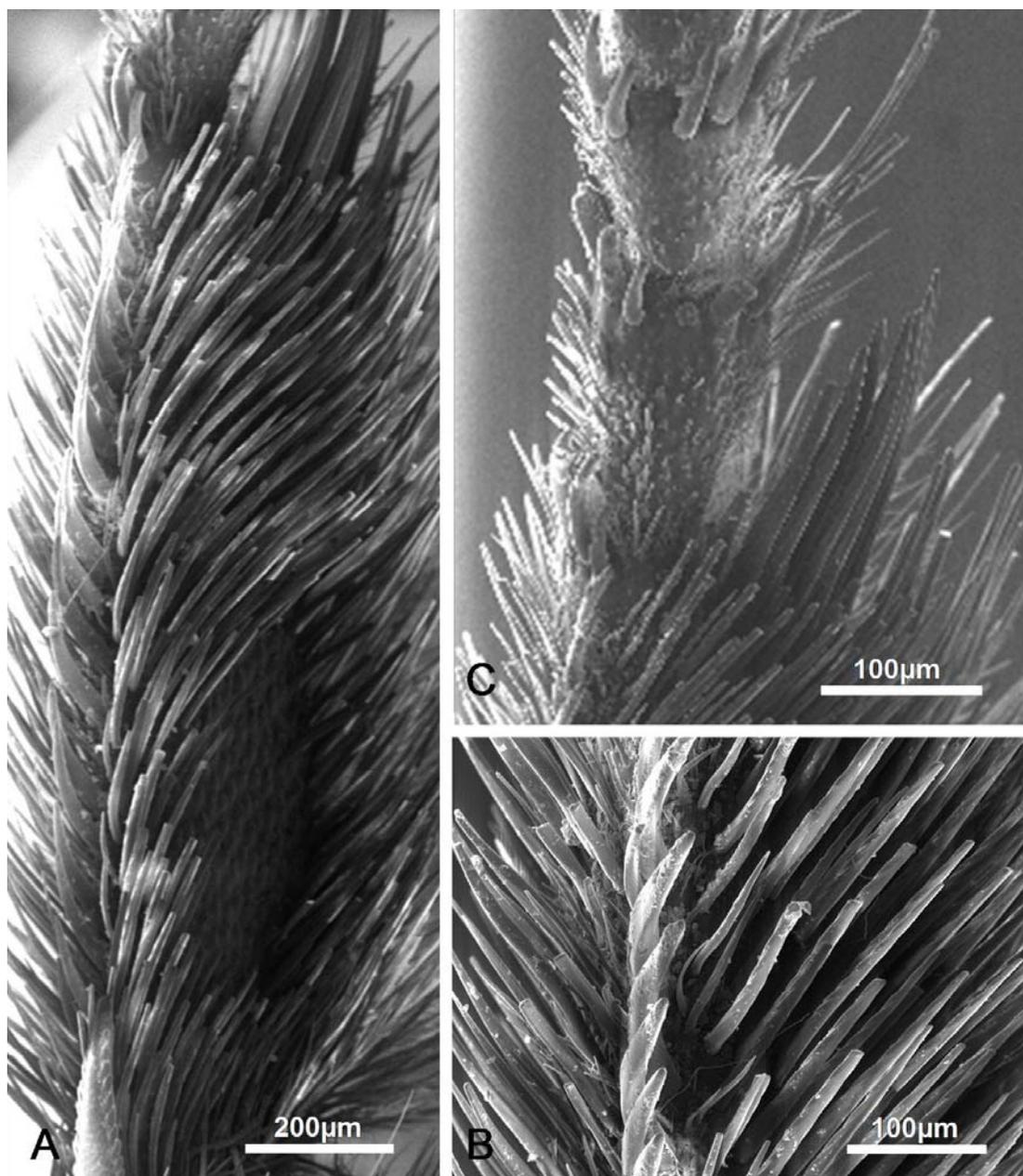


Figura 44. *Centris (P.) tamarugalis*. Vista ventral da perna média esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas afiladas e afastadas do pente médio e cerdas posteriores estriadas; C, detalhe das cerdas apicais grossas do basitarso.

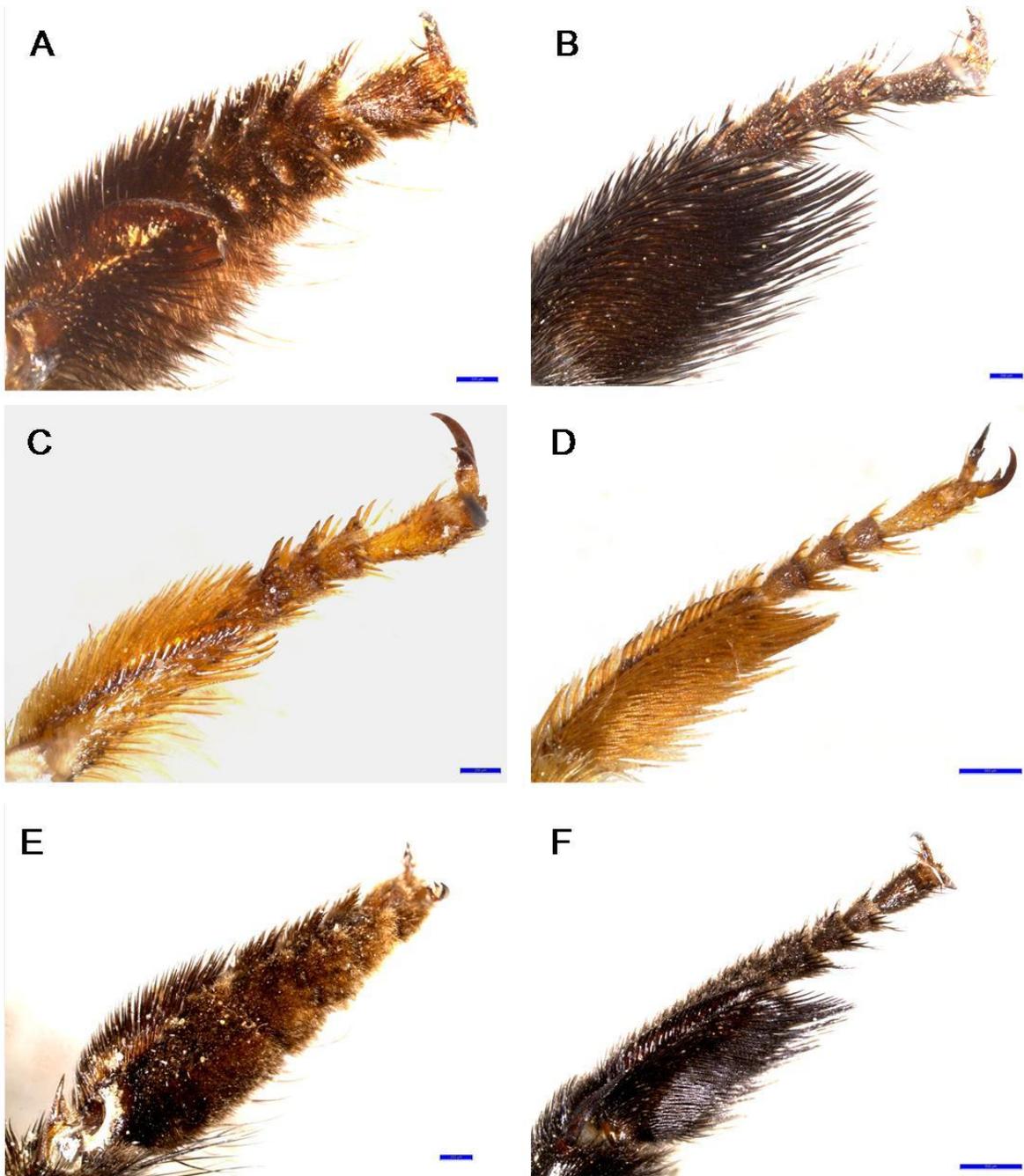


Figura 45. Pernas anteriores e médias das espécies examinadas do subgênero *Wagenknechtia*. A-B, *C. cineraria* (escala = 200µm e 200µm); C-D, *C. moldenkei* (escala = 200µm e 500µm); E-F, *C. vardyorum* (escala = 200µm e 500µm).

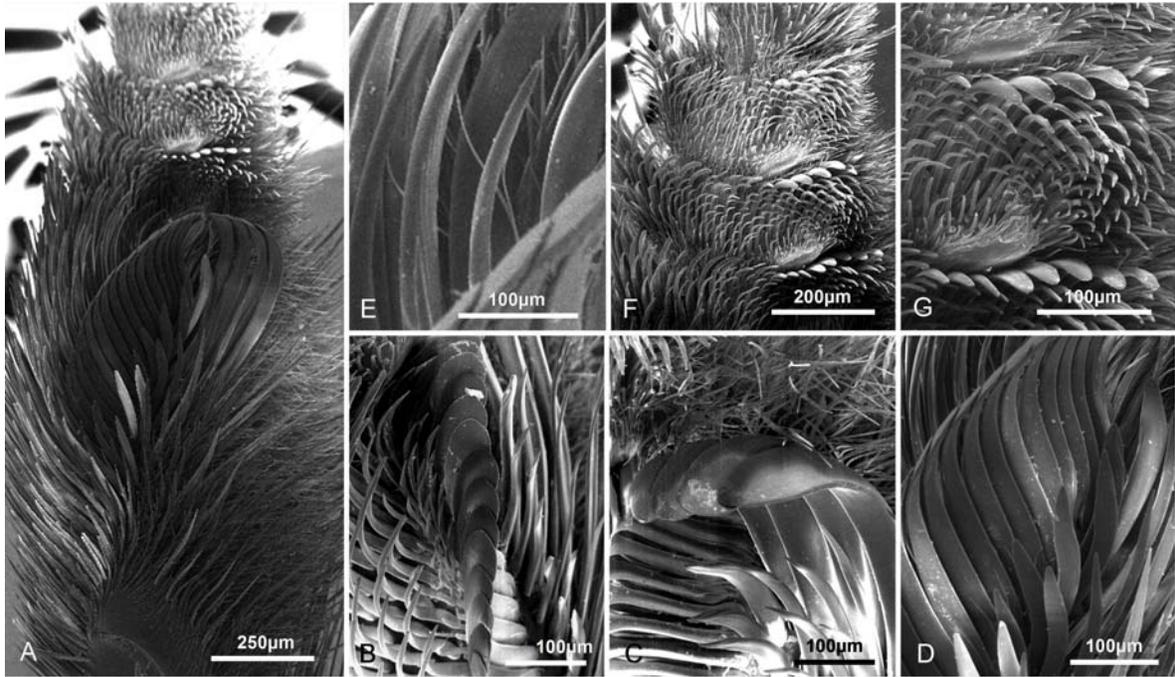


Figura 46. *Centris (W.) cineraria*. Vista ventral da perna anterior esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas arredondadas do pente anterior; C, detalhe das cerdas gigantes com ápices arredondados; D, detalhe das cerdas secundárias agrupadas; E, detalhe das cerdas anteriores estriadas; F, mediotarso coberto por tufos de pêlos; G, detalhe das cerdas apicais espatuladas e arredondadas do mediotarso.

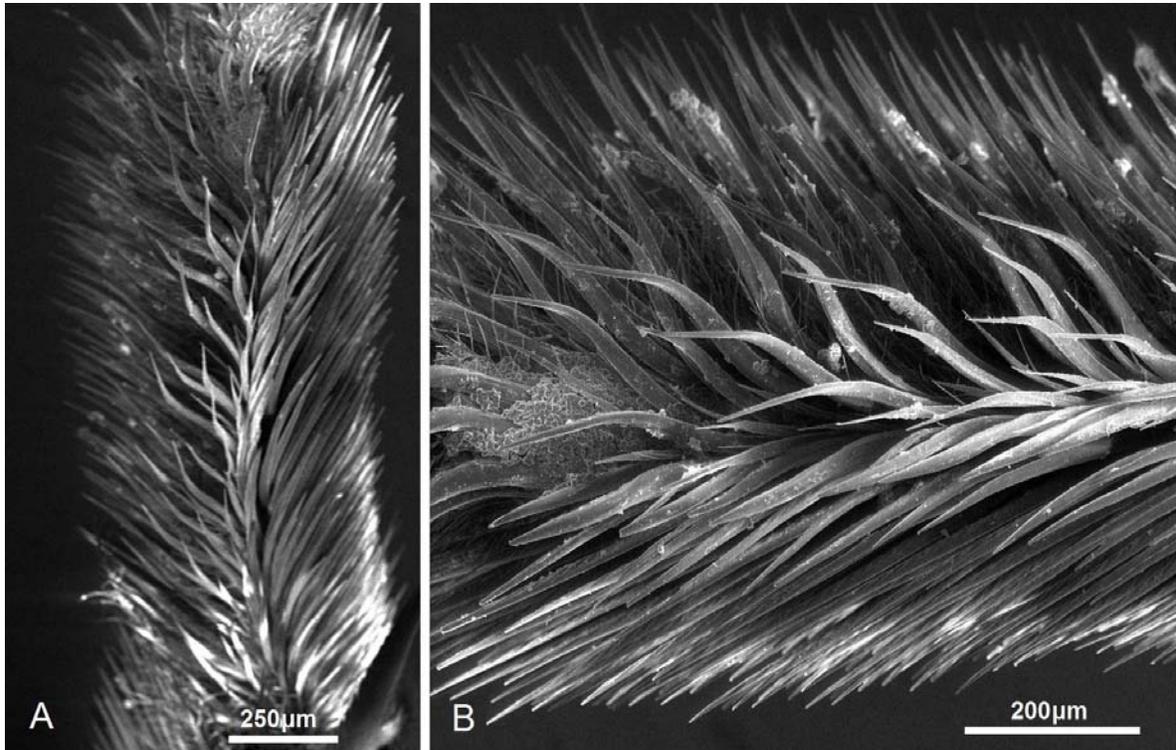


Figura 47. *Centris (W.) cineraria*. Vista ventral da perna média esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas anteriores e posteriores.

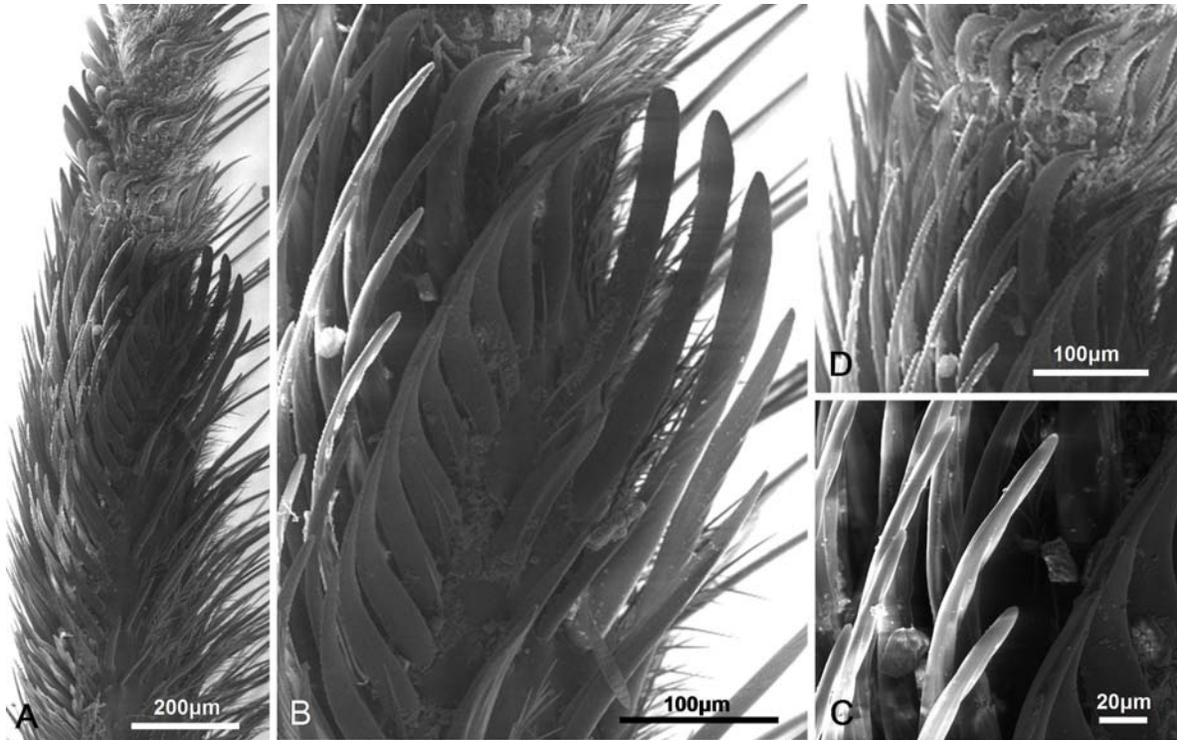


Figura 48. *Centris (W.) moldenkei*. Vista ventral da perna anterior esquerda: A, visão geral do basitarso e mediotarso; B, detalhe da porção distal do basitarso; C, detalhe das cerdas anteriores estriadas; D, detalhe das cerdas apicais grossas do basitarso.

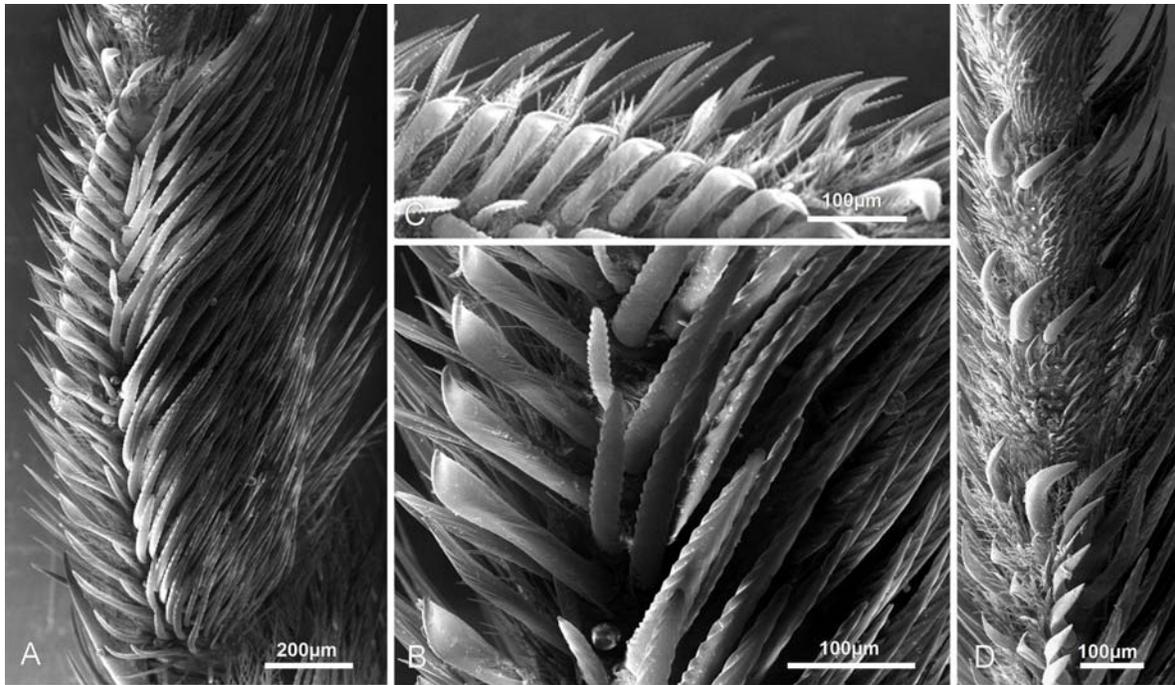


Figura 49. *Centris (W.) moldenkei*. Vista ventral da perna média esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe das cerdas afastadas do pente médio e das cerdas posteriores estriadas; C, detalhe das cerdas anteriores; D, detalhe da cerda apical grossa inserida atrás do pente médio.

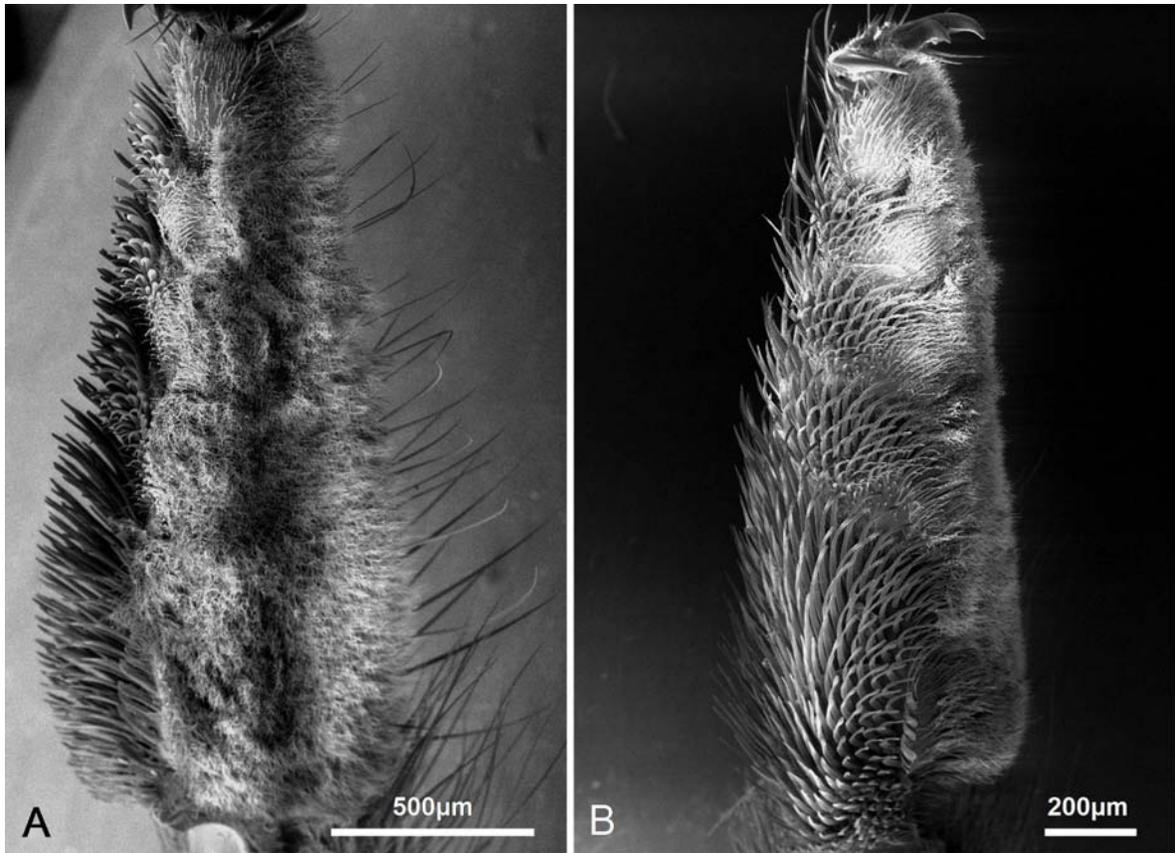


Figura 50. *Centris (W.) vadyorum*. Perna anterior esquerda: A, vista ventral; B, vista do lado anterior.

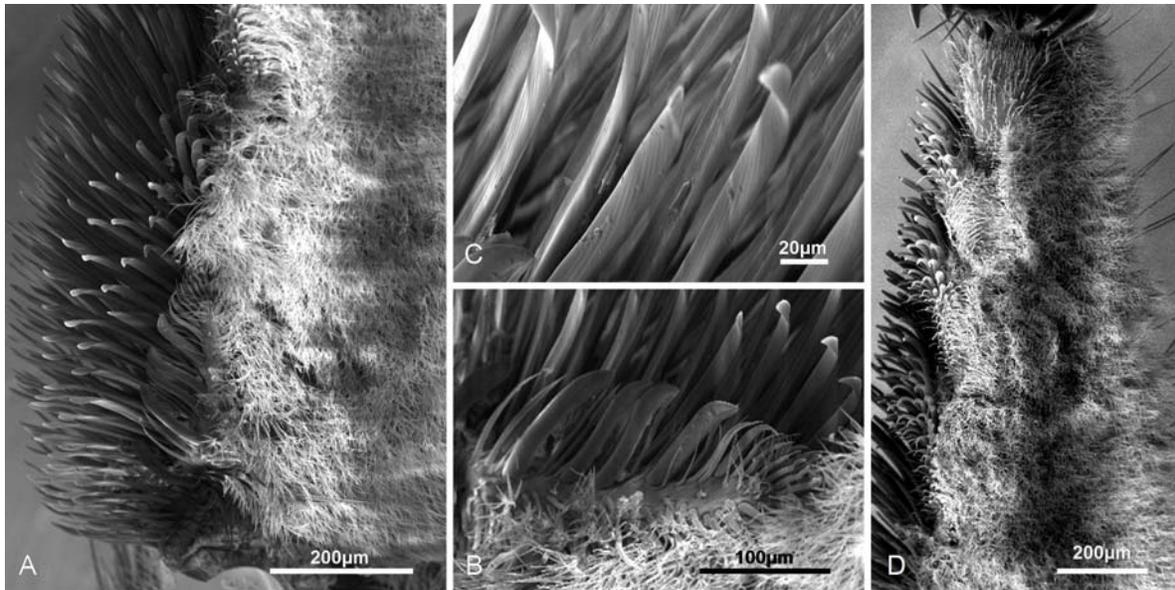


Figura 51. *Centris (W.) vardyorum*. Perna anterior esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe do pente vestigial; C, detalhe das cerdas anteriores da porção proximal do basitarso; D, visão geral do mediotarso.

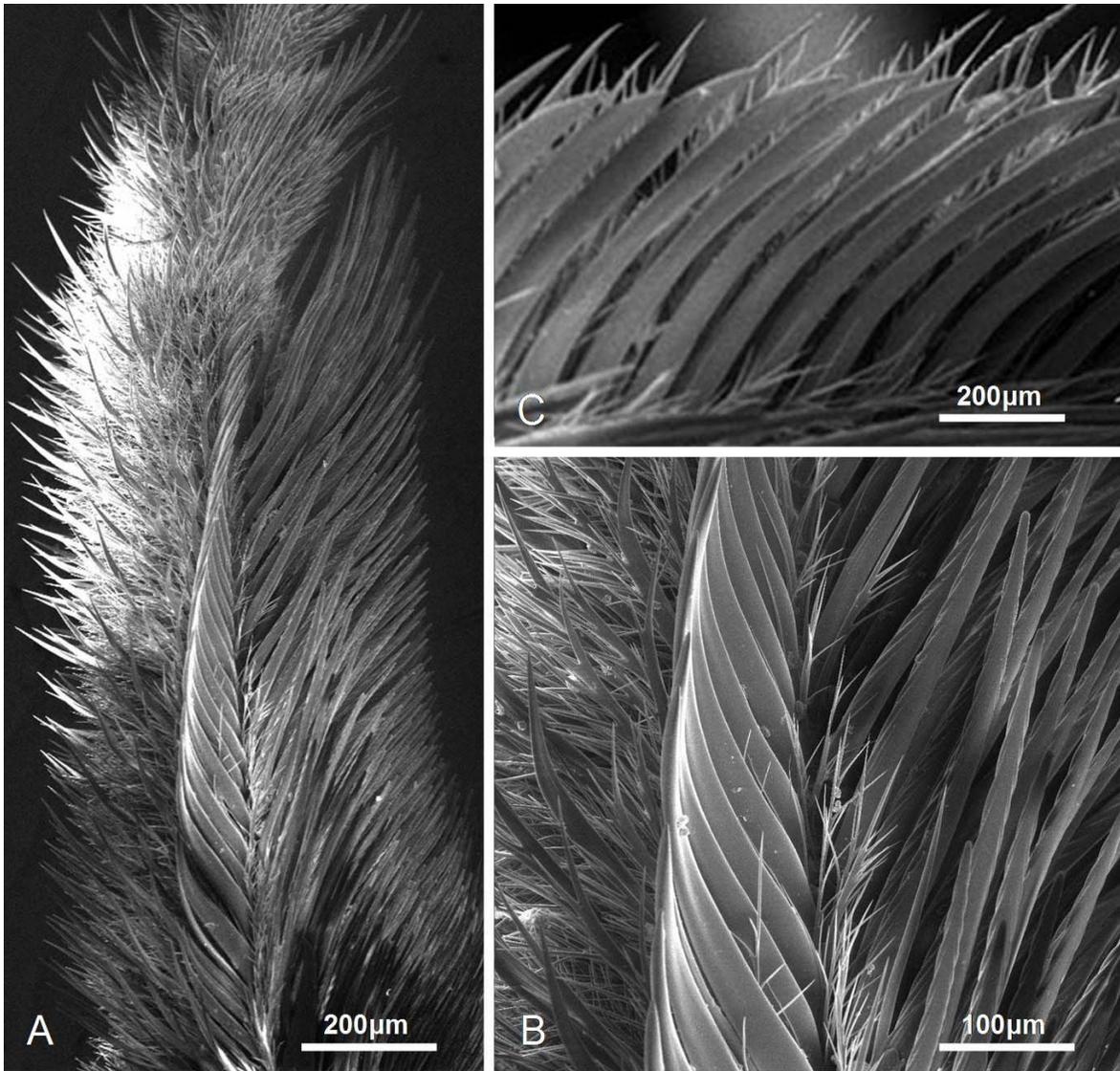


Figura 52. *Centris (W.) vardyorum*. Vista ventral da perna média esquerda: A, visão geral do basitarso; B, detalhe do pente anterior e das cerdas posteriores estriadas; C, detalhe das cerdas afastadas do pente.

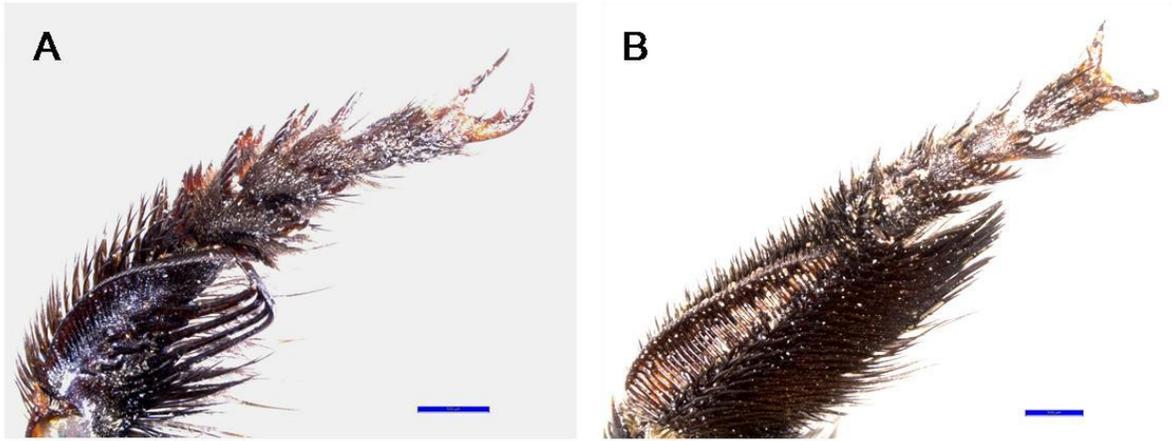


Figura 53. *Centris (Aphemisia) mocsaryi*. A, perna anterior (escala = 500 μ m); B, perna média (escala = 500 μ m).

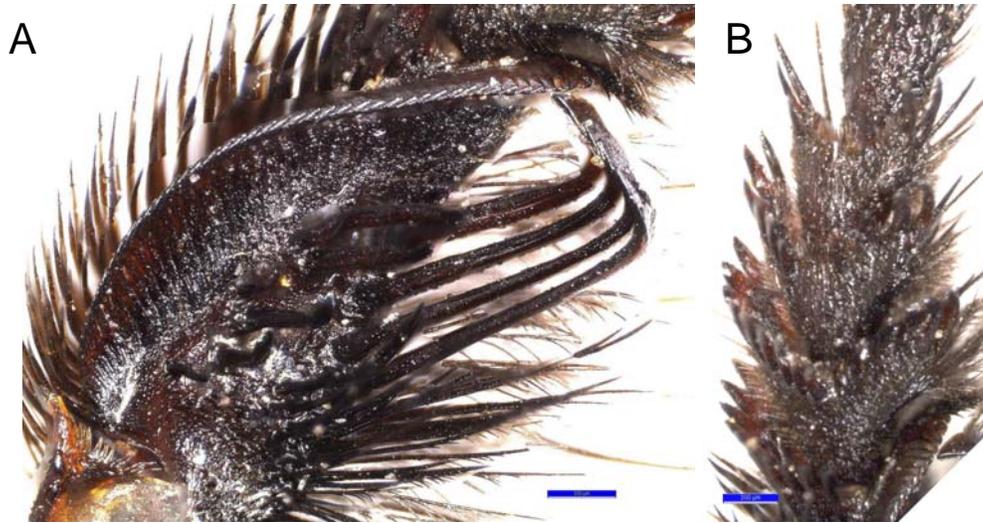


Figura 54. *Centris (A.) mocsaryi*. Vista ventral da perna anterior esquerda: A, visão geral do basitarso (escala = 200 μ m); B, visão geral do mediotarso (escala = 200 μ m).



Figura 55. Principais cerdas do basitarso anterior de *C. (A.) mocsaryi*. A, detalhe dos ápices triangulares das cerdas do pente anterior; B, detalhe das cerdas gigantes; C, detalhe das cerdas secundárias agrupadas (os contornos das cerdas foram enfatizados para melhor visualização); D, detalhe das cerdas anteriores e cerdas apicais do basitarso e mediotarso.

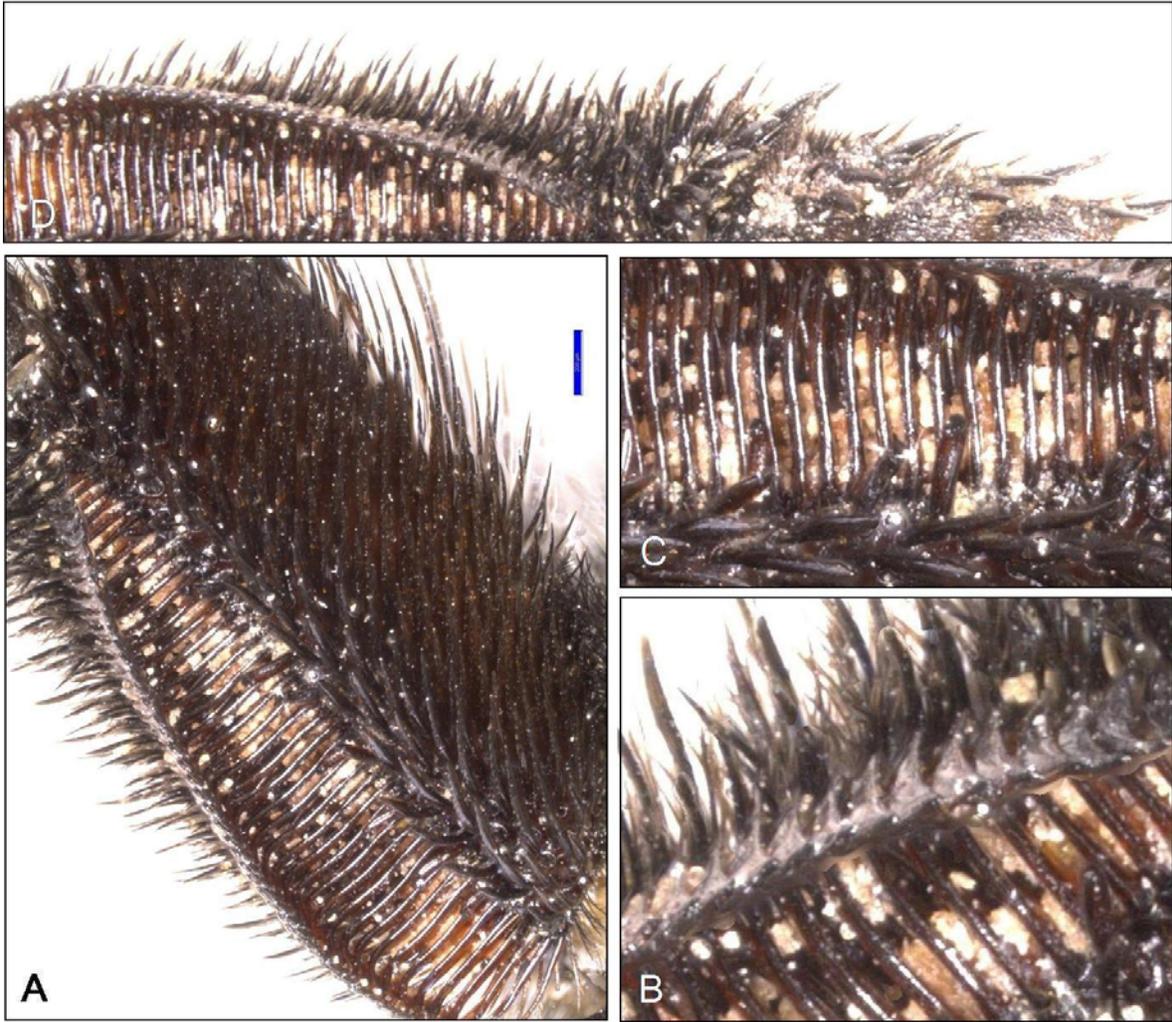


Figura 56. *Centris (A.) mocsaryi*. Vista ventral da perna média esquerda: A, visão geral do basitarso médio (escala = 200µm); B, detalhe das cerdas do pente médio; C, detalhe das cerdas secundárias; D, detalhe das cerdas anteriores.

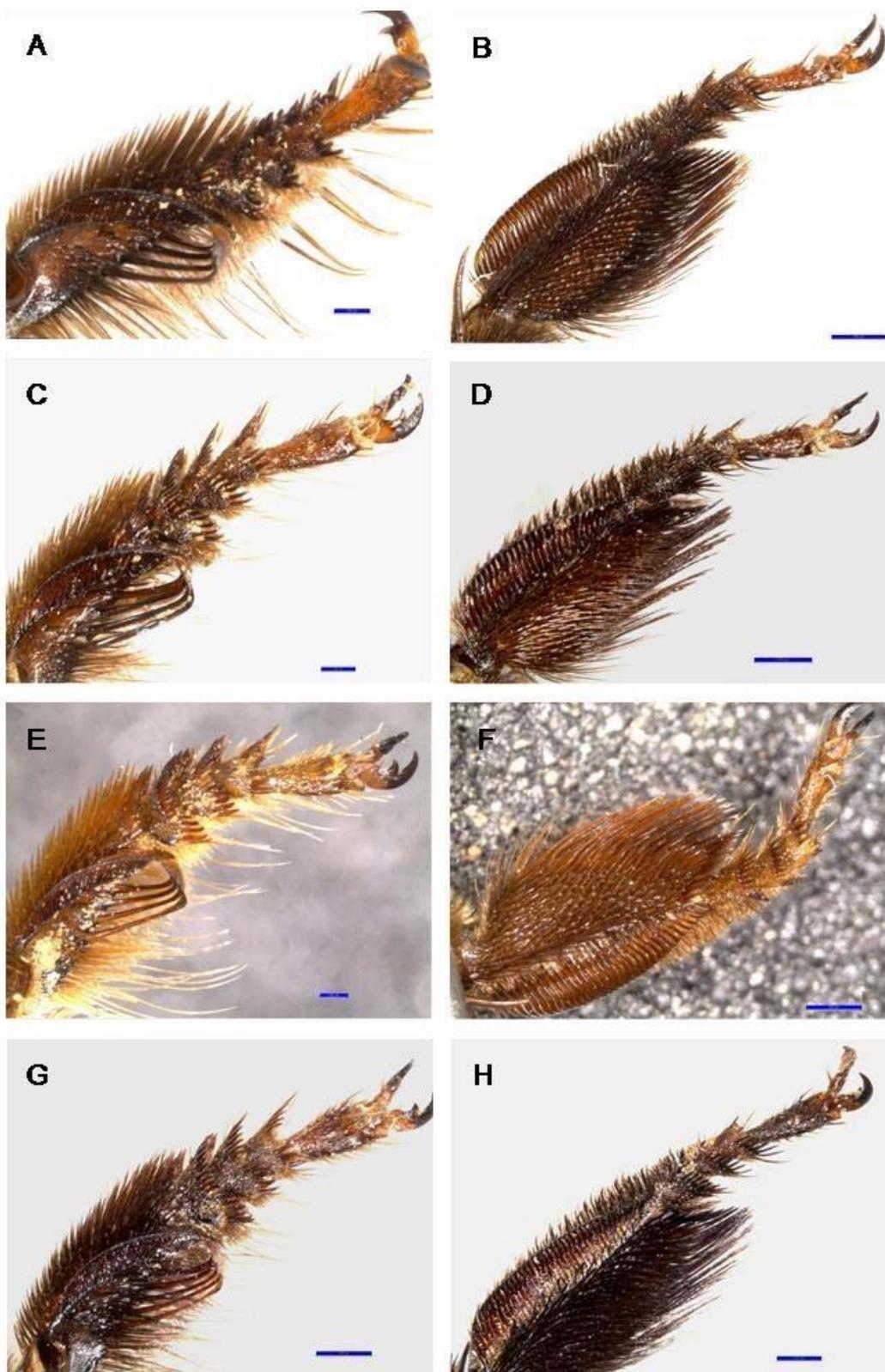


Figura 57. Pernas anteriores e médias das espécies examinadas do subgênero *Centris*. A-B, *C. aenea* (escala = 200µm e 500µm); C-D, *C. caxiensis* (escala = 200µm e 500µm); E-F, *C. decolorata* (escala = 200µm e 500µm); G-H, *C. flavifrons* (escala = 500µm e 500µm).

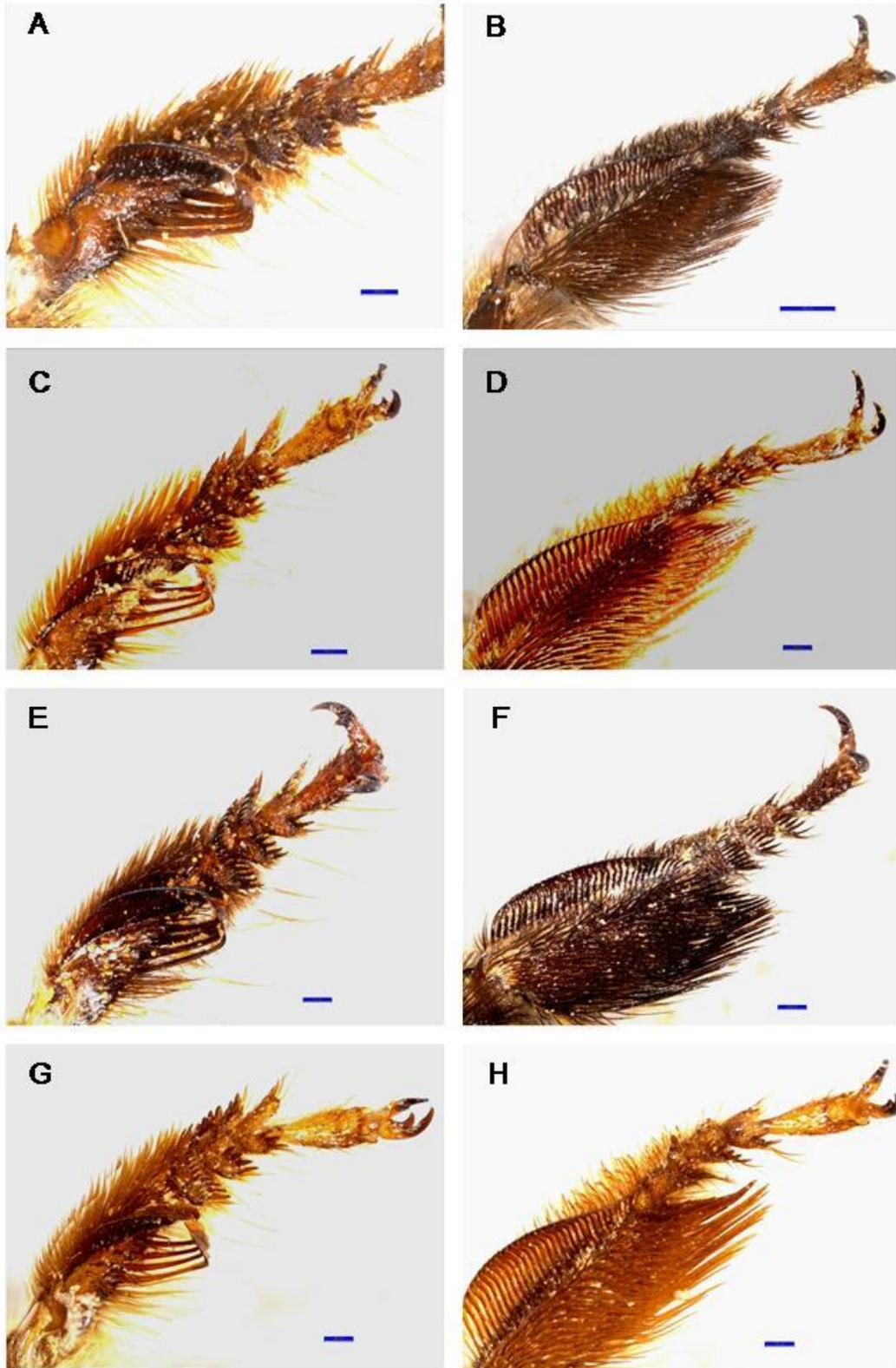


Figura 58. Pernas anteriores e médias das espécies examinadas do subgênero *Centris*. A-B, *C. nitens* (escala = 200µm e 500µm); C-D, *C. spilopoda* (escala = 200µm e 500µm); E-F, *C. tenuicincta* (escala = 200µm e 200µm); G-H, *C. varia* (escala = 200µm e 200µm).



Figura 59. *Centris s. str.* Vista ventral da perna anterior esquerda: A, visão geral do basitarso (*C. aenea*, escala = 100µm); B, visão geral do mediotarso (*C. tenuicincta*, escala = 200µm).

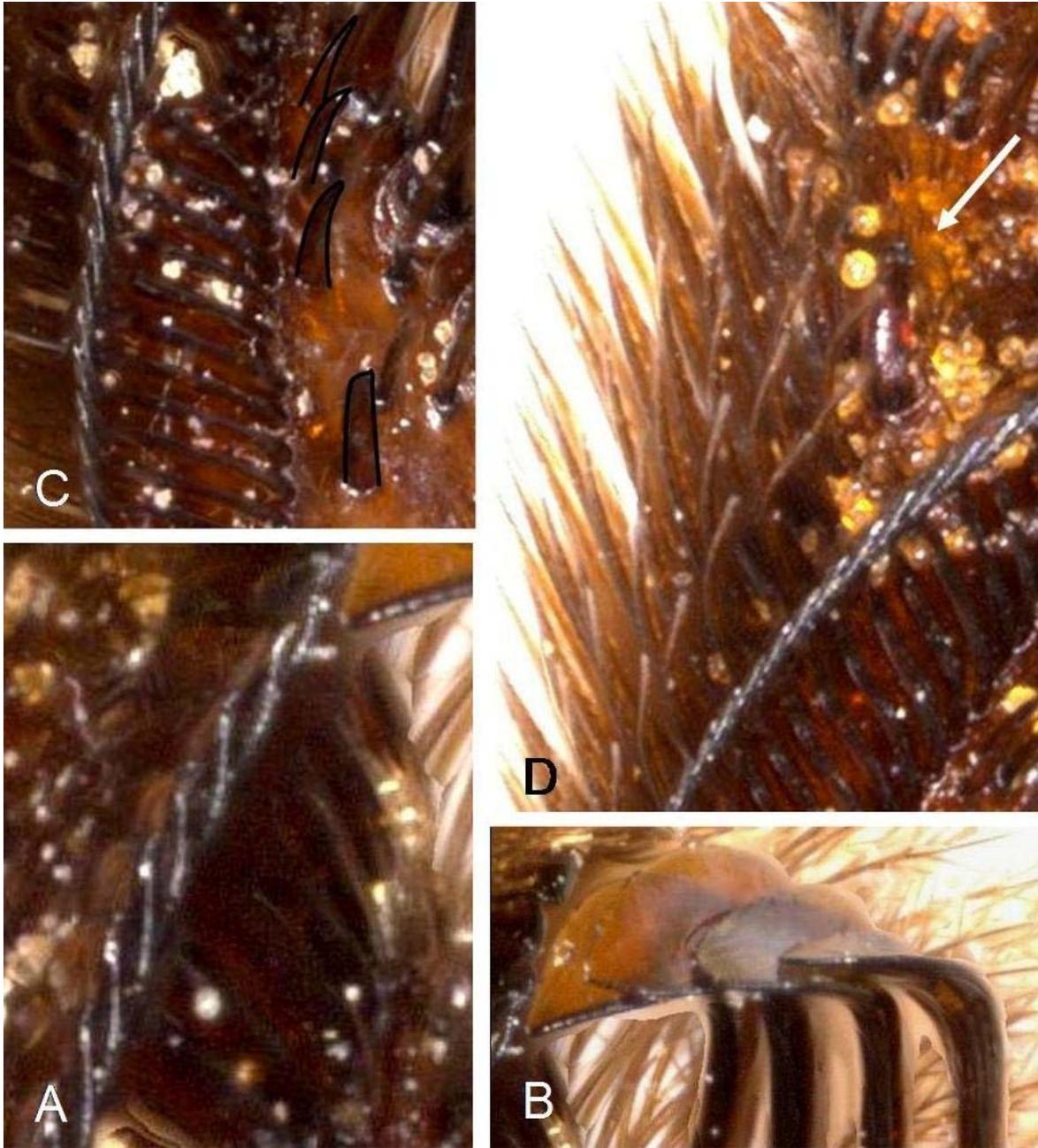


Figura 60. Principais cerdas do basitarso anterior de *Centris s.str.* A, detalhe das cerdas do pente anterior (*C. aenea*); B, detalhe dos ápices das cerdas gigantes (*C. aenea*); C, detalhe das cerdas secundárias (*C. aenea*, os contornos das cerdas foram enfatizados para melhor visualização); D, detalhe das cerdas anteriores e cerda apical inserida atrás do pente anterior (*C. tenuicincta*).

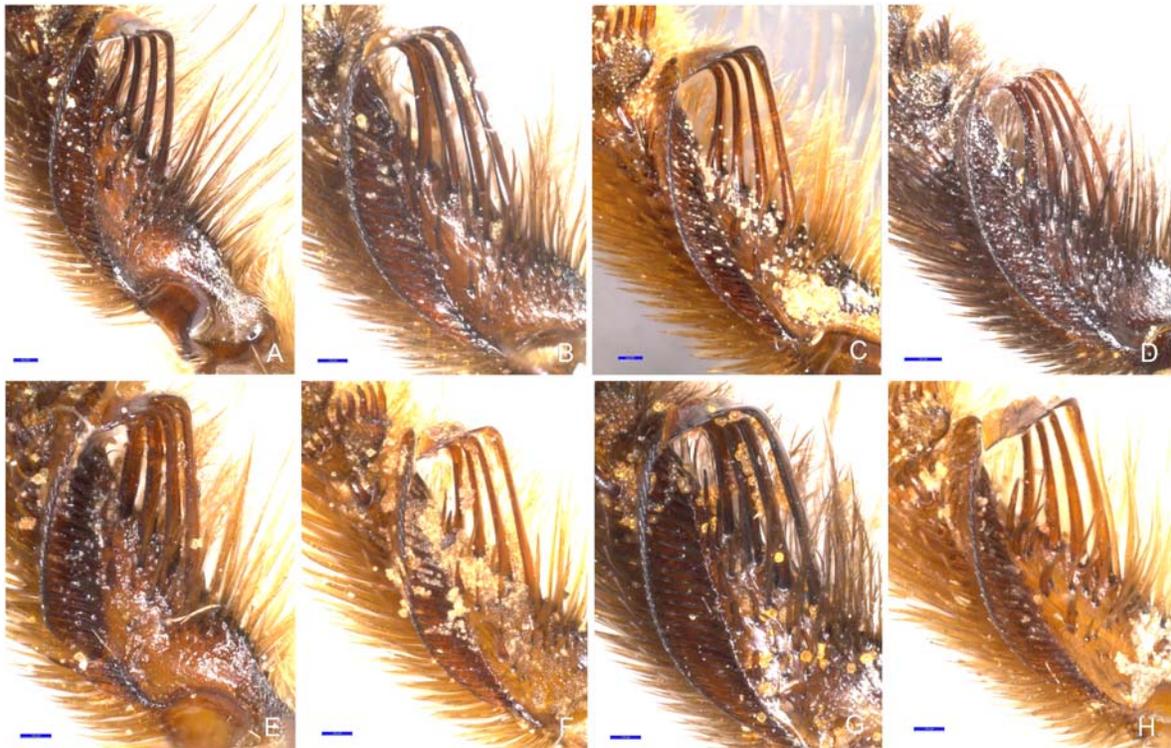


Figura 61. Vista ventral dos basitarsos anteriores esquerdos das espécies examinadas de *Centris s. str.* A, *C. aenea* (escala = 100 μ m); B, *C. caxienseis* (escala = 100 μ m); C, *C. decolorata* (escala = 100 μ m); D, *C. flavifrons* (escala = 200 μ m); E, *C. nitens* (escala = 100 μ m); F, *C. spilopoda* (escala = 100 μ m); G, *C. tenuicincta* (escala = 100 μ m); H, *C. varia* (escala = 100 μ m).



Figura 62. Vista ventral dos mediotarsos anteriores esquerdos das espécies de *Centris s. str.* A, *C. aenea* (escala = 100 μ m); B, *C. caxienseis* (escala = 200 μ m); C, *C. decolorata* (escala = 200 μ m); D, *C. flavifrons* (escala = 500 μ m); E, *C. nitens* (escala = 200 μ m); F, *C. spilopoda* (escala = 200 μ m); G, *C. tenuicincta* (escala = 200 μ m); H, *C. varia* (escala = 200 μ m).

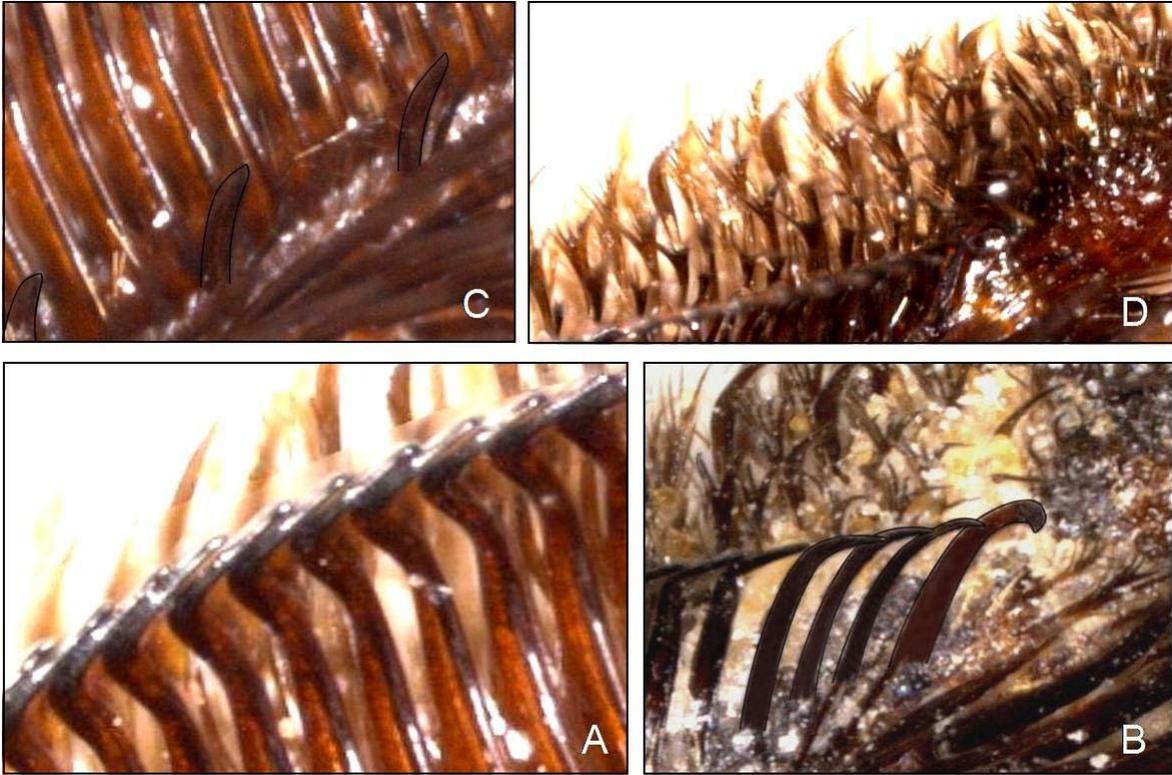


Figura 63. Principais cerdas do basitarso médio de *Centris s. str.* A, detalhe das cerdas do pente médio (*C. spilopoda*); B, detalhe da última cerda distal mais grossa do pente médio (*C. tenuicincta*); C, detalhe das cerdas secundárias (*C. aenea*); D, detalhe das cerda anteriores (*C. aenea*). (em B e C os contornos das cerdas foram enfatizados para melhor visualização)

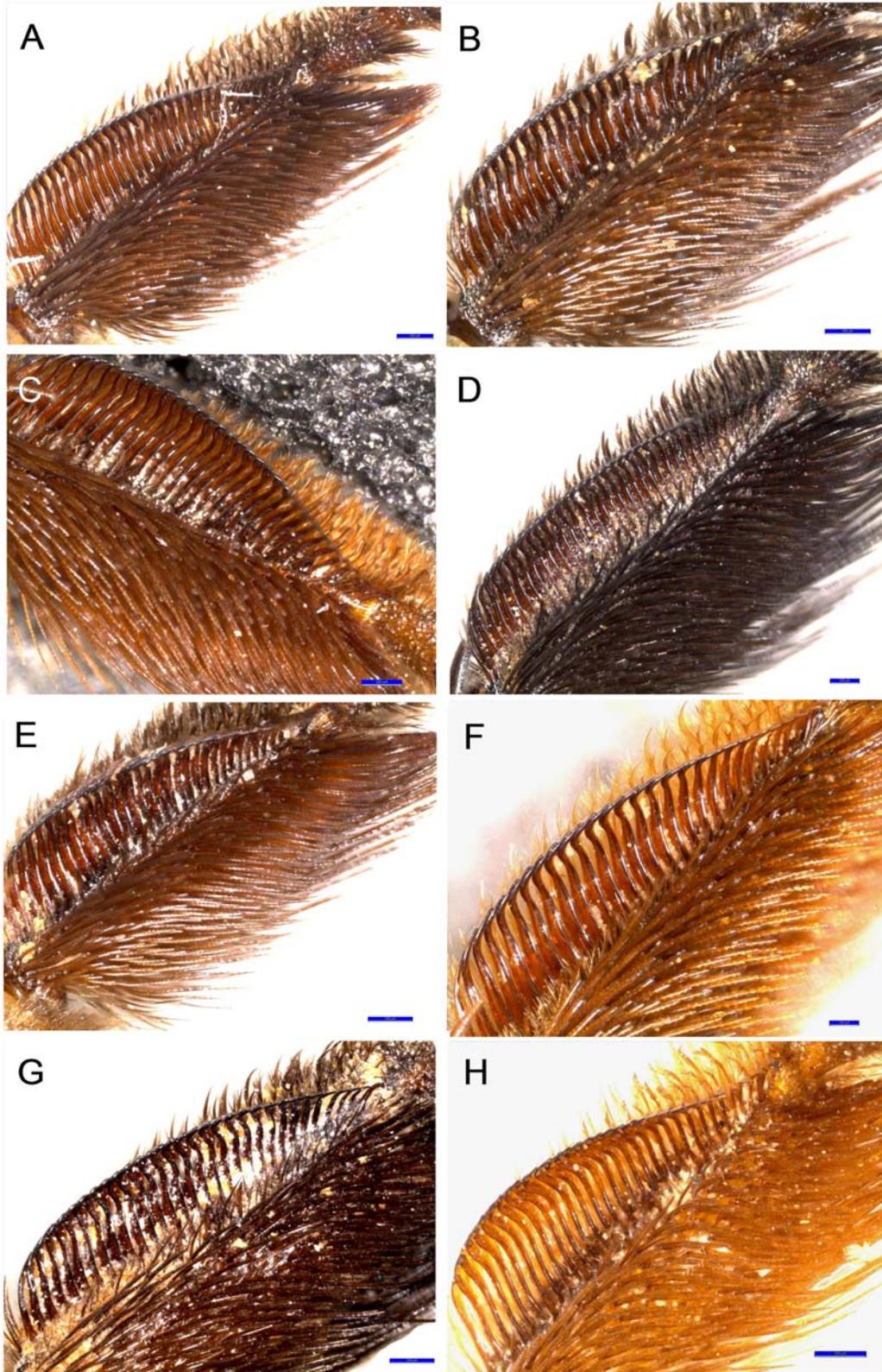


Figura 64. Vista ventral dos basitarsos médios esquerdos das espécies de *Centris s. str.*: A, *C. aenea* (escala = 200µm); B, *C. caxienseis* (escala = 200µm); C, *C. decolorata* (escala = 200µm); D, *C. flavifrons* (escala = 200µm); E, *C. nitens* (escala = 200µm); F, *C. spilopoda* (escala = 100µm); G, *C. tenuicincta* (escala = 200µm); H, *C. varia* (escala = 200µm).

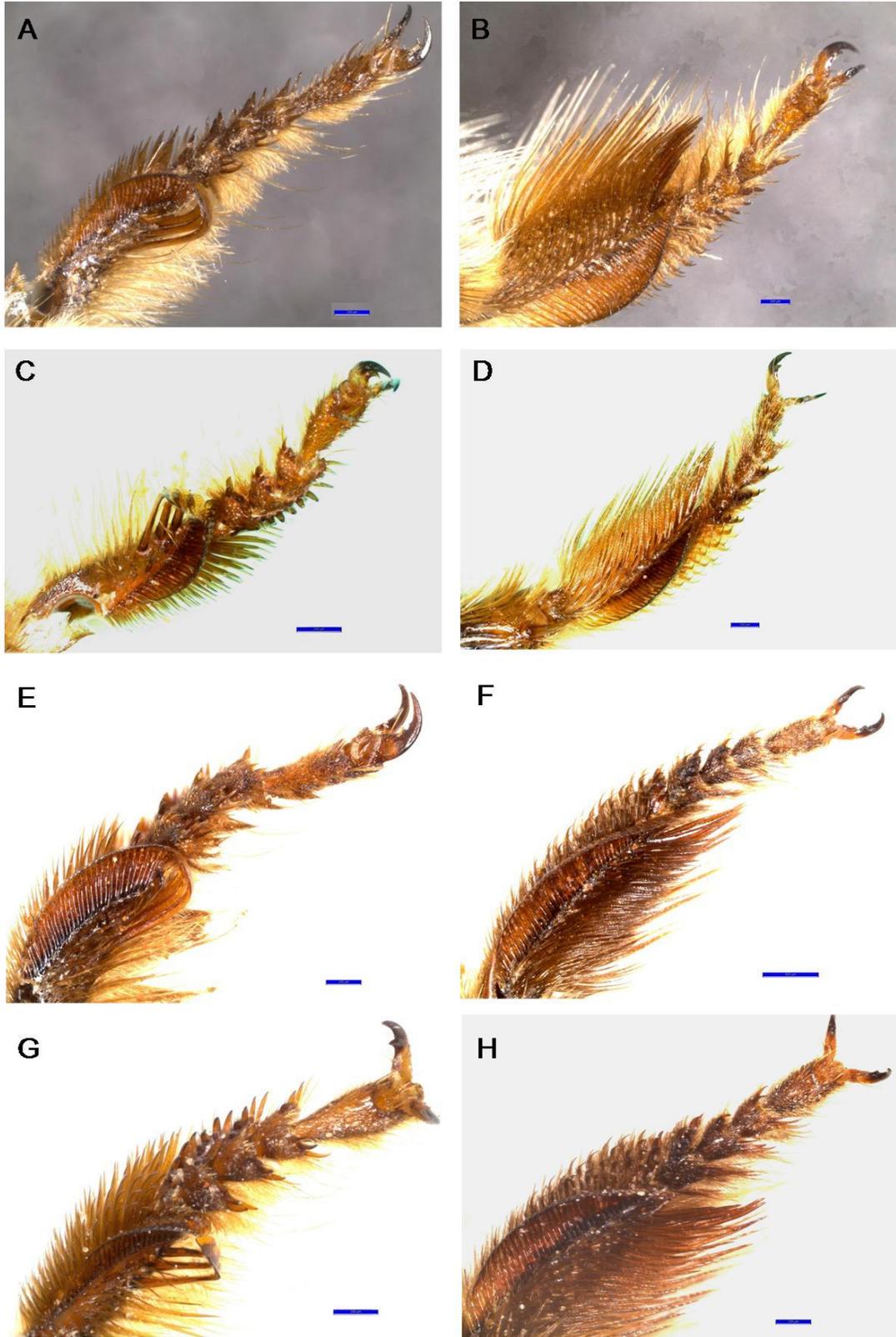


Figura 65. Pernas anteriores e médias das espécies examinadas do subgênero *Hemisiella*. A-B, *C. tarsata* (escala = 200µm e 200µm); C-D, *C. trigonoides* (escala = 200µm e 200µm); E-F, *C. vittata* (escala = 200µm e 500µm); G-H, *C. vulpecula* (escala = 200µm e 200µm).

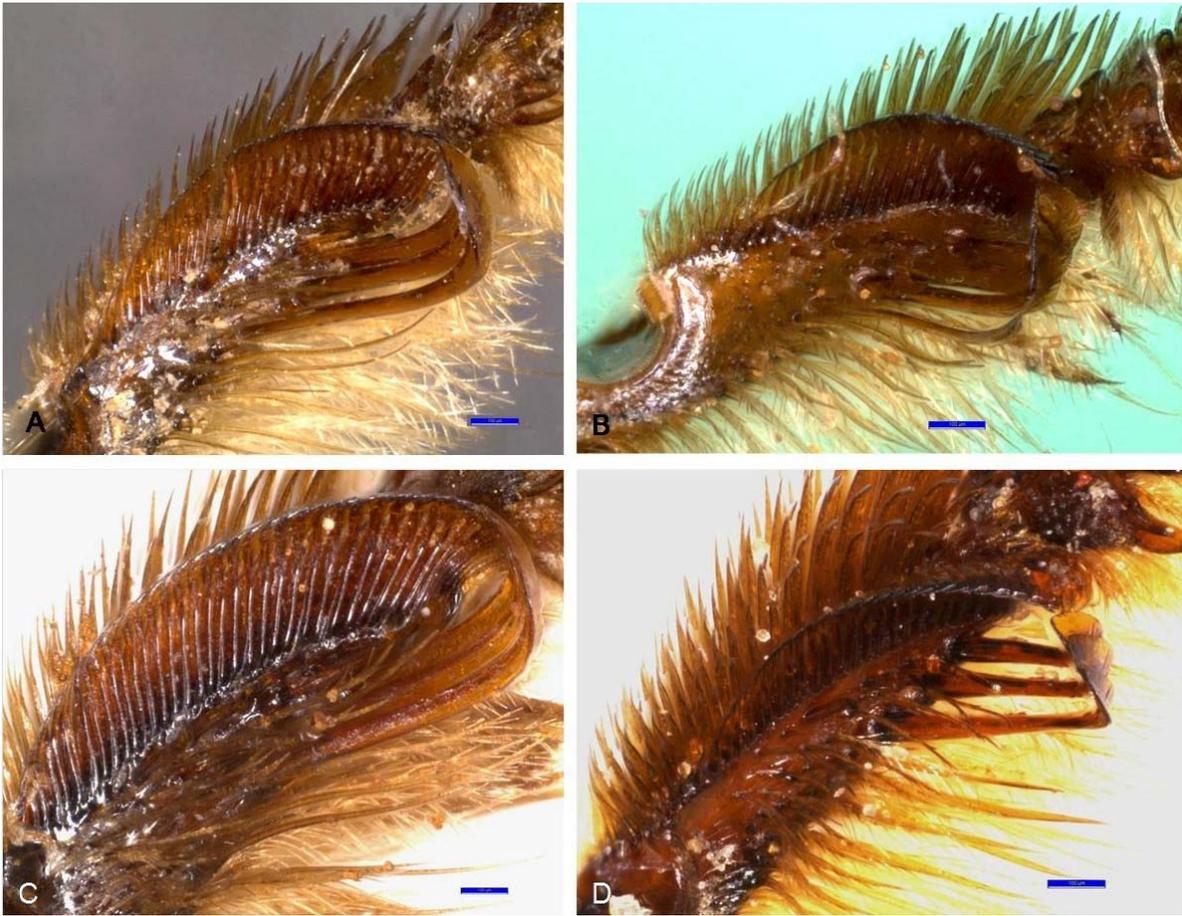


Figura 66. Vista ventral dos basitarsos anteriores esquerdos de *Hemisiella*. A, *C. tarsata* (escala = 100 μ m); B, *C. trigonoides* (escala = 100 μ m); C, *C. vittata* (escala = 100 μ m); D, *C. vulpecula* (escala = 100 μ m).

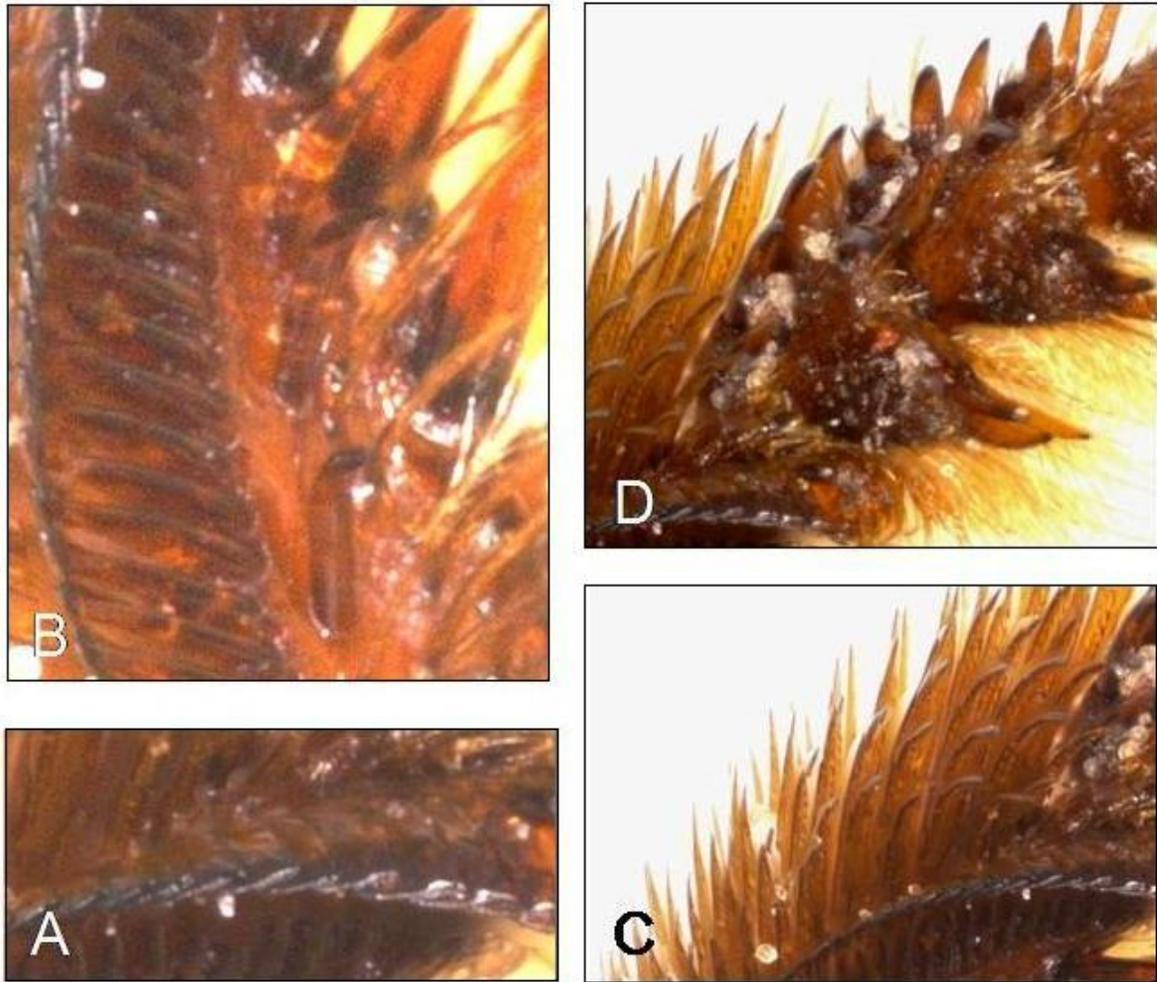


Figura 67. Principais cerdas do basitarso anterior de *Hemisiella*. A, detalhe das cerdas do pente anterior; B, detalhe das cerdas secundárias; C, detalhe das cerdas anteriores; D, detalhe das cerdas apicais do basitarso e mediotarso. (imagens de *C. vulpecula*)



Figura 68. Cerdas gigantes das espécies de *Hemisiella*. A, *C. tarsata*; B, *C. trigonoides*; C, *C. vittata*; D, *C. vulpecula*.



Figura 69. Vista ventral dos mediotarsos anterior esquerdos. A, *C. tarsata* (escala = 200 μ m) ; B, *C. trigonoides* (escala = 200 μ m); C, *C. vittata* (escala = 200 μ m); D, *C. vulpecula* (escala = 100 μ m).

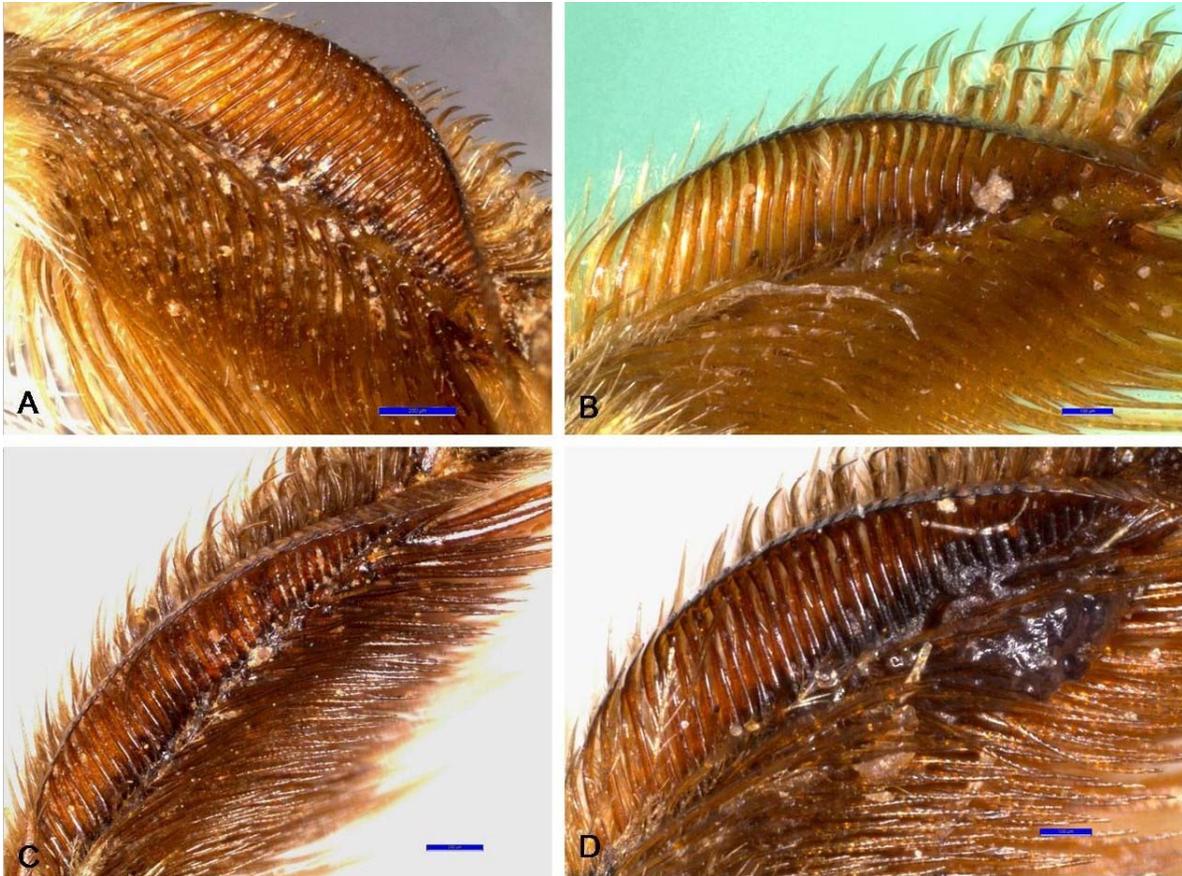


Figura 70. Vista ventral dos basitarsos médios esquerdos de *Hemisiella*. A, *C. tarsata* (escala = 200µm); B, *C. trigonoides* (escala = 100µm); C, *C. vittata* (escala = 200µm); D, *C. vulpecula* (escala = 100µm).

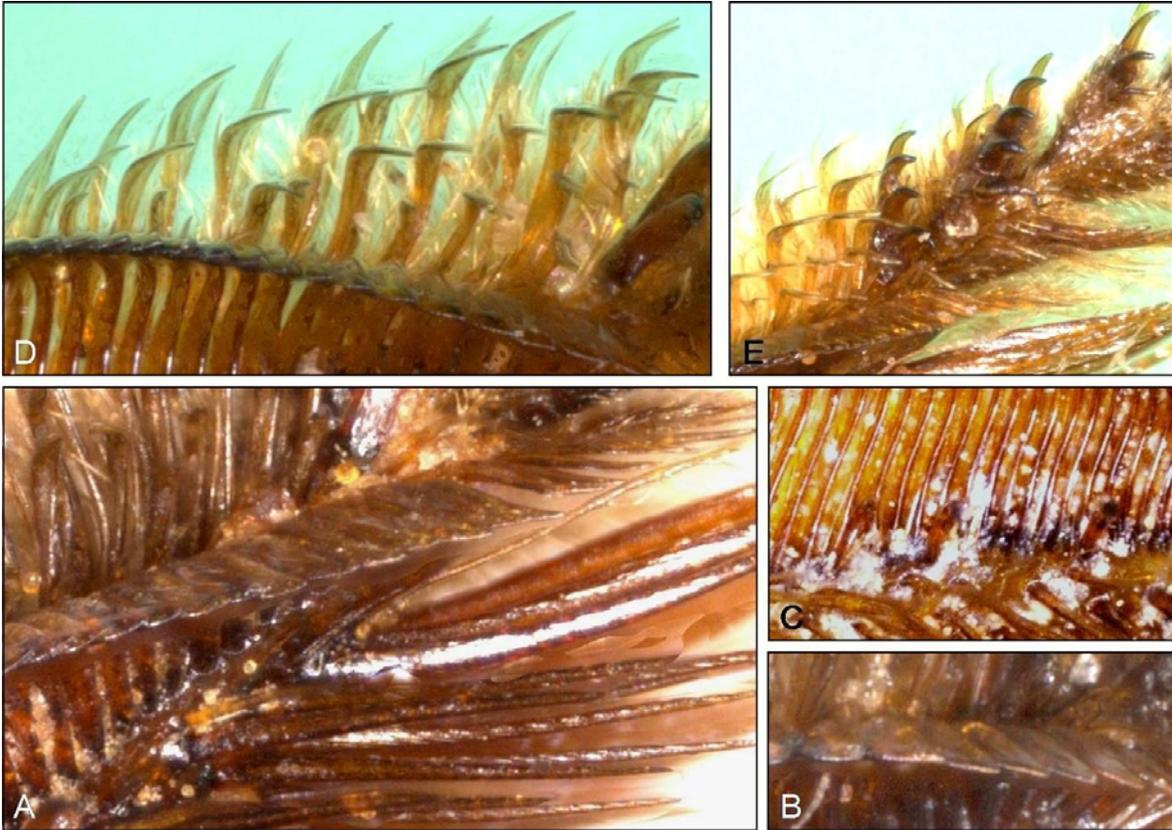


Figura 71. Principais cerdas do basitarso médio de *Hemisiella*. A, detalhe das cerdas distais do pente médio (*C. vittata*); B, detalhe das cerdas do pente médio (*C. vittata*); C, detalhe das cerdas secundárias (*C. tarsata*); D, detalhe das cerdas anteriores (*C. trigonoides*); E, detalhe das cerdas apicais grossas, similares às cerdas apicais do mediotarso (*C. trigonoides*).

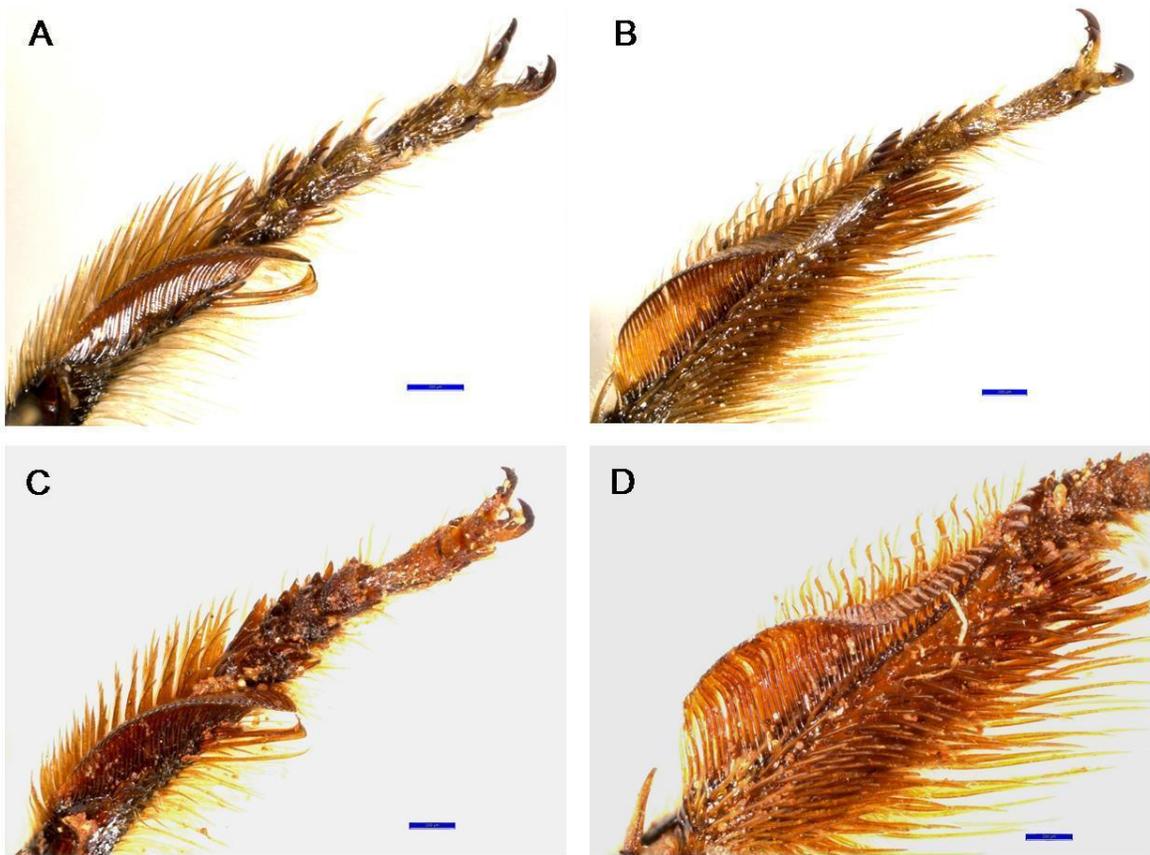


Figura 72. Pernas anteriores e médias das espécies examinadas do subgênero *Heterocentris*. A-B, *C. analis*; C-D, *C. terminata*. (escala = 200 μ m)



Figura 73. Vista ventral dos basitarsos anteriores esquerdos de *Heterocentris*. A, *C. analis* (escala = 100 μ m); B, *C. terminata* (escala = 100 μ m).

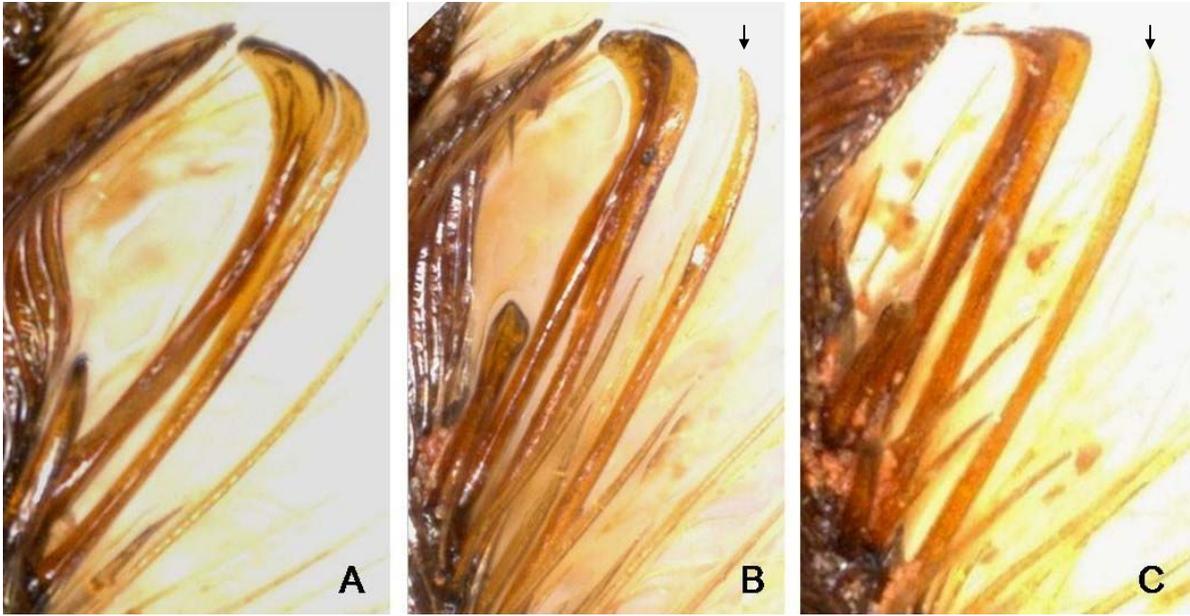


Figura 74. Detalhe das cerdas gigantes de *Heterocentris*. A, *C. analis*; B e C, *C. terminata* (terceira cerda vestigial ao lado das demais).



Figura 75. Principais cerdas do basitarso anterior de *Heterocentris*. A, detalhe das cerdas secundárias (*C. analis*); B, detalhe das cerdas anteriores (*C. analis*); C, detalhe das cerdas apicais grossas do basitarso e mediotarso (*C. terminata*).

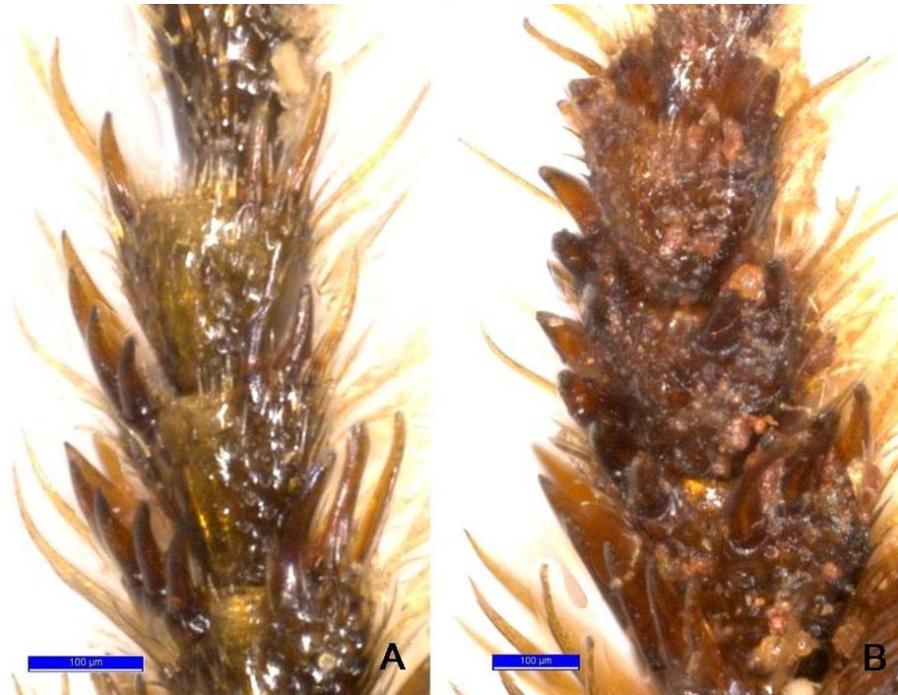


Figura 76. Vista ventral dos mediotarsos anteriores esquerdos de *Heterocentris*. A, *C. analis* (escala = 100µm); B, *C. terminata* (escala = 100µm).

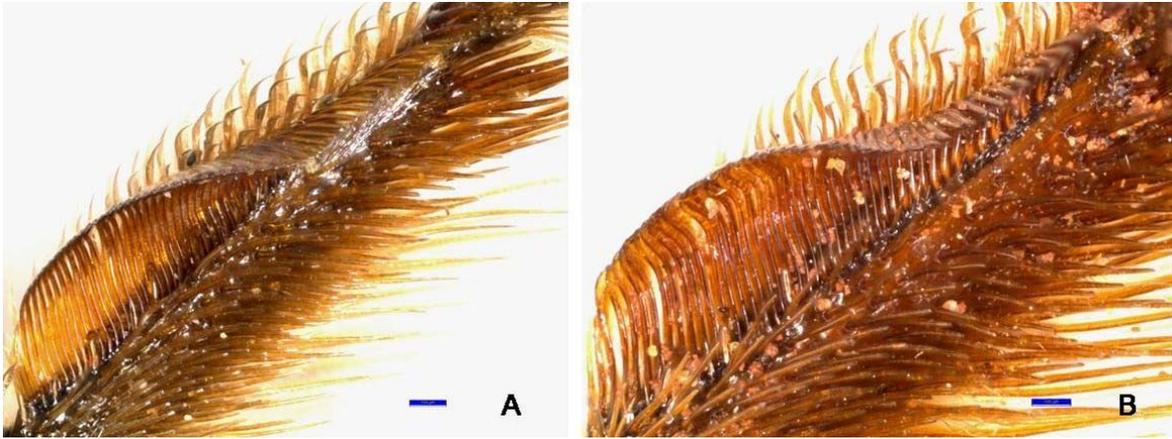


Figura 77. Vista ventral dos basitarsos médios esquerdos de *Heterocentris*. A, *C. analis* (escala = 100 μ m); B, *C. terminata* (escala = 100 μ m).

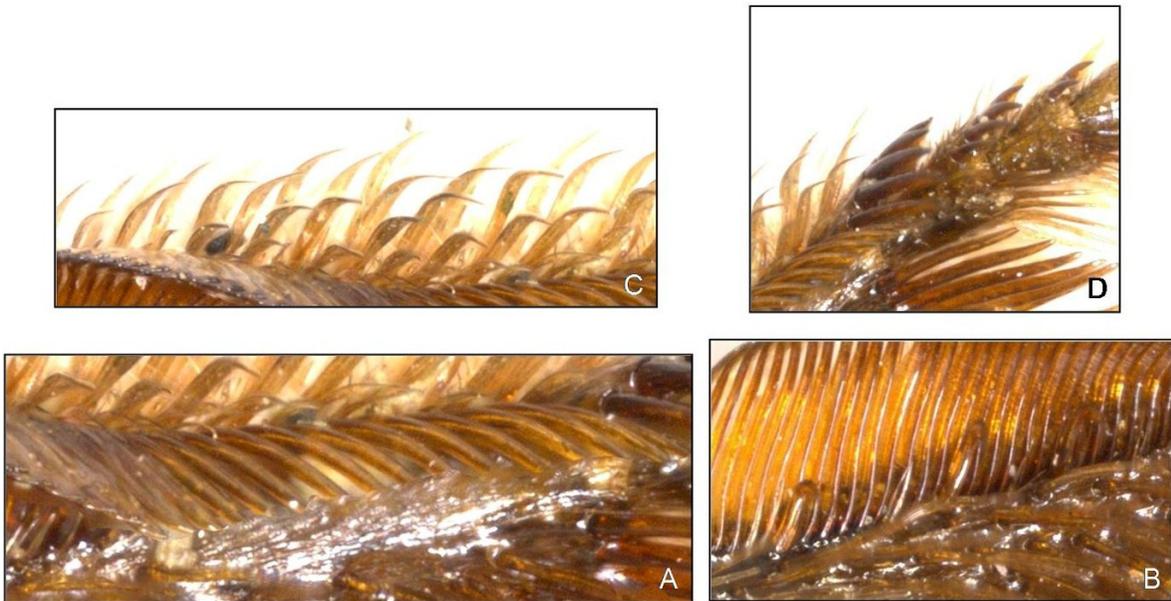


Figura 78. Principais cerdas do basitarso médio de *Heterocentris*. A, detalhe das cerdas distais afiladas e eretas do pente médio; B, detalhe das cerdas secundárias; C, detalhe das cerdas anteriores; D, detalhe das cerdas apicais grossas do basitarso e mediotarso. (imagens de *C. analis*)

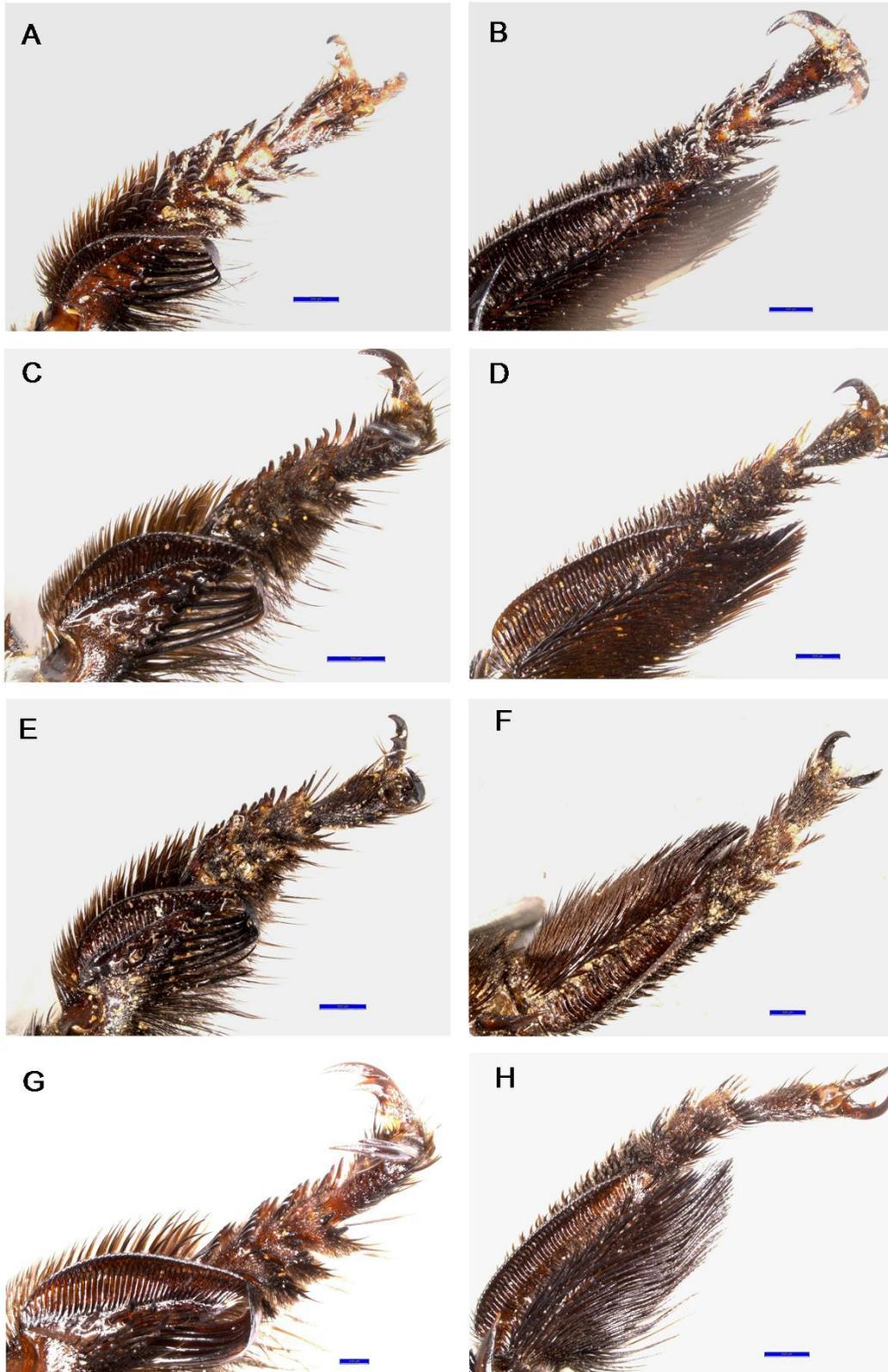


Figura 79. Pernas anteriores e médias das espécies examinadas do subgênero *Melacentris*. A-B, *C. collaris* (escala = 500 μ m e 500 μ m); C-D, *C. discolor* (escala = 500 μ m e 500 μ m); D-E, *C. dorsata* (escala = 500 μ m e 500 μ m); F-G, *C. obsoleta* (escala = 200 μ m e 500 μ m).



Figura 80. Pernas anteriores e médias das espécies examinadas do subgênero *Melacentris*. A-B, *C. violacea* (escala = 500 μ m e 500 μ m); C-D, *C. xanthocnemis* (escala = 500 μ m e 500 μ m).



Figura 81. Vista ventral dos basitarsos anteriores esquerdos de *Melacentris*. A, *C. collaris*; B, *C. discolor*; C, *C. dorsata*; D, *C. violacea*; E, *C. xanthocnemis*; F, *C. obsoleta*. (escala = 200 μ m)

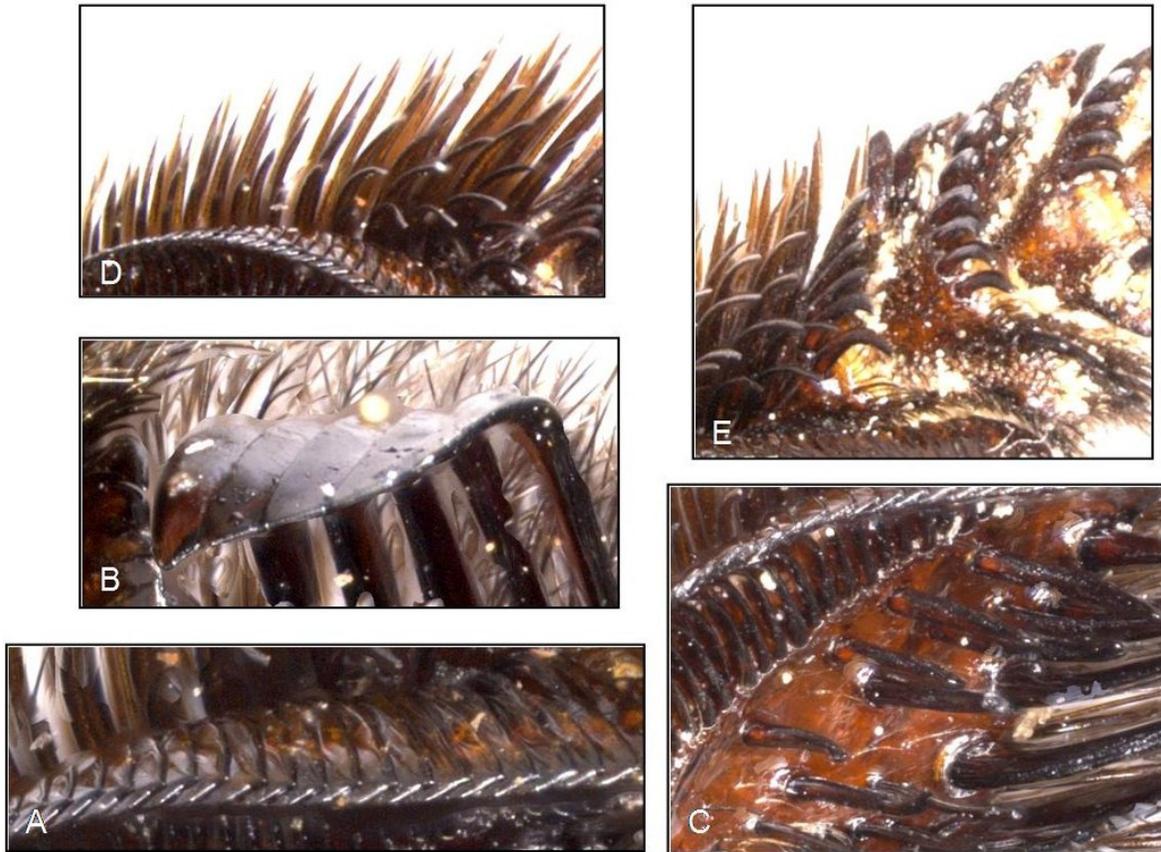


Figura 82. Principais cerdas do basitarso anterior de *Melacentris*. A, detalhe das cerdas do pente anterior (*C. xanthocnemis*); B, detalhe dos ápices das cerdas gigantes (*C. xanthocnemis*); C, detalhe das cerdas secundárias (*C. collaris*); D, detalhe das cerdas anteriores (*C. collaris*); E, detalhe das cerdas apicais grossas do basitarso e mediotarso (*C. collaris*).



Figura 83. Cerdas gigantes observadas nas espécies de *Melacentris*: A, cerdas afastadas entre si (*C. collaris*); B, cerda proximal vestigial (*C. violacea*); C, cerdas grossas justapostas (*C. obsoleta*).



Figura 84. Vista ventral do mediotarso anterior esquerdos de *Melacentris*: A, *C. collaris* (escala = 200µm); B, *C. discolor* (escala = 200µm); C, *C. dorsata* (escala = 200µm); D, *C. violácea* (escala = 200µm); E, *C. xanthocnemis* (escala = 200µm); F, *C. obsoleta* (escala = 200µm).



Figura 85. Vista ventral dos basitarsos médios esquerdos de *Melacentris*: A, *C. collaris* (escala = 200 μ m); B, *C. discolor* (escala = 200 μ m); C, *C. dorsata* (escala = 200 μ m); D, *C. violacea* (escala = 200 μ m); E, *C. xanthocnemis* (escala = 200 μ m); F, *C. obsoleta* (escala = 200 μ m).

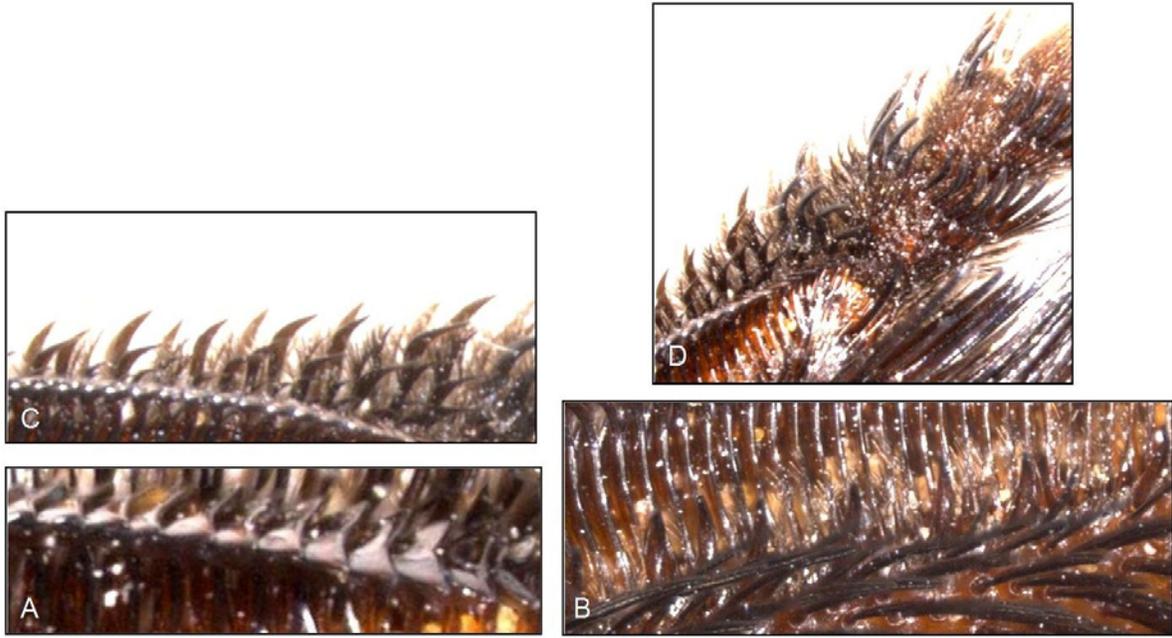


Figura 86. Principais cerdas do basitarso médio de *Melacentris*: A, detalhe das cerdas do pente médio (*C. collaris*); B, detalhe das cerdas secundárias (*C. obsoleta*); C, detalhe das cerdas anteriores (*C. obsoleta*); D, detalhe das cerdas apicais grossas do basitarso e mediotarso (*C. obsoleta*).

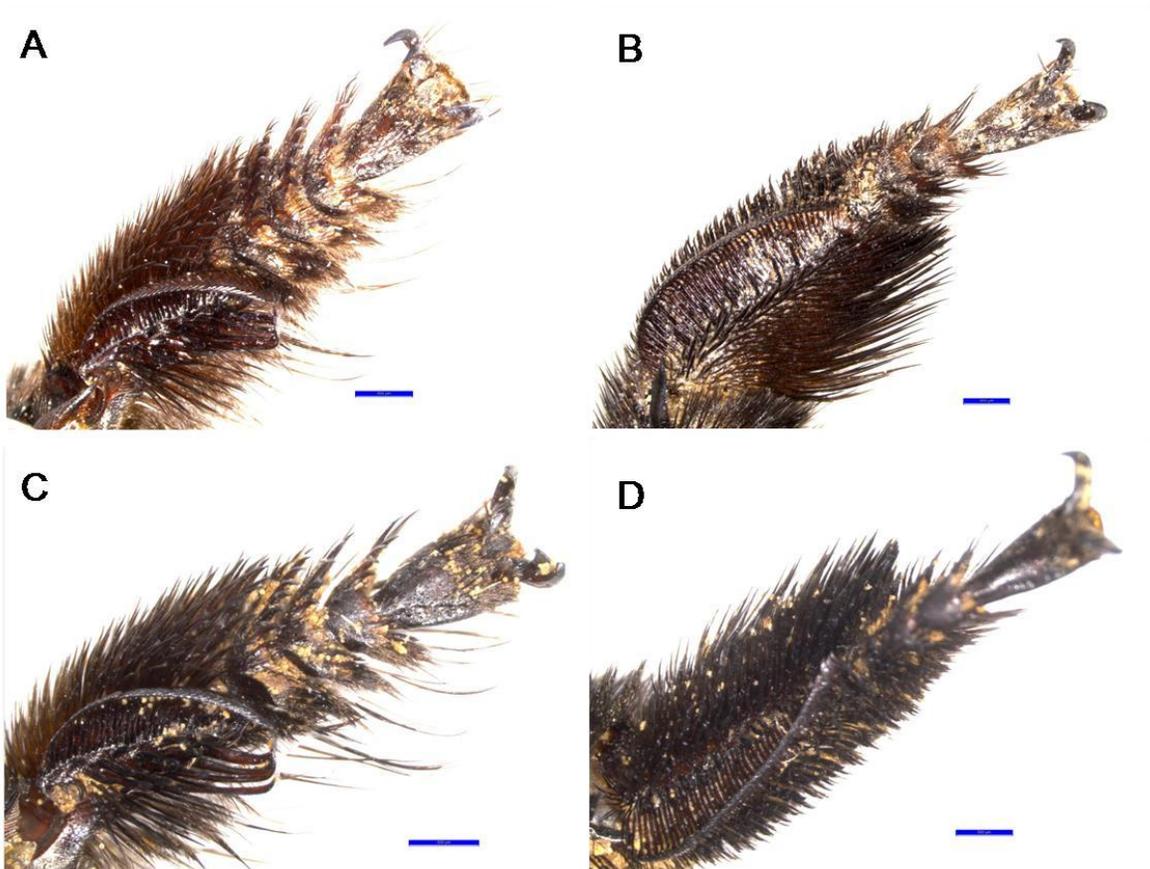


Figura 87. Pernas anteriores e médias das espécies examinadas do subgênero *Ptilotopus*. A-B, *C. moerens* (escala = 500 μ m e 500 μ m); C-D, *C. sponosa* (escala = 500 μ m e 500 μ m).

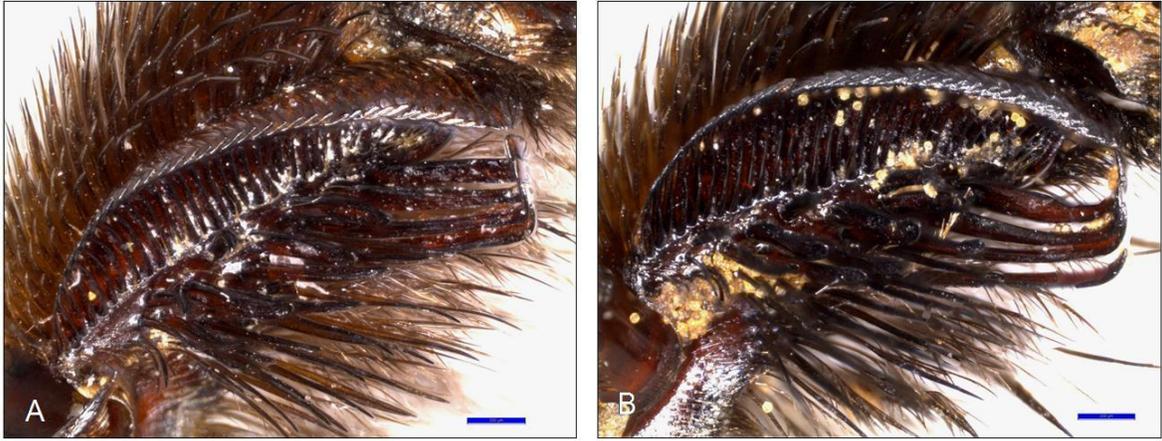


Figura 88. Vista ventral dos basitarsos anteriores esquerdos de *Ptilotopus*. A, *C. moerens* (escala = 200 μ m); B, *C. sponsa* (escala = 200 μ m).

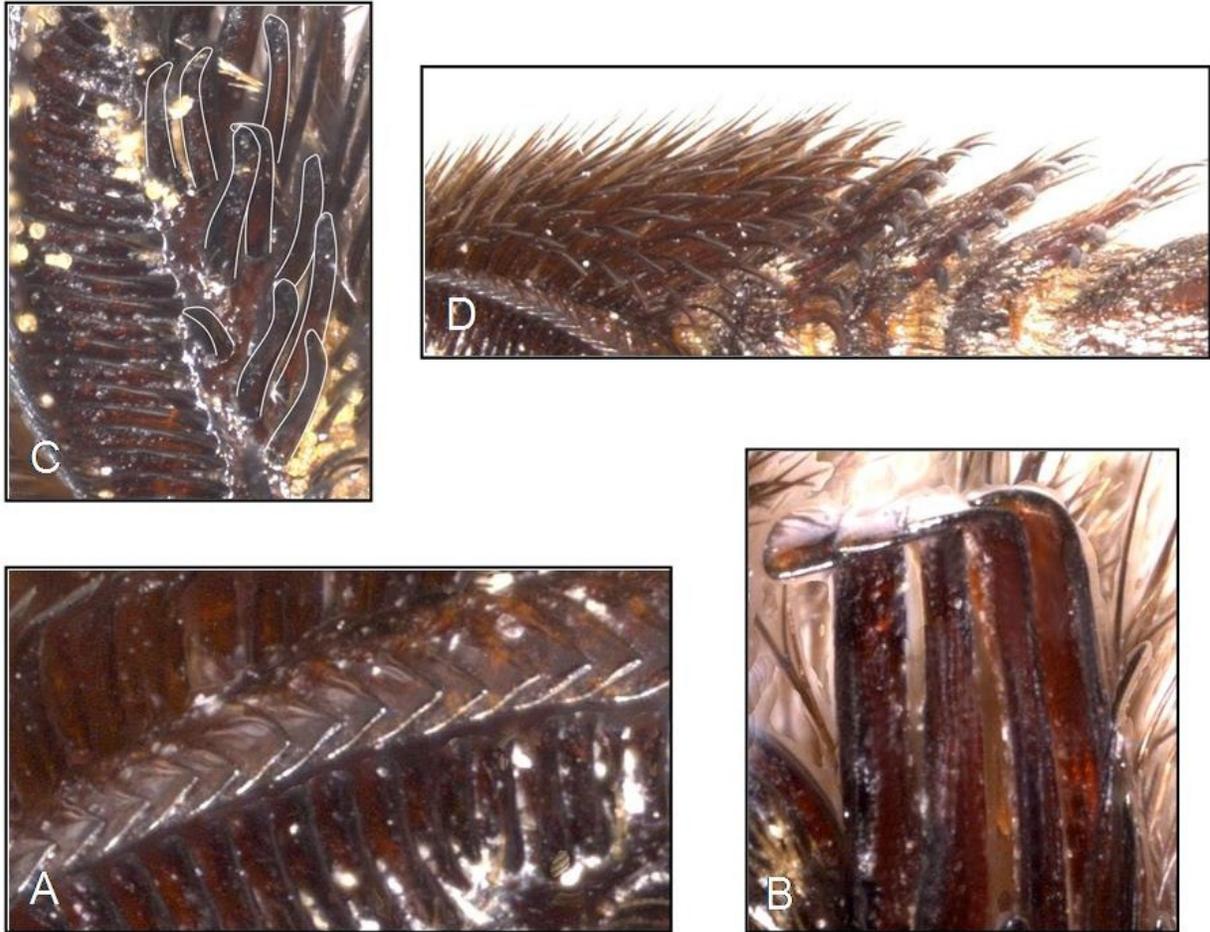


Figura 89. Principais cerdas do basitarsos anterior de *Ptilotopus*. A, detalhe das cerdas do pente anterior (*C. moerens*); B, detalhe das cerdas gigantes (*C. moerens*); C, detalhe das cerdas secundárias (*C. sponsa*, os contornos das cerdas foram enfatizados para melhor visualização); D, detalhe das cerdas anteriores e cerdas apicais do basitarso e mediotarso (*C. moerens*).

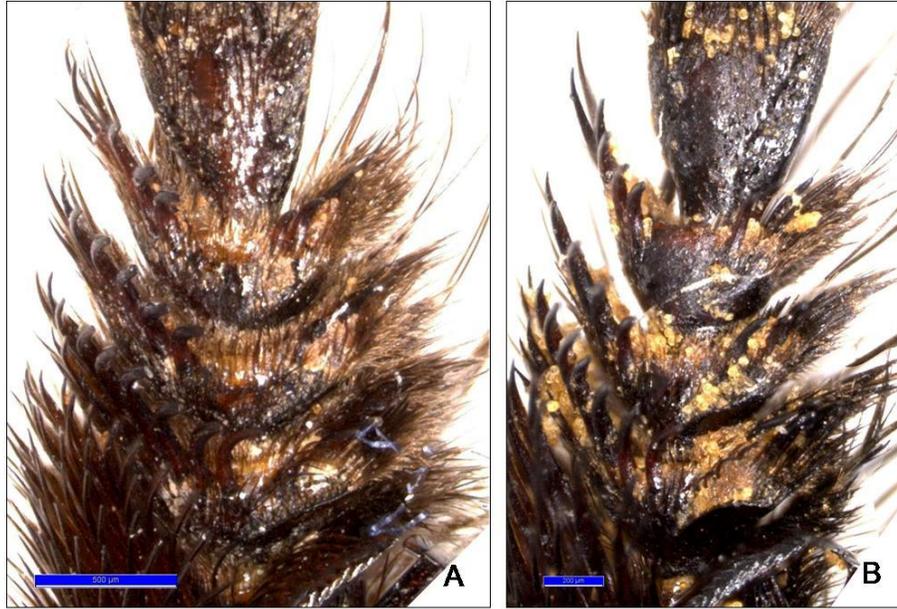


Figura 90. Vista ventral dos mediotarsos anteriores esquerdos de *Ptilotopus*. A, *C. moerens* (escala = 500µm); B, *C. sponsa* (escala = 200µm).



Figura 91. Vista ventral dos basitarsos médios de *Ptilotopus*. A, *C. moerens* (escala = 200 μ m); B, *C. sponsa* (escala = 200 μ m).

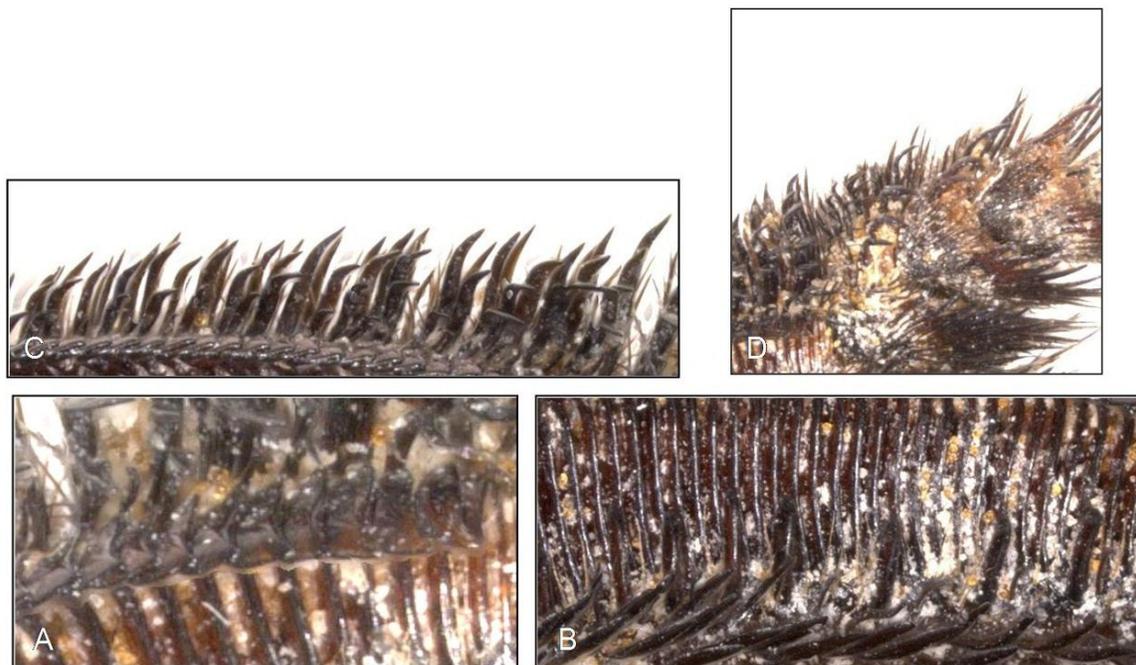


Figura 92. Principais cerdas do basitarsos médio de *Ptilocentris*. A, detalhe das cerdas do pente médio; B, detalhe das cerdas secundárias; C, detalhe das cerdas anteriores; D, detalhe das cerdas apicais do basitarso e mediotarso. (imagens de *C. moerens*)

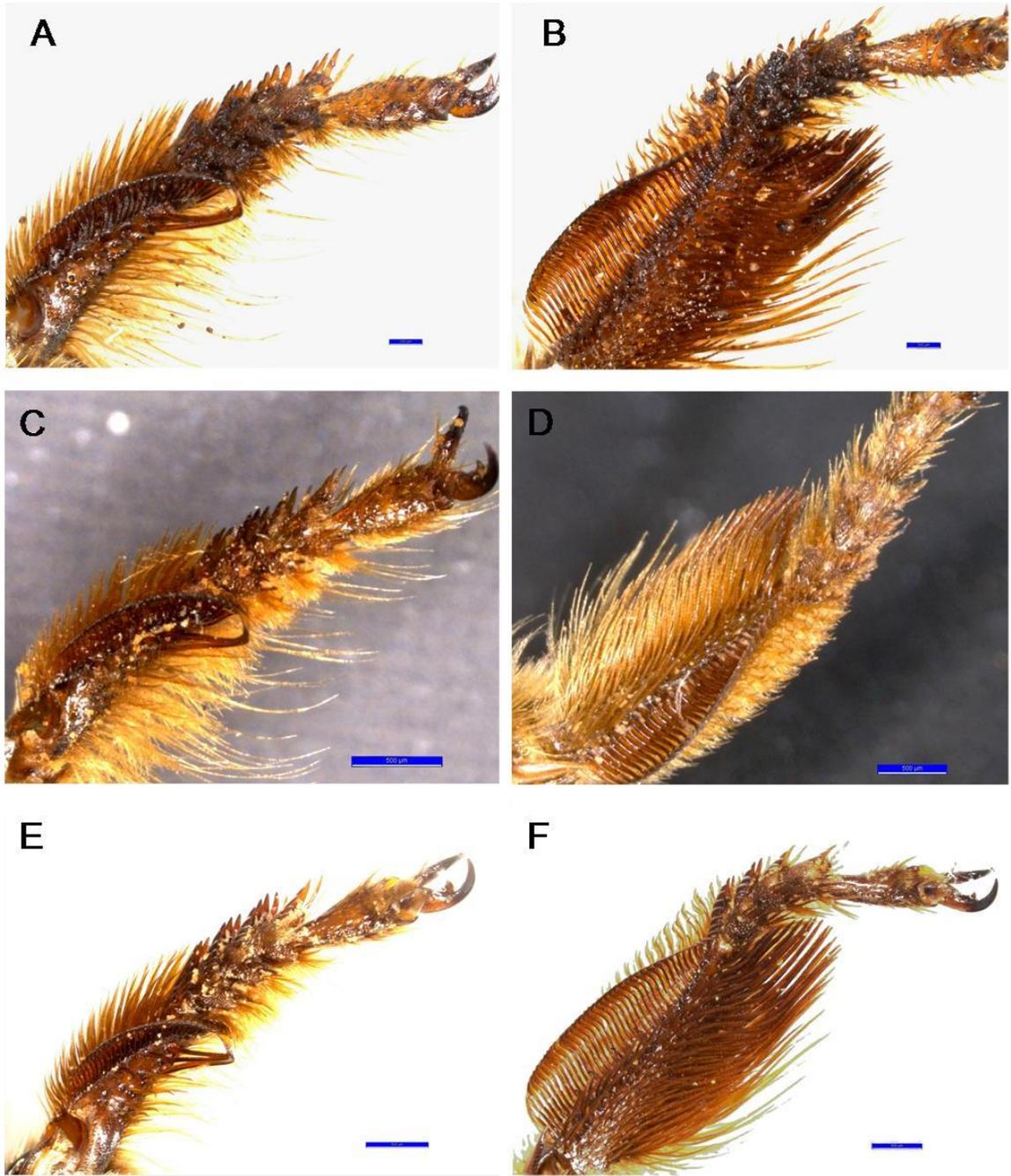


Figura 93. Pernas anteriores e médias das espécies examinadas do subgênero *Trachina*. A-B, *C. dentata* (escala = 200µm e 200µm); C-D, *C. fuscata* (escala = 500µm e 500µm); E-F, *C. longimana* (escala = 500µm e 200µm).

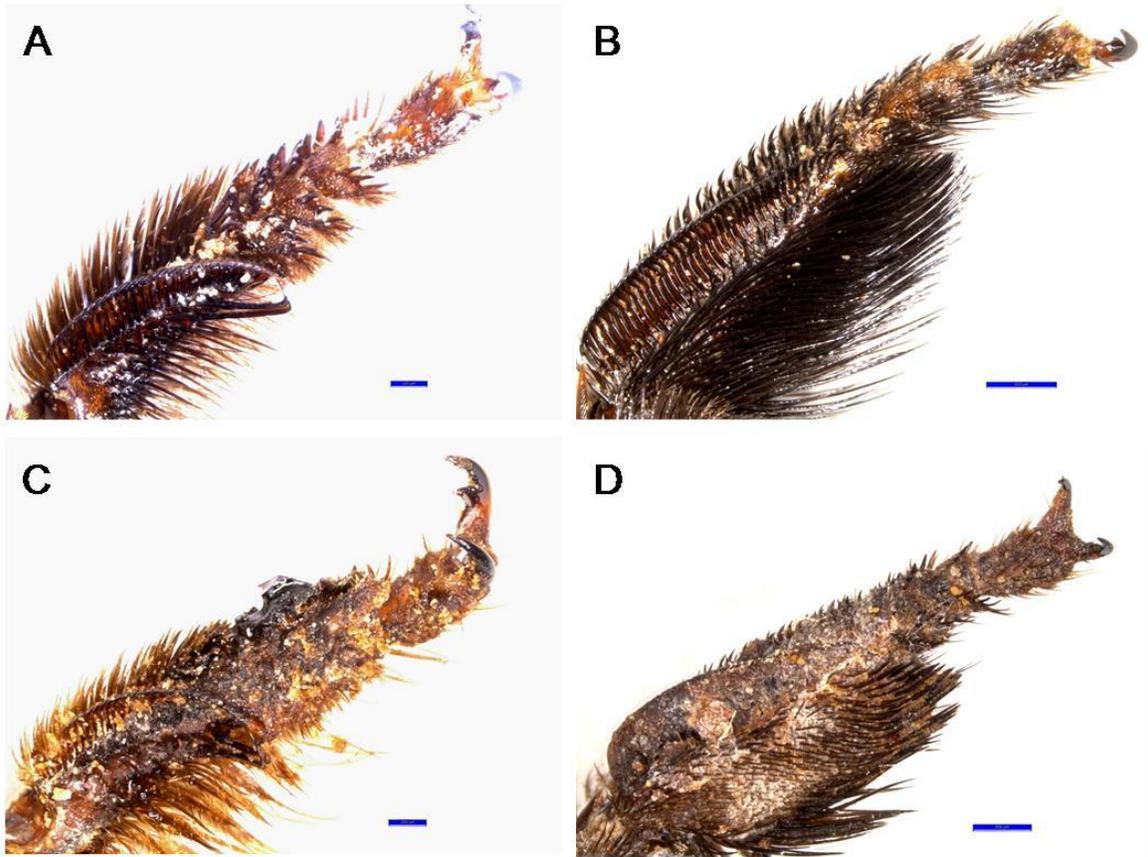


Figura 94. Pernas anteriores e médias das espécies examinadas do subgênero *Trachina*. A-B, *C. rupestris* (escala = 200µm e 500µm); C-D, *C. similis* (escala = 200µm e 500µm).

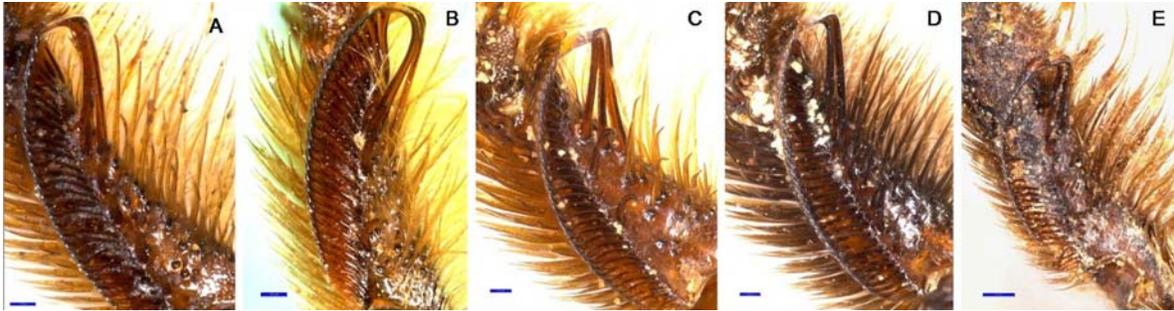


Figura 95. Vista ventral dos basitarsos anteriores esquerdos das espécies examinadas do subgênero *Trachina*. A, *C. dentata* (escala = 100µm); B, *C. fuscata* (escala = 100µm); C, *C. longimana* (escala = 100µm); D, *C. rupestris* (escala = 100µm); E, *C. similis* (escala = 200µm).

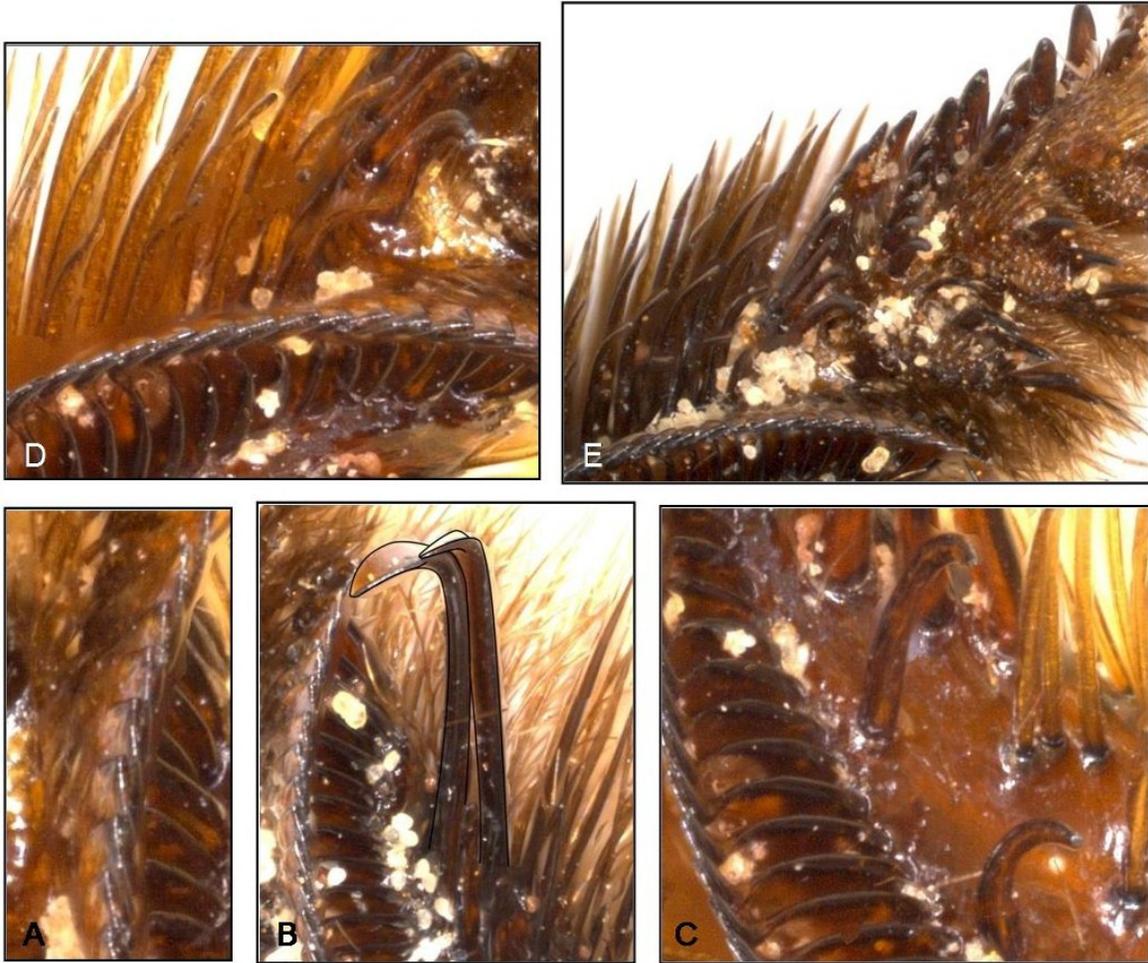


Figura 96. Principais cerdas do basitarso anterior de *Trachina*. A, detalhe das cerdas do pente anterior (*C. longimana*); B, detalhe das cerdas gigantes (*C. rupestris*, os contornos das cerdas foram enfatizados para melhor visualização); C, detalhe das cerdas secundárias (*C. longimana*); D, detalhe das cerdas apicais grossas do basitarso e mediotarso (*C. rupestris*); E, detalhe das cerdas anteriores (*C. rupestris*).

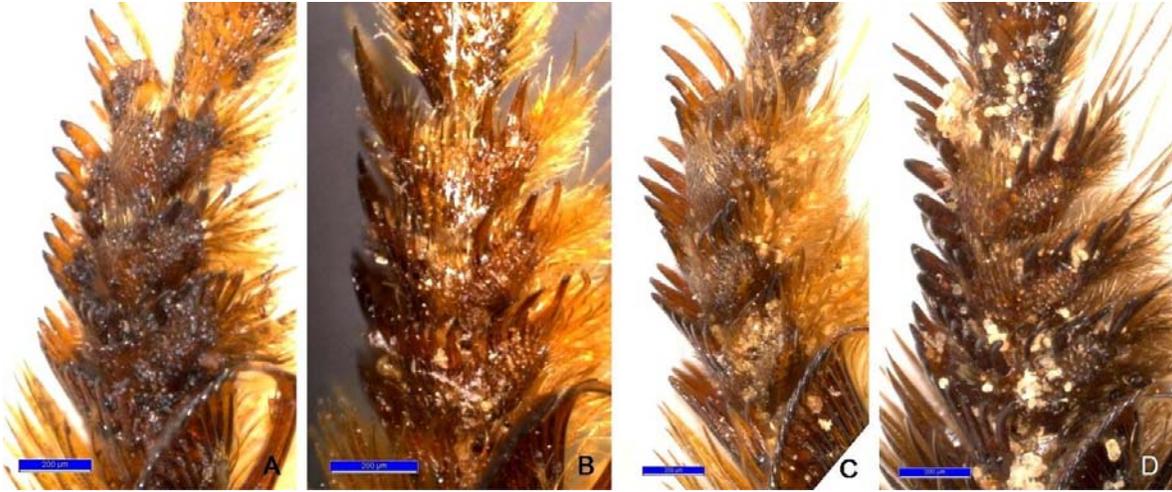


Figura 97. Vista ventral dos mediotarsos anteriores esquerdos. A, *C. dentata* (escala = 200µm); B, *C. fuscata* (escala = 200µm); C, *C. longimana* (escala = 200µm); D, *C. rupestris* (escala = 200µm).

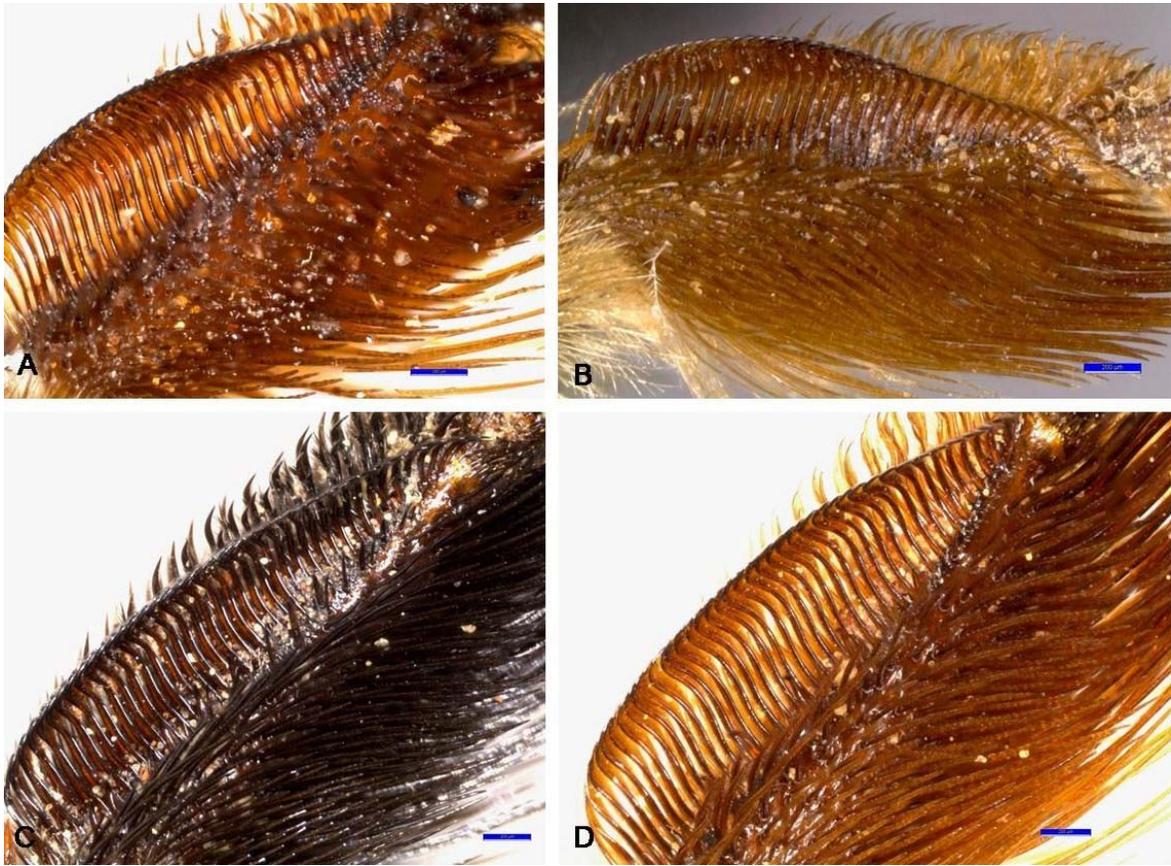


Figura 98. Vista ventral dos basitarsos médios esquerdos. A, *C. dentata* (escala = 200 μ m); B, *C. fuscata* (escala = 200 μ m); C, *C. rupestris* (escala = 200 μ m); D, *C. longimana* (escala = 200 μ m).

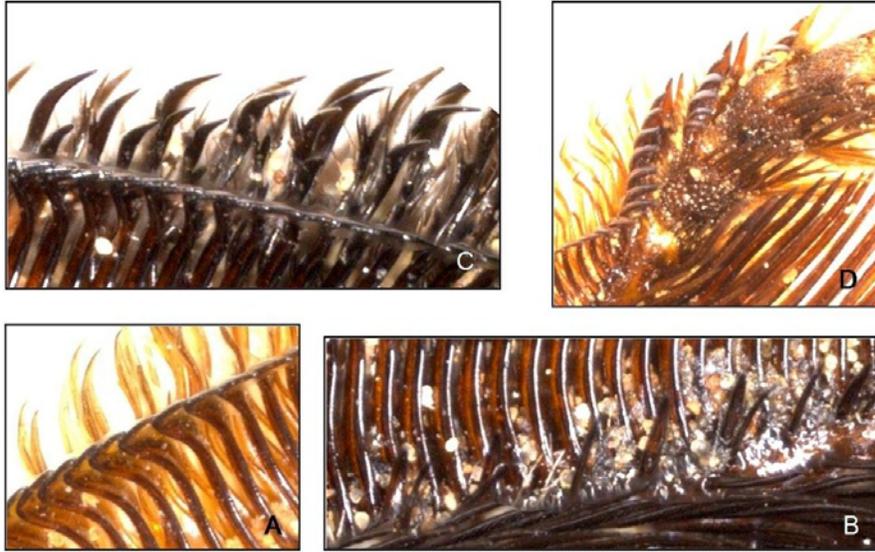


Figura 99. Principais cerdas do basitarso médio de *Trachina*. A, detalhe das cerdas do pente médio (*C. longimana*); B, detalhe das cerdas secundárias (*C. rupestris*); C, detalhe das cerdas anteriores (*C. rupestris*); D, detalhe das cerdas apicais grossas do basitarso e mediotarso (*C. longimana*).

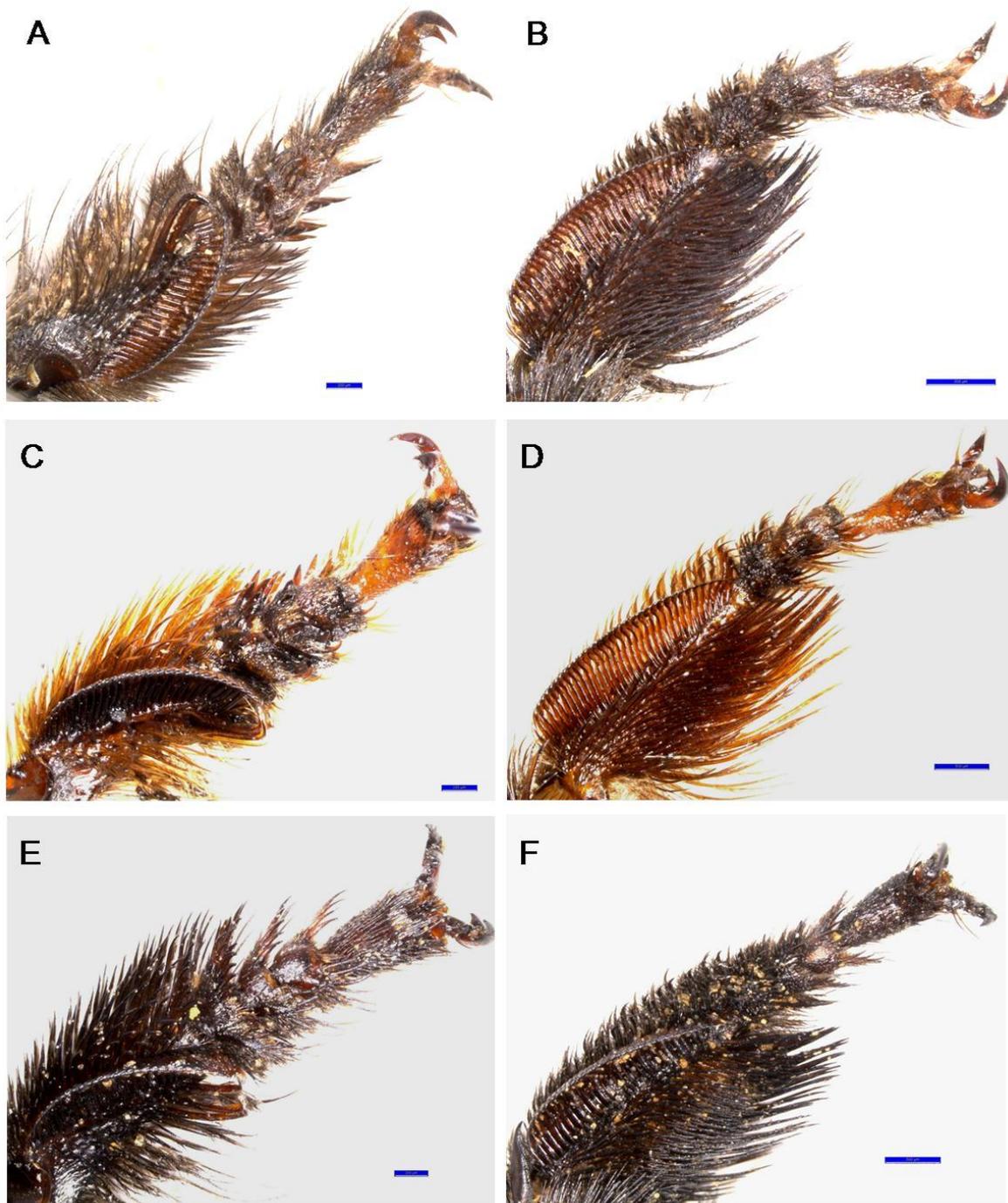


Figura 100. Pernas anteriores e médias das espécies examinadas do subgênero *Xanthemisia*. A-B, *C. bicolor* (escala = 500 μ m e 500 μ m); C-D, *C. ferruginea* (escala = 200 μ m e 500 μ m); E-F, *C. lutea* (escala = 200 μ m e 500 μ m).



Figura 101. Vista ventral dos basitarsos anteriores de *Xanthemisia*: A, *C. bicolor* (escala = 100 μ m); B, *C. ferruginea* (escala = 100 μ m); C, *C. lutea* (escala = 100 μ m).

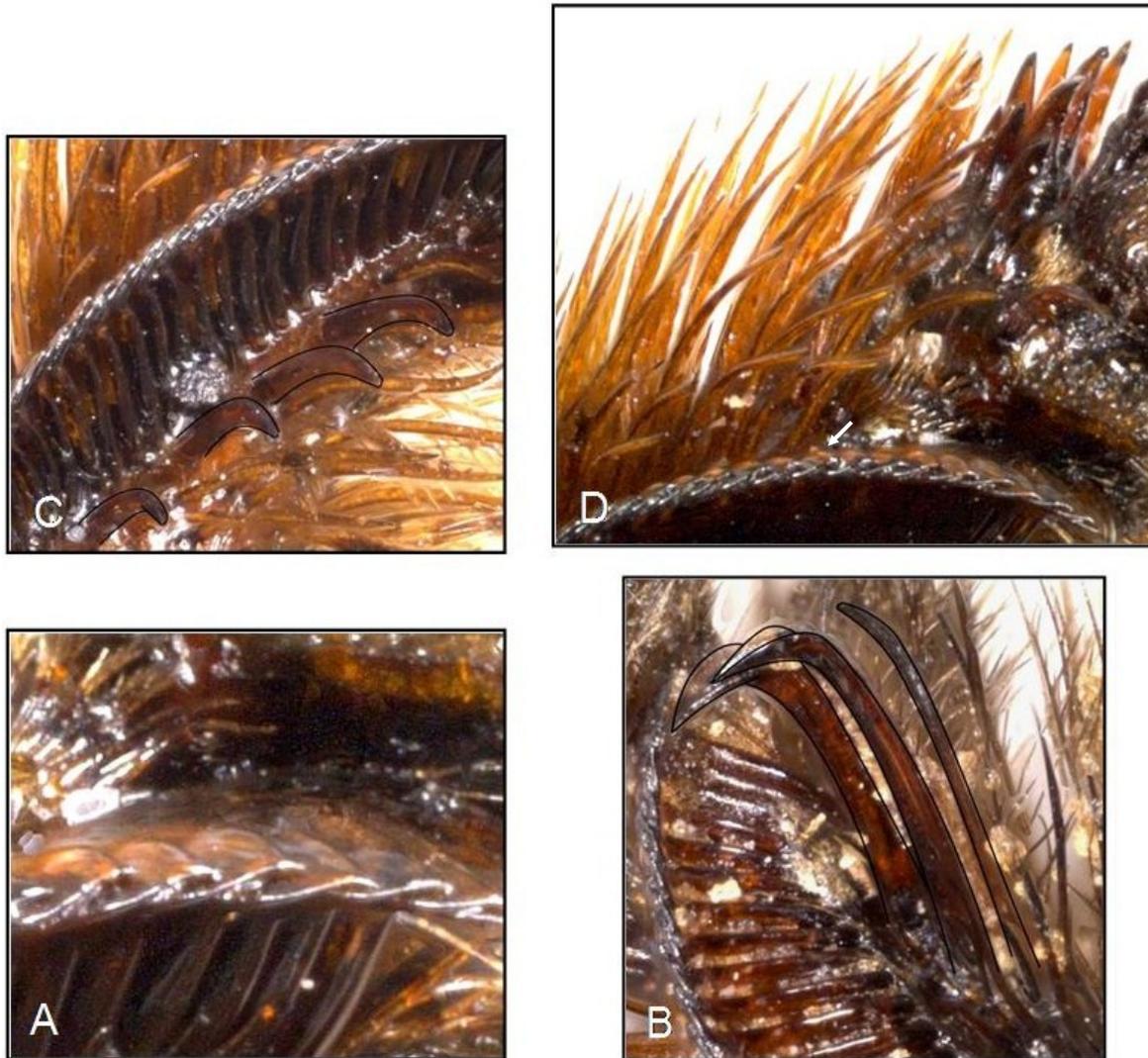


Figura 102. Principais cerdas do basitarso anterior do subgênero *Xanthemisia*. A, detalhe das cerdas do pente anterior (*C. ferruginea*); B, detalhe das cerdas gigantes (*C. bicolor*, os contornos das cerdas foram enfatizados para melhor visualização); C, detalhe das cerdas secundárias (*C. ferruginea*, os contornos das cerdas foram enfatizados para melhor visualização); D, detalhe das cerdas anteriores e cerdas apicais do basitarso.



Figura 103. Vista ventral dos mediotarsos anteriores esquerdos de *Xanthemisia*. A, *C. bicolor* (escala = 200µm); B, *C. ferruginea* (escala = 200µm); C, *C. lutea* (escala = 200µm).



Figura 104. Vista ventral dos basitarsos médios esquerdos de *Xanthemisia*. A, *C. bicolor* (escala = 200 μ m); B, *C. ferruginea* (escala = 200 μ m); C, *C. lutea* (escala = 200 μ m).

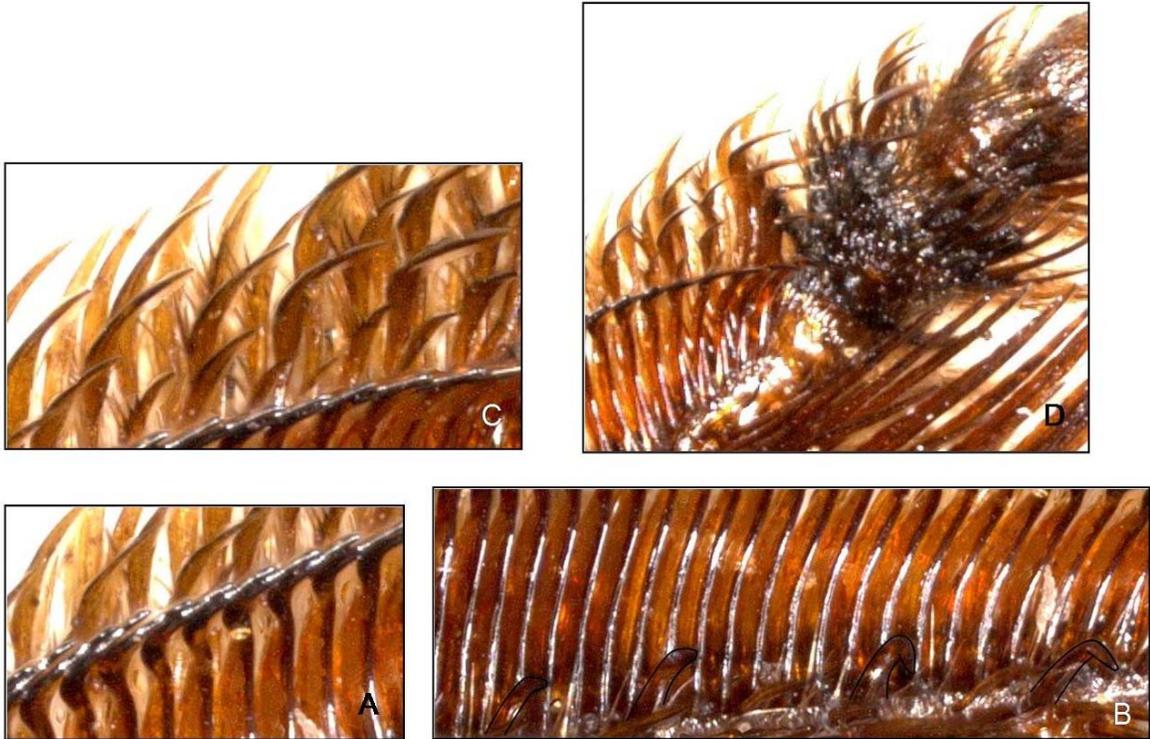


Figura 105. Principais cerdas do basitarso médio de *Xanthemisia*. A, detalhe das cerdas do pente médio; B, detalhe das cerdas secundárias (os contornos das cerdas foram enfatizados para melhor visualização); C, detalhe das cerdas anteriores; D, detalhe das cerdas apicais grossas do basitarso e mediotarso. (imagens de *C. ferruginea*)

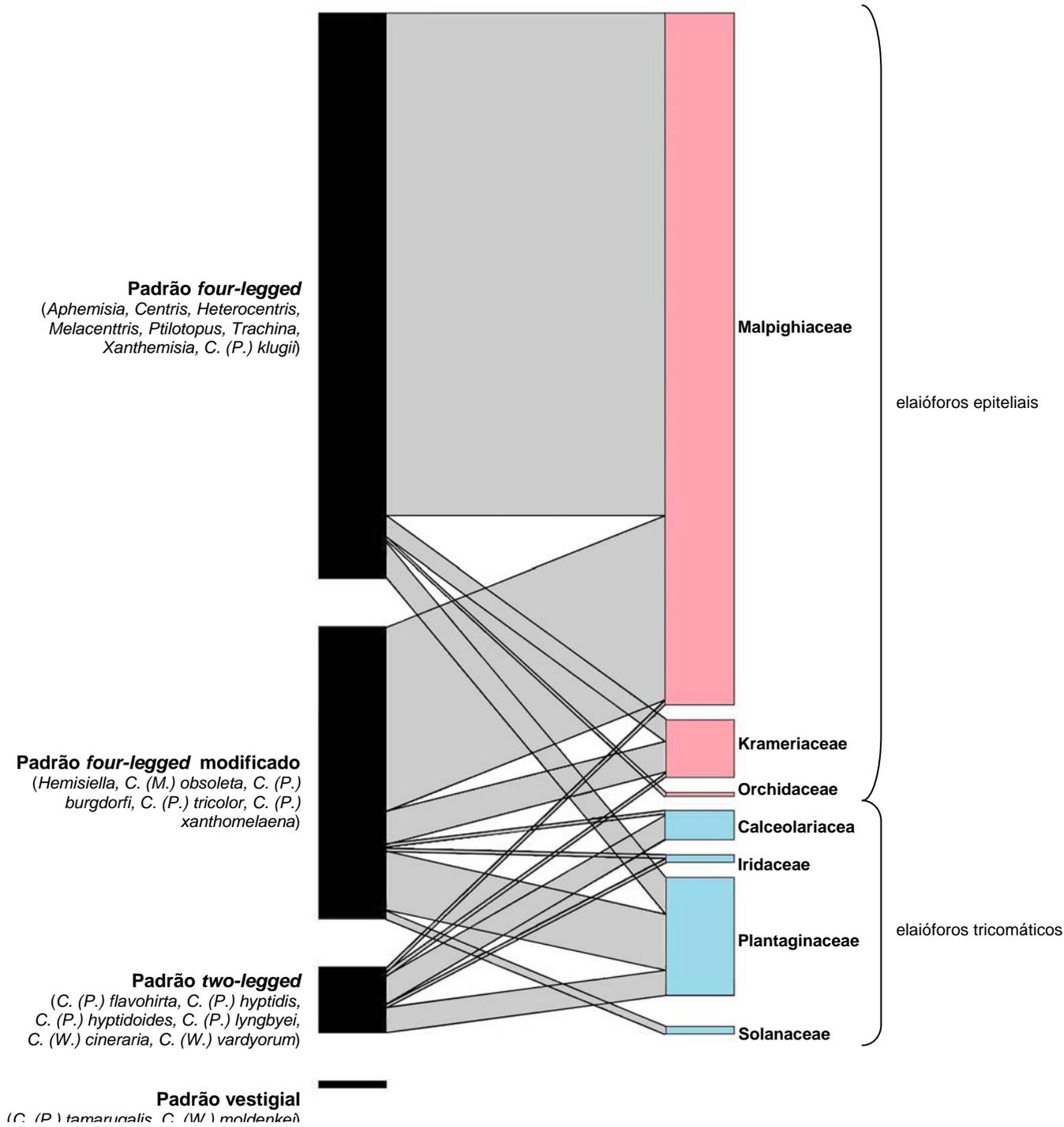


Figura 106. Rede de interações das espécies examinadas de *Centris* com diferentes tipos de morfologia do aparato coletor de óleo e famílias das plantas produtoras de óleo.

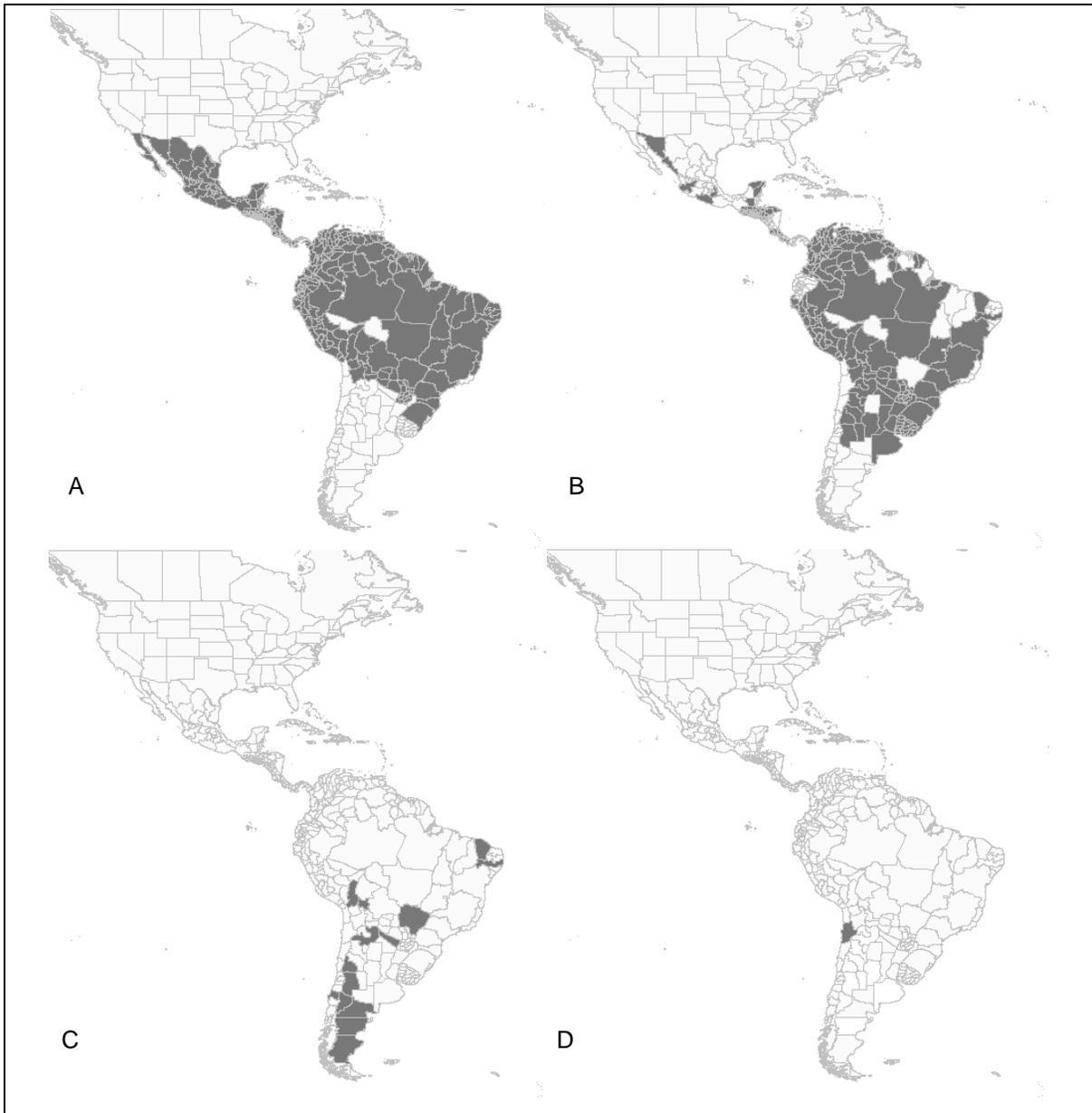


Figura 107. Mapas das distribuições geográficas das 43 espécies de *Centris* examinadas de acordo com o tipo de morfologia do aparato coletor de óleo. A, distribuição das espécies com padrão *four-legged*; B, distribuição das espécies com padrão *four-legged* modificado; C, distribuição das espécies com padrão *two-legged*; D, distribuição das espécies com morfologia vestigial.

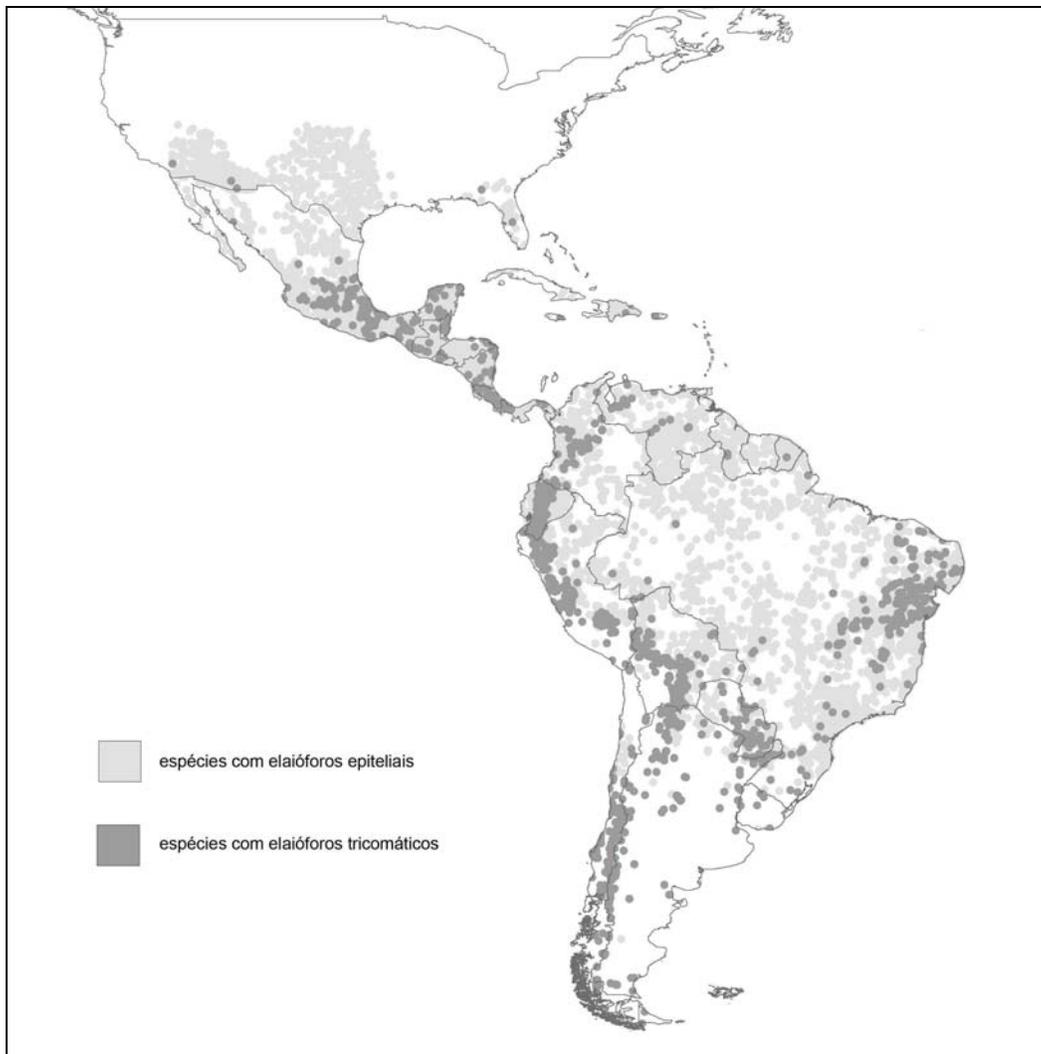


Figura 108. Mapa da distribuição geográfica das plantas de óleo com elaióforos epiteliais e tricômáticos associadas às espécies examinadas de *Centris*, segundo dados da literatura.

Tabela 1. Espécies de *Centris* examinadas (43) e respectivas informações do local e data de coleta dos *vouchers* examinados e fotografados. (Os dados não fornecidos nas etiquetas então indicados com ponto de interrogação “?”. Os números entre parêntesis representam o total de espécies registradas para cada subgênero.)

Subgênero	Espécie	País	Estado/Provincia	Município/ Localidade	Mês	Ano	Leg.
<i>Aphemisia</i> (12)	1. <i>C. mocsaryi</i> Friese, 1899	Brasil	São Paulo	Luís Antônio	Dez.	1995	C. A. Pinheiro-Machado
<i>Centris</i> (34)	2. <i>C. aenea</i> Lepeletier, 1841	Brasil	Pernambuco	Paudalho	Jan.	2004	M. Oliveira
	3. <i>C. caxiense</i> Ducke, 1907	Brasil	Alagoas	Piranhas	Nov.	2005	D. Moura
	4. <i>C. decolorata</i> Lepeletier, 1841	Brasil	São Paulo	Luís Antônio	Fev.	1996	C. A. Pinheiro-Machado
	5. <i>C. flavifrons</i> Fabricius, 1775	Brasil	São Paulo	Luís Antônio	Fev.	1996	C. A. Pinheiro-Machado
	6. <i>C. nitens</i> Lepeletier, 1841	Brasil	São Paulo	Santa Rita do Passa Quatro	Nov.	1996	C. A. Pinheiro-Machado
	7. <i>C. spilopoda</i> Moure, 1969	Brasil	São Paulo	Santa Rita do Passa Quatro	Nov.	1996	C. A. Pinheiro-Machado
	8. <i>C. tenuicincta</i> spec. nov.	Brasil	Espírito Santo	Conceição da Barra	Abr.	1968	P. C. Fernandes
	9. <i>C. varia</i> Erichson, 1848	Brasil	São Paulo	São Paulo	Set.	2002	S. R. C. Naxara
	<i>Hemisiella</i> (18)	10. <i>C. tarsata</i> Smith, 1874	Brasil	São Paulo	Luís Antônio	Nov.	1996
11. <i>C. trigonoides</i> Lepeletier, 1841		Brasil	São Paulo	São Paulo	Nov.	2002	S. R. C. Naxara
12. <i>C. vittata</i> Lepeletier, 1841		Brasil	São Paulo	Santa Rita do Passa Quatro	Out.	1996	C. A. Pinheiro-Machado
13. <i>C. vulpecula</i> Burmeister, 1876		Brasil	Porto Alegre	Morro do Osso	Dez.	2007	A. J. C. Aguiar
<i>Heterocentris</i> (8)	14. <i>C. analis</i> Fabricius, 1804	Brasil	Pernambuco	Chã Grande	Mai.	2002	P. Milet & C. E. Pinto
	15. <i>C. terminata</i> Smith, 1874	Brasil	São Paulo	Luís Antônio	Ago.	1996	C. A. Pinheiro-Machado
<i>Melacentris</i> (40)	16. <i>C. collaris</i> Lepeletier, 1841	Brasil	São Paulo	Franco da Rocha	Jan.	2008	I. Alves-dos-Santos
	17. <i>C. discolor</i> Smith, 1874	Brasil	São Paulo	São Paulo	Abr.	1982	F. R. N. Knoll
	18. <i>C. dorsata</i> Lepeletier, 1841	Brasil	São Paulo	Cotia	Nov.	1996	J. B. V. Aguiar & E. T. Matos
	19. <i>C. obsoleta</i> Lepeletier, 1841	Brasil	São Paulo	Luís Antônio	Jan.	1996	C. A. Pinheiro-Machado
	20. <i>C. violacea</i> Lepeletier, 1841	Brasil	São Paulo	Santa Rita do Passa Quatro	Set.	1995	C. A. Pinheiro-Machado
	21. <i>C. xanthocnemis</i> Perty, 1833	Brasil	São Paulo	Santa Rita do Passa Quatro	Abr.	1996	C. A. Pinheiro-Machado
<i>Paracentris</i> (47)	22. <i>C. burgdorfi</i> Friese, 1900	Brasil	Minas Gerais	São Gonçalo do Rio Preto	Abr.	2008	A. C. Martins
	23. <i>C. flavohirta</i> Friese, 1899	Argentina	Salta	Valle Encantado	Jan.	1994	D. Wittmann

Subgênero	Espécie	País	Estado/Província	Município/ Localidade	Mês	Ano	Leg.
	24. <i>C. hyptidis</i> Ducke, 1908	Brasil	Pernambuco	Chã Grande	Set.	2001	P. Milet & C. E. Pinto
	25. <i>C. hyptidoides</i> Roig-Alsina, 2000	Brasil	Mato Grosso do Sul	Porto Murtinho	Jan.	2008	A. C. Martins
	26. <i>C. klugii</i> Friese, 1899	Brasil	Minas Gerais	São Gonçalo do Rio Preto	Abr.	2008	A. C. Martins
	27. <i>C. lyngbyei</i> Jensen-Haarup, 1908	Argentina	Mendoza	Res. Nat. Villavicencio	Dez.	2009	M. Taniguchi
	28. <i>C. tricolor</i> Friese, 1899	Brasil	Rio Grande do Sul	Caçapava do Sul	Out.	1991	C. Schlindwein
	29. <i>C. xanthomelaena</i> Moure & Castro, 2001	Brasil	Pernambuco	Buíque	Nov.	2004	R. Pick
<i>Penthemisia</i> (5)	30. <i>C. tamarugalis</i> Toro & Chiappa, 1989	Chile	?	?	Set.	1968	?
<i>Ptilotopus</i> (24)	31. <i>C. moerens</i> Perty, 1833	Brasil	São Paulo	Martinópolis	Jan.	2001	I. Alves-dos-Santos
	32. <i>C. sponosa</i> Smith, 1854	Brasil	Pernambuco	Paudalho	Set.	2002	M. Oliveira & O. Cruz
<i>Trachina</i> (17)	33. <i>C. dentata</i> Smith, 1854	Brasil	Pará	Eldorado dos Carajás	Jul.	1986	M. F. Ribeiro
	34. <i>C. fuscata</i> Lepeletier, 1841	Brasil	Pernambuco	Chã Grande	Set.	2005	P. Milet & A. Carvalho
	35. <i>C. longimana</i> Fabricius, 1804	Brasil	São Paulo	Atibaia		1997	K. S. Malagodi-Braga
	36. <i>C. rupestris</i> Azevedo & Silveira, 2005	Brasil	Goiás	Mineiros	Jul.	1996	C. A. Pinheiro-Machado
	37. <i>C. similis</i> Fabricius, 1804	Brasil	São Paulo	Ribeirão Preto	Mar.	1992	S. H. Sofia
<i>Wagenknechtia</i> (7)	38. <i>C. cineraria</i> Smith, 1854	Chile	San Antonio	Las Cruces	Out.	1958	L. E. Pena
	39. <i>C. moldenkei</i> Toro & Chiappa, 1989	Chile	Tarapacá	Quebrada de Tana	Out.	1969	?
	40. <i>C. vardyorum</i> Roig-Alsina, 2000	Argentina	Mendoza	Res. Nat. Villavicencio	Out.	2009	N. Chacoff
<i>Xanthemisia</i> (9)	41. <i>C. bicolor</i> Lepeletier, 1841	Brasil	São Paulo	Luís Antônio	Out.	1996	C. A. Pinheiro-Machado
	42. <i>C. ferruginea</i> Lepeletier, 1841	Brasil	Pará	Carajás	Jul.	1986	M. F. Ribeiro
	43. <i>C. lutea</i> Friese, 1899	Brasil	São Paulo	Luís Antônio	Nov.	1996	C. A. Pinheiro-Machado

Tabela 2. Medidas morfométricas tomadas nas pernas anteriores e médias das espécies de *Centris* (em milímetros). Os números estão apresentados de acordo com a razão em relação às distâncias intertegulares. (\bar{X} = média; σ = desvio padrão; DI = distância intertegular; cBa = comprimento do basitarso anterior; cTa = comprimento dos tarsômeros II-IV; aPa = altura do pente anterior; aPm = altura do pente médio; “-” = cerdas ausentes)

Subgênero	Espécie		DI	cBa	cTa	aPa	aPm
		\bar{X}	5,16	0,24	0,18	0,053	0,087
		σ	1,32	0,03	0,04	0,012	0,019
<i>Aphemisia</i>	<i>C. mocsaryi</i>		6,7	0,23	0,18	0,054	0,082
<i>Centris</i>	<i>C. aenea</i>		5,02	0,22	0,15	0,048	0,09
	<i>C. caxienseis</i>		4,71	0,24	0,17	0,053	0,081
	<i>C. decolorata</i>		4,92	0,25	0,2	0,045	0,104
	<i>C. flavifrons</i>		6,36	0,24	0,18	0,047	0,085
	<i>C. nitens</i>		4,5	0,21	0,15	0,049	0,096
	<i>C. spilopoda</i>		4,36	0,25	0,15	0,05	0,099
	<i>C. tenuicincta</i>		4,5	0,27	0,19	0,06	0,098
	<i>C. varia</i>		4,69	0,23	0,17	0,045	0,104
<i>Hemisiella</i>	<i>C. tarsata</i>		3,88	0,26	0,17	0,059	0,108
	<i>C. trigonoides</i>		3,13	0,23	0,15	0,058	0,096
	<i>C. vittata</i>		4,55	0,26	0,18	0,064	0,088
	<i>C. vulpecula</i>		3,45	0,25	0,18	0,055	0,084
<i>Heterocentris</i>	<i>C. analis</i>		2,98	0,27	0,2	0,091	0,111
	<i>C. terminata</i>		4,16	0,27	0,16	0,087	0,101
<i>Melacentris</i>	<i>C. collaris</i>		7,05	0,22	0,19	0,055	0,102
	<i>C. discolor</i>		7,32	0,22	0,14	0,052	0,079
	<i>C. dorsata</i>		7,49	0,23	0,17	0,055	0,084
	<i>C. obsoleta</i>		5,96	0,26	0,17	0,065	0,097
	<i>C. violacea</i>		6,93	0,23	0,16	0,049	0,102
	<i>C. xanthocnemis</i>		7,27	0,21	0,18	0,055	0,089

Subgênero	Espécie	DI	cBa	cTa	aPa	aPm
		X σ	5,16 1,32	0,24 0,03	0,18 0,04	0,053 0,012
<i>Paracentris</i>	<i>C. burgdorfi</i>	5,35	0,24	0,16	0,064	0,086
	<i>C. flavohirta</i>	4,67	0,26	0,13	0,036	0,045
	<i>C. hyptidis</i>	3,75	0,31	0,38	0,027	0,035
	<i>C. hyptidoides</i>	3,63	0,29	0,28	0,052	0,063
	<i>C. klugii</i>	4,47	0,23	0,17	0,049	0,107
	<i>C. lyngbyei</i>	4,98	0,22	0,19	0,052	0,064
	<i>C. tricolor</i>	4,61	0,2	0,15	0,061	0,078
	<i>C. xanthomelaena</i>	3,92	0,26	0,18	0,061	0,082
<i>Penthemisia</i>	<i>C. tamarugalis</i>	3,76	0,32	0,19	0,037	0,045
<i>Ptilotopus</i>	<i>C. moerens</i>	7,83	0,21	0,16	0,043	0,092
	<i>C. sponsa</i>	7,86	0,2	0,16	0,053	0,079
<i>Trachina</i>	<i>C. dentata</i>	5,25	0,25	0,19	0,051	0,095
	<i>C. fuscata</i>	4,8	0,25	0,16	0,058	0,09
	<i>C. longimana</i>	6,69	0,21	0,15	0,042	0,09
	<i>C. rupestris</i>	5,91	0,22	0,14	0,047	0,095
	<i>C. similis</i>	5,69	0,24	0,18	0,056	0,104
<i>Wagenknechtia</i>	<i>C. cineraria</i>	4,57	0,27	0,19	0,055	-
	<i>C. moldenkei</i>	4,02	0,27	0,16	0,037	0,06
	<i>C. vardyorum</i>	4,29	0,25	0,24	0,023	0,051
<i>Xanthemisia</i>	<i>C. bicolor</i>	4,39	0,27	0,18	0,065	0,116
	<i>C. lutea</i>	5,75	0,25	0,18	0,045	0,087
	<i>C. ferruginea</i>	5,93	0,21	0,17	0,051	0,093

Tabela 3. Lista das 43 espécies examinadas de *Centris* e plantas produtoras de óleo associadas, segundo dados da literatura. (el. = tipo de elaióforo presente nas flores; e = epitelial; t = tricômico)

Subgênero Espécie	Família (planta)	Espécie (planta)	el.	Local de estudo	Referência bibliográfica
<i>Aphemisia</i>					
<i>C. mocsaryi</i>	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis adenopoda</i> ; <i>Byrsonima coccolobifolia</i> , <i>B. intermedia</i> ; <i>Stigmaphyllon lalandianum</i>	e	Luis Antônio, Botucatu (SP)	Gaglianone 2003; Gottsberger 1986
<i>Centris</i>					
<i>C. aenea</i>	Krameriaceae	<i>Krameria bahiana</i>	e	Arembepe (BA)	Machado 2004
	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis pubipetala</i> ; <i>Byrsonima</i> sp., <i>B. gardneriana</i> , <i>B. intermedia</i> , <i>B. sericea</i> , <i>B. verbascifolia</i> ; <i>Heteropterys byrsonimifolia</i> ; <i>Malpighia emarginata</i> ; <i>Mascagnia rigida</i> ; <i>Mcvaughia bahiensis</i> ; <i>Stigmaphyllon paralias</i>	e	Luis Antônio (SP); PA; Buíque, Recife, Paudalho, Camaragibe (PE); Arembepe, Salvador, Castro Alves, Monte Santo (BA); CE	Gaglianone 2003; Vogel 1974; Bezerra <i>et al.</i> 2009; Teixeira & Machado 2000; Machado 2004; Vogel 1974; Freitas <i>et al.</i> 1999; Oliveira e Schindwein 2009; Aguiar <i>et al.</i> 2003
	Plantaginaceae	<i>Angelonia goyazensis</i> , <i>A. salicariifolia</i>	t	S. Gonçalo do Rio Preto (MG); Alagoinha (PE)	Martins 2009; Vogel & Machado 1991
<i>C. caxiense</i>	Malpighiaceae	<i>Byrsonima amoena</i> , <i>B. crassifolia</i> , <i>B. gardneriana</i> ; <i>Stigmaphyllon paralias</i>	e	Barreirinhas (MA); Buíque (PE); Canindé do São Francisco (SE)	Machado 2004; Moura 2003; Bezerra <i>et al.</i> 2009
<i>C. decolorata</i>	Krameriaceae	<i>Krameria bahiana</i>	e	Arembepe (BA)	Machado 2004; Gimenes & Lobão 2006
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima gardneriana</i> , <i>B. sericea</i> , <i>B. verbascifolia</i> ; <i>Stigmaphyllon paralias</i>	e	Buíque, Recife (PE); PA; Arembepe, Salvador, Feira de Santana (BA)	Machado 2004; Bezerra <i>et al.</i> 2009; Teixeira & Machado 2000; Vogel 1974; Carvalho <i>et al.</i> 2005
	Plantaginaceae	<i>Angelonia cornigera</i>	t	Alagoinha (PE); Arembepe (BA)	Machado <i>et al.</i> 2002; Machado 2004
<i>C. flavifrons</i>	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> , <i>B. crassifolia</i> , <i>B. gardneriana</i> , <i>B. intermedia</i> , <i>B. sericea</i> , <i>B. verbascifolia</i> ; <i>Malpighia glabra</i> , <i>M. puniceifolia</i> ; <i>Mcvaughia bahiensis</i> ; <i>Stigmaphyllon paralias</i>	e	Castro Alves, Salvador, Monte Santo (BA); São Luís (MA) Guanacaste (Costa Rica); Buíque, Recife (PE); Luis Antônio (SP); PA; Serra Negra do Norte (RN); PA	Aguiar <i>et al.</i> 2003; Machado 2004; Vinson <i>et al.</i> 1995; Bezerra <i>et al.</i> 2009; Gaglianone 2003; Teixeira & Machado 2000; Vogel 1974; Aguiar <i>et al.</i> 2003
<i>C. nitens</i>	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis anisandra</i> , <i>B. malifolia</i> , <i>B. pubipetala</i> ; <i>Byrsonima coccolobifolia</i> , <i>B. gardneriana</i> , <i>B. intermedia</i> ,	e	Luis Antônio, Botucatu (SP); Buíque, Recife (PE); Salvador (BA); PA	Gaglianone 2003; Gottsberger 1986; Machado 2004; Bezerra

Subgênero Espécie	Família (planta)	Espécie (planta)	el.	Local de estudo	Referência bibliográfica
		<i>B. sericea</i> , <i>B. verbascifolia</i> ; <i>Mascagnia cordifolia</i> ; <i>Stigmaphyllon lalandianum</i>			<i>et al.</i> 2009; Teixeira & Machado 2000; Vogel 1974
<i>C. spilopoda</i>	Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> sp., <i>B. coccolobifolia</i> , <i>B. crassifolia</i> , <i>B. intermedia</i> , <i>B. sericea</i>	e	PA; Castro Alves, Salvador (BA); São Luís (MA); Luís Antônio (SP); Recife (PE)	Vogel 1974; Aguiar <i>et al.</i> 2003; Machado 2004; Gaglianone 2003; Teixeira & Machado 2000
<i>C. varia</i>	Krameriaceae	<i>Krameria cuspidata</i> , <i>K. ixine</i>	e	Honduras	Simpson <i>et al.</i> 1977; Simpson 1989
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> , <i>B. intermedia</i> , <i>B. sericea</i> , <i>B. verbascifolia</i> ; <i>Malpighia mexicana</i> ; <i>Stigmaphyllon lalandianum</i>	e	Panamá; Guanacaste (Costa Rica); Luís Antônio, Campinas (SP); Recife (PE); PA; Oaxaca (México)	Silvera 2002; Vinson <i>et al.</i> 1995; Gaglianone 2003; Teixeira & Machado 2000; Vogel 1974; banco de dados <i>online</i> SEMK (www.collections.nhm.ku.edu/EntoWebSearch/); Vogel & Machado 1991
	Orchidaceae	<i>Trichocentrum stipitatum</i>	e	Panamá	Silvera 2002
<i>Hemisiella</i>					
<i>C. tarsata</i>	Krameriaceae	<i>Krameria bahiana</i> , <i>K. tomentosa</i>	e	Arembepe, Canudos (BA); Buíque (PE)	Machado 2004; Gimenes & Lobão 2006; Machado <i>et al.</i> 1997; Dórea <i>et al.</i> 2009
	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis anisandra</i> , <i>B. muricata</i> ; <i>Byrsonima crassifolia</i> , <i>B. gardneriana</i> , <i>B. intermedia</i> , <i>B. pubipetala</i> , <i>B. sericea</i> , <i>B. vacciniifolia</i> , <i>B. variabilis</i> ; <i>Heteropterys</i> sp., <i>H. byrsonimifolia</i> ; <i>Malpighia emarginata</i> , <i>M. glabra</i> ; <i>Mcvaughia bahiensis</i> ; <i>Peixotoa hispidula</i> ; <i>Stigmaphyllon auriculatum</i> , <i>S. lalandianum</i> , <i>S. paralias</i> , <i>S. tomentosum</i>	e	Luís Antônio, Serra da Bocaina (SP); Canudos, Arembepe, Salvador, Casa Nova, Castro Alves, Monte Santo (BA); São Luís (MA); Buíque, Paudalho, Camaragibe (PE); Serra Negra do Norte (RN)	Gaglianone 2003; Dórea <i>et al.</i> 2009; Machado 2004; Bezerra <i>et al.</i> 2009; Freitas & Sazima 2006; Aguiar <i>et al.</i> 2003; Oliveira & Schindwein 2009
	Plantaginaceae	<i>Angelonia salicariifolia</i> , <i>A. campestris</i> , <i>A. integerrima</i>	t	Alagoinha (PE); Porto Murinho (MS); Caçapava do Sul (RS)	Vogel & Machado 1991; Aguiar & Melo 2009; Schindwein 1998
<i>C. trigonoides</i>	Krameriaceae	<i>Krameria bahiana</i> , <i>K. cuspidata</i> , <i>K. ixine</i>	e	Arembepe (BA); Oaxaca (México)	Machado 2004; Gimenes & Lobão 2006; Simpson <i>et al.</i> 1977; Simpson 1989
	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis oxyclada</i> ; <i>Byrsonima crassifolia</i> , <i>B. sericea</i> ; <i>Malpighia glabra</i> ; <i>Mcvaughia bahiensis</i> ;	e	Luís Antônio (SP); São Luís (MA); Panamá; Guanacaste (Costa Rica); Recife (PE);	Gaglianone 2003; Machado 2004; Silvera 2002; Vinson <i>et</i>

Subgênero Espécie	Família (planta)	Espécie (planta)	el.	Local de estudo	Referência bibliográfica
		<i>Stigmaphyllon littorale</i>		Arembepe, Salvador, Monte Santo (BA); Serra Negra do Norte (RN), México; Buenos Aires (Argentina)	<i>al.</i> 1995; Teixeira & Machado 2000; Aguiar <i>et al.</i> 2003; Vogel 1974
	Plantaginaceae	<i>Angelonia biflora</i> , <i>A. salicariifolia</i>	t	Macapá (AP); Alagoinha (PE); Porto Murtinho (MS)	Vogel 1974; Vogel & Machado 1991; Martins 2009
<i>C. vittata</i>	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> ; <i>Mcvaughia bahiensis</i>	e	Guanacaste (Costa Rica); Monte Santo (BA)	Vinson <i>et al.</i> 1995; Aguiar <i>et al.</i> 2003
<i>C. vulpecula</i>	Plantaginaceae	<i>Angelonia integerrima</i>	t	Porto Alegre (RS)	Martins 2009
<i>Heterocentris</i>					
<i>C. analis</i>	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis muricata</i> ; <i>Byrsonima crassifolia</i> , <i>B. intermedia</i> , <i>B. sericea</i> ; <i>Heteropterys aceroides</i> ; <i>Stigmaphyllon lalandianum</i> , <i>S. rotundifolium</i> , <i>S. tiliaefolium</i>	e	Campinas, Luís Antônio (SP); São Luís (MA); Hidalgo (México); Recife (PE); Salvador (BA); PA; AP	Sazima & Sazima 1989; Machado 2004; banco de dados <i>online</i> SEMK (www.collections.nhm.ku.edu/EntoWebSearch/); Gaglianone 2003; Teixeira & Machado 2000; Machado 2004; Vogel 1974
	Plantaginaceae	<i>Angelonia salicariifolia</i>	t	Porto Murtinho (MS)	Martins 2009
<i>C. terminata</i>	Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon tiliaefolium</i>	e	AP	Vogel 1974
<i>Melacentris</i>					
<i>C. collaris</i>	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis muricata</i> , <i>B. oxyclada</i> ; <i>Stigmaphyllon lalandianum</i>	e	Campinas, Luís Antônio (SP)	Sazima & Sazima 1989; Gaglianone 2003; Vogel & Machado 1991
<i>C. discolor</i>	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> , <i>B. crassa</i> , <i>B. laxiflora</i> , <i>B. subterranea</i> , <i>B. umbellata</i> , <i>B. variabilis</i> , <i>B. verbascifolia</i>	e	Botucatu, Serra da Bocaina (SP); Brasília (DF)	Gottsberger 1986; Machado 2004; Freitas & Sazima 2006
<i>C. dorsata</i>	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis adenopoda</i> , <i>B. latifolia</i> , <i>B. oxyclada</i>	e	Luís Antônio, Botucatu (SP)	Gaglianone 2003; Gottsberger 1986
<i>C. obsoleta</i>	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis oxyclada</i> ; <i>Mcvaughia bahiensis</i> ;	e	Luís Antônio (SP); Monte Santo (BA);	

Subgênero Espécie	Família (planta)	Espécie (planta)	el.	Local de estudo	Referência bibliográfica
		<i>Malpighia mexicana</i>		Oaxaca (México)	Gaglianone 2003; Aguiar <i>et al.</i> 2003; banco de dados <i>online</i> SEMK (www.collections.nhm.ku.edu/Vogel & Machado 1991
	Plantaginaceae	<i>Angelonia salicariifolia</i>	t	Alagoinha (PE)	
<i>C. violacea</i>	Malpighiaceae	<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	e	Luis Antônio (SP)	Gaglianone 2003
<i>Paracentris</i>					
<i>C. burgdorfi</i>	Krameriaceae	<i>Krameria argentea</i> , <i>K. gr&iflora</i> , <i>K. latifolia</i> , <i>K. tomentosa</i>	e	Brasília, Chapada da Contagem (DF); Formosa (GO); Buíque (PE)	Simpson 1989; Zanella 2002 (J. Neff leg.); Machado <i>et al.</i> 1997
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> , <i>B. crassa</i> , <i>B. laxiflora</i> , <i>B. psil&ra</i> , <i>B. subterranea</i> , <i>B. verbascifolia</i> , <i>Stigmaphyllon lalandianum</i>	e	Luis Antônio (SP); Brasília (DF); Ponta Grossa (PR)	Machado 2004; Gaglianone 2003; Gonçalves <i>et al.</i> 2009
	Plantaginaceae	<i>Angelonia eriostachys</i> , <i>A. goyazensis</i>	t	S. Gonçalo do Rio Preto (MG)	Martins 2009
<i>C. flavohirta</i>	Calceolariaceae	<i>Calceolaria chelidonioides</i> , <i>C. schickendantziana</i> , <i>C. tenuis</i> , <i>C. tripartita</i>	t	Região Central e Norte do Peru; Jujuy (Argentina)	Rasmussen 1999; Vogel 1974
<i>C. hyptidis</i>	Krameriaceae	<i>Krameria tomentosa</i>	e	Mamanguape (PB)	Aguiar <i>et al.</i> 2003
	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i> sp.	e	Canindé do São Francisco (SE)	Moura 2003
	Plantaginaceae	<i>Angelonia cornigera</i> , <i>A. pubescens</i>	t	Alagoinha (PE); Camaçari (BA); São Miguel do Tapuio (PI); Serra Negra do Norte (RN)	Machado <i>et al.</i> 2002; Machado 2004; Martins 2009; Vogel & Machado 1991; Aguiar <i>et al.</i> 2003
<i>C. hyptidoides</i>	Plantaginaceae	<i>Angelonia salicariifolia</i> ; <i>Basistemon silvaticus</i>	t	Porto Murtinho (MS)	Martins 2009
<i>C. klugii</i>	Malpighiaceae	<i>Byrsonima dealbata</i> , <i>B. variabilis</i>	e	S. Gonçalo do Rio Preto (MG); Serra da Bocaina (SP)	Martins 2009; Freitas & Szazima 2006
	Plantaginaceae	<i>Angelonia goyazensis</i>	t	S. Gonçalo do Rio Preto (MG)	Martins 2009
<i>C. lyngbyei</i>	Plantaginaceae	<i>Monttea aphylla</i>	t	Mendoza (Argentina)	Chacoff 2009 (comunicação pessoal)
<i>C. tricolor</i>	Malpighiaceae	<i>Banisteria</i> sp.; <i>Janusia guaranitica</i> ; <i>Tricomaria usillo</i>	e	Paraná, Mendoza (Argentina); Caçapava do	Vogel 1974; Schindwein 1998;

Subgênero Espécie	Família (planta)	Espécie (planta)	el.	Local de estudo	Referência bibliográfica
				Sul (RS)	Friese 1908; Neff <i>et al.</i> 1977; Simpson <i>et al.</i> 1990 (visita suspeita)
	Calceolariaceae	<i>Calceolaria loventziana</i>	t	Catamarca (Argentina)	Simpson <i>et al.</i> 1990; Zanella 2002 (J. Neff leg.)
	Plantaginaceae	<i>Angelonia integerrima</i> ; <i>Monttea schickendantzii</i>	t	Caçapava do Sul (RS); Catamarca, Córdoba (Argentina)	Sch lindwein 1998; Sérsic & Cocucci 1999
	Iridaceae	<i>Cypella herbertii</i>	t	Buenos Aires (Argentina)	Vogel 1974
	Solanaceae	<i>Nierembergia</i> sp., <i>N. linariifolia</i>	t	Catamarca, Córdoba (Argentina)	Simpson <i>et al.</i> 1990; Cosacov <i>et al.</i> 2008
<i>C. xanthomelaena</i>	Malpighiaceae	<i>Mcvaughia bahiensis</i>	e	Monte Santo (BA)	Aguiar <i>et al.</i> 2003
	Plantaginaceae	<i>Angelonia campestris</i> , <i>A. salicariifolia</i>	t	Alagoinha (PE)	Vogel & Machado 1991
<i>Ptilotopus</i>					
<i>C. moerens</i>	Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon auriculatum</i>	e	Itatim e Castro Alves (BA)	Aguiar <i>et al.</i> 2003
<i>C. sponsa</i>	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis adenopoda</i> , <i>B. malifolia</i> , <i>B. oxyclada</i> ; <i>Byrsonima coccolobifolia</i> ; <i>B. sericea</i> ; <i>Mcvaughia bahiensis</i> ; <i>Stigmaphyllon lalandianum</i>	e	Luis Antônio (SP); Castro Alves, Salvador, Monte Santo (BA)	Gaglianone 2003; Aguiar <i>et al.</i> 2003; Machado 2004
<i>Trachina</i>					
<i>C. fuscata</i>	Krameriaceae	<i>Krameria tomentosa</i>	e	Buíque (PE)	Machado <i>et al.</i> 1997
	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis adenopoda</i> ; <i>B. pubipetala</i> ; <i>Byrsonima crassifolia</i> ; <i>B. gardneriana</i> ; <i>B. sericea</i> ; <i>Heteropterys byrsonimifolia</i> ; <i>Malpighia glabra</i> ; <i>Mcvaughia bahiensis</i> ; <i>Ptilochaeta bahiensis</i> ; <i>Stigmaphyllon</i> sp.	e	Luis Antônio (SP); São Luís (MA); Guanacaste (Costa Rica); Canindé do São Francisco (SE); Buíque, Recife (PE); Salvador, Monte Santo, Castro Alves (BA); Serra Negra do Norte (RN); São João do Cariri (PB)	Gaglianone 2003; Machado 2004; Vinson <i>et al.</i> 1995; Moura 2003; Bezerra <i>et al.</i> 2009; Teixeira & Machado 2000; Machado 2004; Aguiar <i>et al.</i> 2003
	Plantaginaceae	<i>Angelonia salicariifolia</i> , <i>A. biflora</i>	t	Alagoinha (PE); Macapá (AP)	Vogel e Machado 1991; Vogel 1974
<i>C. longimana</i>	Orchidaceae	<i>Trichocentrum sitpitatum</i>	e	Panamá	Silvera 2002
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> ; <i>Lophantera lactescens</i> ; <i>Stigmaphyllon tomentosum</i>	e	São Luís (MA); Luis Antônio (SP)	Machado 2004; Gaglianone 2003

Subgênero Espécie	Família (planta)	Espécie (planta)	el.	Local de estudo	Referência bibliográfica
<i>C. similis</i>	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i> sp., <i>B. muricata</i> ; <i>Peixotoa reticulata</i> ; <i>Stigmaphyllon lalandianum</i>	e	PA; Campinas, Luís Antônio (SP)	Vogel 1974; Sazima & Sazima 1989; Gaglianone 2003; Vogel & Machado 1991
<i>Wagenknechtia</i>					
<i>C. cineraria</i>	Calceolariaceae	<i>Calceolaria corymbosa</i> , <i>C. pritchardii</i> ; <i>Sisyrinchium philippi</i>	t	Chile; Neuquén (Argentina)	Vogel 1974; Arroyo <i>et al.</i> 1982
<i>C. vardyorum</i>	Plantaginaceae	<i>Monttea aphylla</i>	t	Mendoza (Argentina)	Natacha P. Chacoff 2009 (comunicação pessoal); Simpson <i>et al.</i> 1990
<i>Xanthemisia</i>					
<i>C. bicolor</i>	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis adenopoda</i> ; <i>Stigmaphyllon lalandianum</i>	e	Luís Antônio (SP)	Gaglianone 2003
	Plantaginaceae	<i>Angelonia eriostachys</i>	t	S. Gonçalo do Rio Preto (MG)	Martins 2009
<i>C. lutea</i>	Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis malifolia</i> ; <i>Byrsonima</i> sp., <i>B. crassifolia</i> , <i>B. intermedia</i> ; <i>Peixotoa reticulata</i>	e	Luís Antônio (SP); Guanacaste (Costa Rica)	Gaglianone 2003; Snelling 1984 (P. A. Opler leg.); Vinson <i>et al.</i> 1995
<i>C. ferruginea</i>	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> ; <i>Stigmaphyllon hypargyreum</i>	e	Barro Colorado (Panamá)	Snelling 1984 (K. E. Steiner leg.)

DISCUSSÃO

Morfologia do aparato coletor de óleo das espécies de Centris

As cerdas especializadas presentes nas pernas das fêmeas de *Centris* revelaram nítidas diferenças quanto à forma e o grau de desenvolvimento de acordo com o tipo de elaióforo mais explorado pelas abelhas - se epiteliais ou tricomáticos - ou, devido à possível perda do hábito coletor dos óleos florais. Os quatro padrões morfológicos observados entre as espécies de *Centris* são discutidos conforme as associações com flores de óleo registradas para estas espécies.

Padrão four-legged

Esse arranjo de cerdas é o mais comum entre as espécies de *Centris* e o que mais caracteriza o aparato coletor de óleo desenvolvido nesse grupo, associado principalmente à coleta em flores de Malpighiaceae. Os pentes coletores presentes nas pernas anteriores e médias são utilizados durante a visita a essas flores e possivelmente se desenvolveram com o contato das pernas com os pares de glândulas epiteliais. Durante a visita, as fêmeas se prendem pelas mandíbulas na base da pétala estandarte e abraçam a flor alcançando os elaióforos na face abaxial com as pernas anteriores e médias. As glândulas então são raspadas de baixo para cima com movimentos verticais, e as pernas são puxadas em direção ao corpo das abelhas. Após cada movimento, as pernas se afastam da glândula, se esticam e voltam a raspar as glândulas num movimento proximal. Esse comportamento altamente especializado é exibido apenas por membros da tribo Centridini. Durante a coleta, as fêmeas entram em contato com os órgãos reprodutores e podem polinizar as flores (Vogel 1974).

As demais abelhas coletoras de óleo que também exploram óleos de malpiguiáceas (membros de Tetrapediini e Tapinotapisdini) geralmente visitam-nas de maneira ilegítima se posicionando na superfície abaxial das flores e não efetuam a polinização (Vogel 1990b;

Neff & Simpson 1981). Outra diferença é que raspam as glândulas no sentido inverso, da região proximal para a distal. O movimento de raspar as pernas para longe do corpo é o mais comum entre as abelhas coletoras de óleo em geral, exibido também por machos de Euglossini que coletam compostos aromáticos nas pétalas de algumas orquídeas. Também se assemelha muito ao movimento realizado durante o *grooming* das abelhas, que consiste em elevar as pernas sobre a cabeça (ou mesossoma) e afastá-las removendo os detritos, sendo provavelmente ancestral entre as abelhas (Jander 1976). Como os elaióforos das malpiguiáceas se posicionam na região abaxial das flores, a coleta com o movimento contrário, ou seja, puxando as pernas, deve ter sido mais apropriada já que as fêmeas “abraçam” as flores por cima (Neff & Simpson 1981; Alves dos Santos *et al.* 2006). Esse nível de especialização aliado ao serviço prestado pelas abelhas na polinização das flores deve ter contribuído para a estreita relação que evoluiu entre esses grupos.

Nas espécies com padrão *four-legged*, é possível notar que as regiões mais desenvolvidas das pernas anteriores e médias são as porções anteriores e distais dos basitarsos, onde estão presentes os pentes e principais cerdas coletoras. Estas devem ser as regiões de maior contato com as glândulas e responsáveis pelo recolhimento dos óleos. A morfologia das cerdas adjacentes a estas regiões confirma essa hipótese, já que estas também se apresentam modificadas e apresentam ápices curvados nessa direção. Durante a coleta, as pernas devem realizar um movimento diagonal sobre as glândulas contatando tanto a porção distal quanto a porção lateral interna dos basitarsos. A curvatura das cerdas voltada para dentro é adequada com o movimento de puxar as pernas em direção ao corpo, acumulando os óleos sobre as cerdas. Sendo os basitarsos anteriores mais desenvolvidos, evidenciados pela presença do *hood-organ*, estes devem realizar maior contato com as glândulas, e possivelmente são responsáveis pela maior parte da coleta do óleo.

A presença de uma cerda apical curvada inserida atrás do pente anterior e o espessamento da última cerda distal do pente médio observados nas espécies de *Centris s. str.* podem ser explicados pelo maior contato dessa região com a superfície das glândulas. Essas modificações foram observadas nos subgêneros *Centris*, *Paracentris* e *Penthemisia*, e possivelmente se devem a proximidade existente entre esses grupos (Ayala 1998). A cerda apical modificada presente no basitarso médio de *C. (W.) moldenkei* indicaria uma possível convergência dessa característica.

Outra evidência do contato com a porção anterior e distal dos basitarsos anteriores e médios é a ocorrência de morfologia semelhante nas fêmeas de *Epicharis* e *Monoeca*, também visitantes de flores de Malpighiaceae. Segundo Neff & Simpson (1981), de acordo com as características das estruturas coletoras de óleo, *Monoeca* seria ancestral, seguida de *Epicharis* e *Centris*. Ou seja, provavelmente os ancestrais de *Centris* apresentavam cerdas similares às encontradas nesses gêneros.

Para romper o epitélio que recobre as glândulas epiteliais das malpighiáceas, as abelhas utilizam os ápices pontiagudos das cerdas rígidas dos pentes, cerdas gigantes e cerdas secundárias (Neff & Simpson 1981). Durante a coleta, as cerdas espatuladas e flexíveis dos pentes e cerdas gigantes são pressionadas e deslizam sobre a superfície do elaióforo (Vogel 1974; Neff & Simpson 1981). Na perna anterior, o óleo provavelmente se acumula na cavidade formada pelo *hood-organ*, retido pelas cerdas que ocorrem nessa região. As cerdas anteriores ligeiramente espatuladas dotadas de suaves estrias transversais possivelmente também auxiliam na retenção dos lipídeos. Neff & Simpson (1981) observaram essas características em indivíduos de *Hemisiella* e questionaram a mesma função para essas estruturas. Vogel (1974), no entanto, sugere que os óleos se acumulariam principalmente nos pêlos plumosos da superfície dorsal. Na perna média, o óleo pode se acumular tanto nas cerdas posteriores estriadas quanto nas cerdas anteriores entremeadas por densa pilosidade. As cerdas posteriores são utilizadas também na passagem do óleo da perna anterior para a posterior. A depressão observada na porção proximal dessas estruturas indica a região de contato com a perna anterior durante a transferência dos recursos (Jander 1976).

O acúmulo dos óleos em cerdas rígidas e flexíveis provavelmente facilita a passagem destes entre as pernas anteriores e médias e destas para a escopa nas pernas posteriores (Gaglianone 2001). Os esporões tibiais pectinados devem auxiliar na remoção dos óleos da superfície ventral das pernas médias. A escopa, pelo contrário, formada por densa pilosidade ramificada deve assegurar que o óleo não seja perdido durante o transporte até o ninho.

O arranjo *four-legged* e o comportamento de coleta adaptado às flores de Malpighiaceae também são empregados na exploração das flores de *Krameria* num processo muito semelhante. Assim como nas primeiras, as abelhas se prendem pelas mandíbulas na base

das três pétalas fundidas e abraçam a flor entrando em contato com as duas glândulas epiteliais (Simpson *et al.* 1977). Segundo estudos prévios, as fêmeas podem utilizar as quatro pernas ou apenas as pernas anteriores para coletar os óleos de *Krameria* (Simpson *et al.* 1977; Simpson 1989; Gimenes & Lobão 2006). Provavelmente isso se deve à diferenças de tamanho entre as abelhas e as flores. Todavia, a maior parte das espécies de *Centris* (maioria *Paracentris*) que visitam *Krameria*, possuem pentes desenvolvidos em ambas as pernas anteriores e médias. As cerdas devem possuir mesma função empregada na coleta nas malpighiáceas, rompendo o epitélio que recobre as glândulas e raspando os óleos expostos. Estudos afirmam que a adaptação às plantas de Malpighiaceae deve ter ocorrido em primeiro lugar e que a exploração e a evolução de *Krameria* só se deu graças à primeira. Todas as plantas, todavia, são muito dependentes em relação às fêmeas de *Centris* no que diz respeito à polinização das flores. Espécies de *Krameria* são visitadas exclusivamente por fêmeas de *Centris* (Vogel 1974; Simpson 1989).

Não há observações do comportamento de coleta em flores de *Oncidium* (citado como sinônimo *Trichocentrum*, Orchidaceae). Todavia, sendo a maioria destas orquídeas miméticas às flores de Malpighiaceae, provavelmente o comportamento é similar. Já em *Angelonia*, a coleta pode ser realizada apenas com as pernas anteriores, devido à localização dos tricomas nas duas bolsas da corola. Apesar do aparato coletor não ser adaptado a este “design”, as fêmeas aparentemente conseguem recolher os óleos sem muitos problemas (Buchmann 1987; Stpiczyńska *et al.* 2007). No entanto, algumas espécies de *Centris* exibem movimentos simultâneos com as pernas médias enquanto coletam, como observado durante a visita de *C. (C.) aenea* e *C. (T.) fuscata* por Vogel & Machado (1991).

Quanto às variações no número de cerdas gigantes, o número reduzido observado nos subgêneros *Xanthemisia*, *Trachina* e *Heterocentris* provavelmente deve-se ao fato de serem grupos mais basais do grupo *Centris* e do grupo *Trachina* respectivamente (Ayala 1998). No entanto, *Hemisiella* faz parte do grupo *Trachina* e apresenta três cerdas gigantes com modificações, indicando provável derivação dentro deste. Outra característica encontrada somente no grupo *Trachina* diz respeito aos pentes médios, que possuem cerdas distais eretas e não curvadas como nos demais subgêneros, sendo mais desenvolvido na porção proximal. Essa morfologia é mais acentuada em membros de *Heterocentris* e pode ter

relação com a posição basal do grupo do mesmo modo. Já a ocorrência de mais cerdas gigantes em *Aphemisia*, *Melacentris* e *Ptilotopus*, assim como o número elevado de cerdas secundárias anteriores, deve-se provavelmente ao tamanho corpóreo avantajado das abelhas desses gêneros.

Padrão four-legged modificado e padrão two-legged

As modificações encontradas nas espécies diagnosticadas com essas morfologias são associadas principalmente à coleta em flores com elaióforos tricomáticos, realizada apenas com as pernas anteriores. Nas espécies com padrão *two-legged*, as relações com essas flores se tornaram tão estreitas que estas acabaram por perder grande parte das adaptações nas pernas médias utilizadas na coleta em flores de Malpighiaceae. Nos indivíduos com padrão *four-legged* modificado, no entanto, estas adaptações foram mantidas e ocorreu o desenvolvimento de outras que facilitaram a coleta sobre os tricomas com as pernas anteriores.

A localização de elaióforos tricomáticos em regiões estreitas da corola acarretou não só na limitação à exploração com as pernas anteriores, mas também numa mudança dos segmentos dessas pernas que entram em contato com as glândulas. Nas flores de Malpighiaceae, as fêmeas conseguem contatar toda superfície ventral dos basitarsos nos elaióforos. Já nos elaióforos tricomáticos, tocam apenas os mediotarsos e a porção distal dos basitarsos. Esse comportamento pode ser comprovado pelo desenvolvimento de cerdas coletoras principalmente nessas regiões das pernas, e pela redução das cerdas proximais do pente anterior. Nessas espécies, os movimentos executados durante a coleta devem ser verticais com pressão na porção distal das pernas.

Na maioria das espécies, verifica-se o desenvolvimento de ápices arredondados nas cerdas dos basitarsos e mediotarsos anteriores, provavelmente associados a um maior contato com os tricomas distribuídos na superfície das pétalas. Na coleta nesses elaióforos não há necessidade de romper o epitélio com os ápices pontiagudos das cerdas, como ocorre nas glândulas epiteliais. Outra modificação que parece otimizar a coleta nos tricomas foi aumento das cerdas gigantes, observado em *C. (P.) flavohirta*, *C. (P.) tricolor*,

C. (M.) obsoleta e nas espécies de *Hemisiella*. Essa característica foi primeiramente observada por Vogel (1974) em *C. flavohirta* (citado como *C. autrani*), que a associou à coleta em flores de *Calceolaria*. Neff & Simpson (1981) também observaram aumento dessas cerdas em *C. (H.) trigonoides* e em outras espécies pertencentes a *Paracentris* e *Wagenknechtia*, e o associaram à coleta em glândulas tricomáticas.

O desenvolvimento de tufos de cerdas finas na superfície dos tarsômeros anteriores aparentemente está relacionado à retenção dos óleos coletados (Vogel 1974; Neff & Simpson 1981; Simpson *et al.* 1990; Sérsic & Cocucci 1999). Em todas as espécies os tufos se encontram inseridos ao lado de pentes ou conjunto de cerdas espatuladas. Esse tipo de arranjo é muito encontrado nos indivíduos de Tapinotaspidini, que por sua vez coletam principalmente em flores com elaióforos tricomáticos (Cocucci *et al.* 2000). As cerdas espatuladas atuam raspando os óleos dos tricomas, que se acumularia sendo absorvido pela pilosidade dos tufos.

O desenvolvimento dos tufos, no entanto, não é uma modificação tão abrupta dentro do gênero *Centris*, visto que nas espécies com arranjo *four-legged* também ocorrem cerdas semelhantes nos mesmos locais, porém menos desenvolvidas. Assim como é observado um padrão de desenvolvimento das cerdas coletoras, que passam de delgadas e afiladas para rígidas e espatuladas, nas cerdas que formam os tufos a tendência é se tornarem cada vez mais densas, finas e ramificadas.

Tufos de cerdas também são observados em outros grupos de Apoidea não coletores de óleo, todavia utilizados para outros fins, como *grooming* e coleta de pólen. Nessas espécies, as densas cerdas finas são pressionadas e friccionadas contra as superfícies, forçando a captura das partículas (Hlavac 1975; Neff & Simpson 1981). O movimento de pressionar e esfregar as cerdas é semelhante ao sugerido para *C. (P.) hyptidis* durante a coleta dos óleos em flores de *Angelonia*, na qual os lipídeos seriam absorvidos por capilaridade (Vogel & Machado 1991). Todavia, o fato de ocorrerem cerdas espatuladas em toda região anterior dos mediotarsos abelhas levanta a dúvida de qual seria a região responsável pela coleta. A mesma questão pode ser aplicada a *C. (P.) hyptidoides*, espécie com morfologia semelhante. Nessas duas espécies a coleta em elaióforos tricomáticos deve ser realizada principalmente com os mediotarsos, já que ambas apresentam reduções nas cerdas do basitarso.

Por outro lado, em *C. (W.) vardyorum*, os tufos presentes nos tarsômeros anteriores provavelmente são as principais estruturas coletoras, já que todas as cerdas espatuladas foram perdidas. Essas abelhas provavelmente utilizam toda superfície ventral dos basitarsos e mediotarsos anteriores durante a coleta nos elaióforos tricomáticos. Ademais, essa foi a única espécie a apresentar deslocamento do pente anterior para a porção proximal do basitarso. Essa modificação, em conjunto com o desenvolvimento de cerdas ligeiramente espatuladas anteriores ao pente vestigial, evidenciam o contato do basitarso com as glândulas.

Segundo Neff & Simpson (1981), os tufos de cerdas têm origens independentes e surgiram ao menos três vezes entre as espécies de *Centris*. Uma dessas origens teria ocorrido entre um grupo de espécies de *Paracentris* da América do Sul, que hoje abriga também espécies de *Penthemisia*, e as outras duas entre espécies de *Paracentris* da América do Norte e entre espécies de *Wagenknechtia*.

A não utilização das pernas médias durante a coleta nas flores com elaióforos tricomáticos ocasionou na redução das cerdas do pente médio e demais cerdas especializadas presente nos basitarsos, acarretando na perda dessas estruturas em *C. (W.) cineraria*. Segundo Vogel (1974), a exploração das glândulas apenas com as pernas anteriores é derivada em *Centris*, afirmação que pode ser comprovada pela presença do arranjo *four-legged* na grande maioria das espécies.

Alterações comportamentais são relatadas para algumas espécies, como *C. (P.) xanthomelaena* e *C. (M.) obsoleta* que não movimentam as pernas médias em conjunto com as pernas anteriores durante a coleta em flores de *Angelonia*, mantendo-as apenas apoiadas sobre as pétalas. Em *C. (H.) tarsata* e *C. (H.) trigonoides*, por outro lado, o movimento simultâneo ainda é executado (Vogel & Machado 1991; Martins 2009).

Apesar da grande maioria das espécies com padrão *two-legged* apresentarem associações com flores de elaióforos tricomáticos, a ocorrência de registros de visita em plantas com elaióforos epiteliais indica que essas abelhas também são atraídas por essas flores. Mesmo nas espécies que sofreram grandes reduções nos pentes, como *C. (P.) hyptidis*, foram observadas visitas em flores de Malpighiaceae (Moura 2003). No entanto, não se sabe se as fêmeas conseguem coletar os óleos de modo eficiente (Neff & Simpson 1981).

Morfologia vestigial

O fato de nenhuma das espécies diagnosticadas com esse arranjo de cerdas ter sido registrada coletando óleos nas flores levanta a suspeita de que essas abelhas provavelmente tenham perdido o hábito coletor. Outras espécies citadas na literatura, como *C. anomala*, *C. pallida* (*Paracentris*) e *C. mixta* (*Penthemisia*) apresentam morfologia semelhante e também não possuem registros de visitas em plantas produtoras de óleo (Vivallo *et al.* 2003; Neff & Simpson 1981).

Uma série de hipóteses é sugerida para a possível perda do hábito coletor em *Centris*. Em geral, esta é associada à ocorrência dessas abelhas em áreas mais secas, onde a necessidade da coleta dos óleos para impermeabilização dos ninhos é menor em relação aos ambientes úmidos. Uma outra suposição seria a de que nessas regiões há um baixo índice ou ausência de plantas produtoras de óleo que ocasionou na redução das cerdas coletoras dessas espécies.

Na classificação antiga proposta por Snelling (1984) as espécies de *Centris* que sofreram perda dos pentes coletores das pernas anteriores e médias eram abrigadas no subgênero *Xerocentris*, hoje sinônimo de *Paracentris* (Zanella 2002), sugerindo que deveria haver uma origem comum para a perda do hábito coletor nessas espécies. No entanto, as espécies de *Xerocentris* apresentavam distribuição anfitropical, ocorrendo principalmente nos desertos da América do Norte e representadas por *C. mixta* nos desertos da América do Sul, indicando provável convergência dessa perda ou uma origem mais antiga. Em 1981, ao analisarem as espécies das regiões andinas do Chile e da Argentina, Neff & Simpson notaram semelhanças entre essas espécies e as fêmeas de *C. mixta*, sugerindo então origens independentes para a perda das cerdas coletoras nos dois hemisférios. Essas espécies pertencem hoje ao subgênero *Penthemisia*, grupo endêmico de regiões do Chile, Argentina e Peru (Zanella 2002). A origem independente dessas perdas em ambos os hemisférios é fundamentada pelas semelhanças observadas entre as espécies que ocorrem no norte e da mesma forma, semelhanças observadas entre as espécies que ocorrem no sul. Ao norte, ocorreram perdas mais consideráveis das estruturas coletoras, apenas um pente vestigial está presente formado por cerdas afastadas entre si nas pernas anteriores e não ocorrem cerdas modificadas nas pernas médias. No hemisfério sul, por

outro lado, as abelhas apresentam morfologia similar à observada em *C. tamarugalis* e *C. moldenkei*, com todas as cerdas características do arranjo *four-legged* presentes, porém menos desenvolvidas, sugerindo que a redução das estruturas coletoras nessas espécies grupo deve ter ocorrido em uma época mais recente em relação às espécies mais modificadas da América do Norte.

Visto que há um consenso quanto à evolução em conjunto das espécies de *Centris* com as flores de Malpighiaceae (Anderson 1979, 1990; David *et al.* 2002, 2004; Taylor & Crepet 1987), a redução nas cerdas coletoras certamente é uma característica derivada dentro do grupo.

Distribuição geográfica das espécies de Centris e plantas de óleo na região Neotropical

Ao analisar as congruências geográficas entre as espécies de *Centris* e as plantas dotadas com diferentes tipos de elaióforos é possível inferir hipóteses sobre a evolução das cerdas coletoras nas espécies de *Centris* nas diferentes regiões do continente americano. Abelhas do gênero *Centris* parecem estar originalmente associadas com espécies de Malpighiaceae e provavelmente suas cerdas coletoras se desenvolveram primordialmente em função da coleta nos elaióforos epiteliais dessas plantas (Vogel 1974), o que explica o desenvolvimento do arranjo típico *four-legged* na grande maioria das espécies do grupo. As primeiras malpighiáceas apareceram em locais úmidos e de baixa altitude ao norte da América do Sul e expandiram em direção ao norte e ao Velho Mundo, estabelecendo posteriormente nas regiões tropicais da África, Ásia e Austrália (Taylor & Crepet 1987; Anderson 1979, 1990; Davis *et al.* 2002, 2004). Vogel (1990b), no entanto, sugere uma migração mais antiga em direção às regiões africanas antes da separação da Gondwana. No continente americano, a maioria das malpighiáceas se estabeleceu em ambientes tropicais e subtropicais, não adentrando em regiões mais frias e secas ao norte dos Estados Unidos, montanhas andinas ou ao sul do Chile e Argentina. As espécies de *Centris* parecem ter expansões similares a essas plantas partindo do mesmo centro de origem, no entanto, se restringiram à região Neotropical e adentraram nas regiões andinas. A ausência destas abelhas em regiões do continente africano está relacionada à ausência de glândulas de óleo

nas espécies de malpigiáceas que ocorrem na África (Anderson 1979, 1990). Já nas regiões próximas aos Andes e ao sul do Chile e da Argentina, é provável que as espécies de *Centris* tenham se adaptado melhor em relação a essas plantas. Nessas áreas, possivelmente encontraram outras fontes de óleo representadas pelas plantas com elaióforos tricomáticos, mais abundantes na região. Para isso as espécies desenvolveram cerdas adaptadas à coleta nessas glândulas, como nas espécies com padrão *four-legged* modificado e padrão *two-legged*. No entanto, ao norte do Chile, onde provavelmente se depararam com um baixo índice de plantas produtoras de óleo, acabaram por perder grande parte das características coletoras, como observado nas espécies com morfologia vestigial.

As espécies de *Centris* que ocupam regiões próximas aos Andes pertencem principalmente aos subgêneros dos grupos-alvo *Paracentris*, *Penthemisia* e *Wagenknechtia*. A distribuição de *Paracentris* e *Penthemisia* foi bem discutida por Zanella (2002) em uma revisão sobre esses grupos. No entanto, na época do trabalho, a espécie *C. hyptidis* não possuía uma posição bem definida e não foi incluída na revisão. Do mesmo modo, *C. (P.) hyptidoides* também não foi incluída, pois foi descrita somente após a publicação do trabalho (Roig-Alsina 2000). Estas duas espécies foram as únicas dentre aquelas com padrão *two-legged* que ocorrem no Nordeste do Brasil. De acordo com Vogel e colaboradores (2002), essas espécies devem ter uma origem comum austral a partir de uma espécie adaptada em coletar em flores com elaióforos tricomáticos.

As espécies de *Centris* que ocorrem nas regiões tropicais mantêm suas associações com as espécies de Malpighiaceae e conseqüentemente o arranjo *four-legged* adaptado à coleta nessas flores. Todavia, nessas regiões surgiram outras plantas produtoras de óleo, como Krameriaceae e Plantaginaceae, reconhecidas devido a semelhanças morfológicas ou químicas com flores de Malpighiaceae (Vogel 1974; Simpson *et al.* 1977; Vogel & Machado 1991). As abelhas passaram a visitar tanto plantas com elaióforos epiteliais quanto plantas com elaióforos tricomáticos, desenvolvendo certas adaptações a essas últimas, como observado nas espécies com padrão *four-legged* modificada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os aparatos coletores de óleo examinados nas espécies de *Centris* são visíveis os diferentes padrões associados principalmente ao tipo de elaióforo presentes nas flores (epiteliais ou tricomáticos) e quais pernas são utilizadas para explorar os mesmos, se apenas as pernas anteriores ou ambas as pernas anteriores e médias. Partindo do princípio que o padrão *four-legged* e a coleta com as quatro pernas em flores epiteliais de Malpighiaceae são ancestrais entre as espécies de *Centris*, a coleta com as pernas anteriores em elaióforos tricomáticos e a presença de cerdas adaptadas a esse tipo de glândula nessas pernas são características derivadas dentro do grupo.

A partir da análise das associações com flores de óleo registradas para cada grupo morfológico, é possível observar que as espécies com padrão *four-legged* e padrão *four-legged* modificado são mais generalistas quanto às fontes de óleo em relação às espécies com padrão *two-legged*. Ou seja, as abelhas dotadas de pentes nas quatro pernas demonstram um maior espectro de plantas exploradas quanto ao recurso óleo em relação às abelhas com aparatos apenas nas pernas anteriores. Os elaióforos tricomáticos podem ser explorados por ambas as estruturas (pentes e tufo de cerdas), os elaióforos epiteliais necessitam da ruptura do epitélio para a liberação dos óleos, e limitam a exploração às abelhas dotadas de pentes nas pernas (Vogel 1974; Neff & Simpson 1981).

A relação entre as espécies de *Centris* e as flores produtoras de óleo pode ser traduzida como uma mistura de obrigatoriedade e facultatividade envolvendo uma série de adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais que resultaram no enorme sucesso ecológico apresentado por esse grupo de abelhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, C.M.L. Flower visits of *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae) in an area of caatinga (Bahia, Brazil). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 38, p. 41-45, 2003.

AGUIAR, C.M.L.; GAGLIANONE, M.C. Nesting biology of *Centris (Centris) aenea* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 20, n. 4, p. 601-606, 2003.

AGUIAR, C.M.L.; ZANELLA, F.C.V.; MARTINS, C.F.; CARVALHO, C.A.L. Plantas visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na Caatinga para obtenção de recursos florais. *Neotropical Entomology*, v. 32, n. 2, p. 247-259, 2003.

AGUIAR, C.M.L.; GARÓFALO, C.A. Nesting biology of *Centris (Hemisiella) tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, n. 3, p. 477-486, 2004.

AGUIAR, C.M.L.; GARÓFALO, C.A.; ALMEIDA, G.F. Biologia de nidificação de *Centris (Hemisiella) trigonoides* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23, n. 2, p. 323-330, 2006.

ALVES-DOS-SANTOS, I.; NAXARA, S.R.C.; PATRÍCIO, E.F.L.R.A. Notes on the morphology of *Tetrapedia diversipes* Klug 1810 (Tetrapediini, Apidae), an oil collecting bee. *Brazilian Journal of Morphological Sciences*, v. 23, n. 3-4, p. 425-430, 2006.

ALVES-DOS-SANTOS, I.; MACHADO, I.C.; GAGLIONE, M.C. História natural das abelhas coletoras de óleo. *Oecologia Brasiliensis*, v. 11, n. 3, p. 242-255, 2007.

ANDERSON, W.R. Floral conservation in neotropical Malpighiaceae. *Biotropica*, v. 11, n. 2, p. 219-223, 1979.

ANDERSON, W.R. The origin of the Malpighiaceae - the evidence from morphology. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, v. 64, p. 210-224, 1990.

ARROYO, M.T.K.; PRIMACK, R.B.; ARMESTO, J.J. Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of central Chile. I. Pollination mechanisms and altitudinal variation. *American Journal of Botany*, v. 69, p. 82-97, 1982.

AYALA, R. *Sistematica de los taxa supraespecificos de las abejas de la tribu Centridini (Hymenoptera: Anthophoridae)*. 280 p. Tese (Doutorado em Biologia) - Universidad Nacional Autónoma de México, México. 1998.

BAWA, K.S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 21, p. 399-422, 1990.

BEZERRA, E.L.S.; MACHADO, I.C. & MELLO M.A.R. Pollination networks of oil-flowers: a tiny world within the smallest of all worlds. *Journal of Animal Ecology*, v. 78, p. 1096-1101, 2009.

BUCHMANN, S.L.; NABHAN, G.P. *The forgotten pollinators*. Washington, D.C.: Island Press, 1996. 292 p.

BUCHMANN, S.L. The ecology of oil flowers and their bees. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 18, p. 343-369, 1987.

CARVALHO, P.D., BORBA, E.L.; LUCCHESI, A.M. Variação no número de glândulas e produção de óleo em flores de *Stigmaphyllon paralias* A. Juss. (Malpighiaceae). *Acta Botanica Brasilica*, v. 19, p. 209-214, 2005.

COCUCCI, A. Pollination biology of *Nierembergia* (Solanaceae). *Plant Systematics and Evolution*, v. 174, p. 17-35, 1991.

COCUCCI, A.; SÉRSIC, A.; ROIG-ALSINA, A. Oil-collecting structures in Tapinotaspidini: their diversity, function and probable origin (Hymenoptera: Apidae). *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft*, v. 90, p. 51-74, 2000.

COSACOV, A.; NATTERO, J.; COCUCCI, A.A. Variation of pollinator assemblages and pollen limitation in a locally specialized system: the oil-producing *Nierembergia linariifolia* (Solanaceae). *Annals of Botany*, v. 102, n. 5, p. 723-34, 2008.

COSACOV, A.; SÉRSIC, A.N.; SOSA, V.; DE-NOVA, J.A.; NYLINDER, S.; COCUCCI, A.A. New insights into the phylogenetic relationships, character evolution, and phylogeographic patterns of *Calceolaria* (Calceolariaceae) *American Journal of Botany*, v. 96, n. 12, p. 2240-2255, 2009.

COVILLE, R.E.; FRANKIE, G.W.; VINSON, S.B. Nests of *Centris segregata* (Hymenoptera: Anthoporidae) with a review of the nesting habits of the genus. *Journal of the Kansas Entomological Society*, v. 56, n. 2, p. 109-122. 1983.

CRIA. Banco de dados das coleções biológicas. Disponível em: <http://smlink.cria.org.br>. Acesso em: fevereiro de 2010.

DAFNI, A.; KEVAN, P.G.; HUSBAND, B.C. *Practical Pollination Biology*. Canadá: Enviroquest Ltd.,. 2005. 590 p.

DAVIS, C.C.; BELL, C.D.; MATHEWS, S.; DONOGHUE, M.J. Laurasian migration explains Gondwanan disjunctions: evidence from Malpighiaceae. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 99, p. 6833-6837, 2002.

DAVIS, C.C.; FRITSCH, P. W.; BELL, C.D.; MATHEWS, S. High latitude Tertiary migrations of an exclusively tropical clade: Evidence from Malpighiaceae. *International Journal of Plant Sciences*, v. 165, n. 4 Suppl., p. S107-S121, 2004.

DÓREA, M.C.; SANTOS, F.A.R.; LIMA, L. C. L.; FIGUEROA, L.E.R. Análise polínica do resíduo pós-eclosão de ninhos de *Centris tarsata* Smith (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Neotropical Entomology*, v. 38, p. 197-202, 2009.

DORMANN, C.F.; FRÜND, J.; BLÜTHGEN, N.; GRUBER, B. Indices, graphs and null models: analyzing bipartite ecological networks. *The Open Ecology Journal*, v. 2, p. 7-24, 2009.

DRUMMONT, P.; SILVA, F.O.; VIANA, B.F. Ninhos de *Centris (Heterocentris) terminata* Smith (Hymenoptera: Apidae, Centridini) em fragmentos de Mata Atlântica secundária, Salvador, BA. *Neotropical Entomology*, v. 37, n. 3, p. 239-246, 2008.

FENSTER, C.B.; ARMBRUSTER, W.S.; WILSON, P.; DUDASH, M.R.; THOMSON, J.D. Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology and Systematics* v. 35, p. 375-403, 2004.

FREITAS, B.M.; ALVES, J.E.; BRANDÃO, G.F; ARAUJO, Z.B. Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. *Journal of Agricultural Science*, v. 133, p. 303-311, 1999.

FREITAS, L.; SAZIMA, M. Pollination biology in a tropical high-altitude grassland in Brazil: interactions at the community level. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 93, p. 465-516, 2006.

FRIESE, H. Die Apidae (Blumenwespen) von Argentina nach den Reiseergebnissen der Herren A.C. Jensen-Haarup und P. Joergensen in den Jahren 1904-1907. *Flora og Fauna* v. 10, p. 1-94, 1908.

GAGLIANONE, M.C. *Bionomia de Epicharis, associações com Malpighiaceae, e uma análise filogenética e biogeográfica das espécies dos subgêneros Epicharis e Epicharana (Hymenoptera, Apidae, Centridini)*. 188p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2001.

GAGLIANONE, M.C. Abelhas da tribo Centridini na Estação Ecológica de Jataí (Luís Antonio, SP): composição de espécies e interações com flores de Malpighiaceae. In: MELO, G.A.R.; ALVES-DOS-SANTOS, I. (Eds.), *Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure*. Criciúma: UNESC, 2003. p. 279-284.

GBIF. Banco de dados das coleções biológicas. Disponível em: <http://data.gbif.org>. Acesso em: fevereiro de 2010.

GIMENES, M.; LOBÃO, C.S. A polinização de *Krameria bahiana* B.B. Simpson (Krameriaceae) por abelhas (Apidae) na restinga, BA. *Neotropical Entomology*, v. 35, p. 440-445, 2006.

GONÇALVES, R.B.; MELO, G.A.R.; AGUIAR, A.J.C. A assembléia de abelhas de uma área restrita de campos naturais do Parque Estadual de Vila Velha, Paraná e comparações com áreas de campos e cerrado. *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 49, n. 14, p. 163-181, 2009.

GOTTSBERGER, G. Some pollination strategies in neotropical savannas and forests. *Plant Systematics and Evolution*, v. 152, p. 29-45, 1986.

HLAVAC, T.F. Grooming systems of insects: structure, mechanics. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 68, p. 823-826, 1975.

JANDER, R. Grooming and pollen manipulation in bees (Apoidea): the nature and evolution of movements of involving the foreleg. *Physiological Entomology*, v. 1, p. 179-194, 1976.

JESUS, B.M.V.; GARÓFALO, C.A.; Nesting behaviour of *Centris (Heterocentris) analis* (Fabricius) in southeastern Brazil (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, v. 31, p. 503-515, 2000.

MACHADO, I.C. Oil-collecting bees and related plants: a review of the studies in the last twenty years and case histories of plants occurring in NE Brazil. In: FREITAS, B.M. & PEREIRA, J.O.P (Eds.). *Solitary bees, conservation, rearing and management for pollination*. Fortaleza: Editora Imprensa Universitária, 2004. p. 255-280.

MACHADO, I.C.; SIQUEIRA FILHO; J.A.; LOPES, A.V.F.; VOGEL, S. Organização e polinização das flores de óleo de *Krameria tomentosa* (Krameriaceae). In: XLVIII Congresso Nacional de Botânica, Crato, CE. *Resumos*, 1997. p. 19..

MACHADO, I.C.; VOGEL, S.; LOPES, A.V. Pollination of *Angelonia cornigera* Hook. (Scrophulariaceae) by long-legged oil-collecting bees in NE Brazil. *Plant Biology*, v. 4, p. 352-359, 2002.

MARTINS, A.C. *Abelhas coletoras de óleo e suas interações com as flores de Plantaginaceae produtoras de óleo floral*. 105p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2009.

MICHENER, C.D. *The bees of the world*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2007. 953 p.

MICHEZ, D.; NEL, A.; MENIER, J.J.; RASMONT, P. The oldest fossil of a melittid bee (Hymenoptera: Apiformes) from the early Eocene of Oise (France). *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 150, p. 701-709, 2007.

MOURE, J.S.; URBAN, D.; MELO, G.A.R. *Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical region*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007. 1058 p.

NEFF, J.L.; SIMPSON, B.B. Oil-collecting structures in the Anthophoridae: Morphology, function and use in systematics. *Journal of the Kansas Entomological Society*, v. 54, p. 95-123, 1981.

OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. Searching for a manageable pollinator for acerola orchards: the solitary oil-collecting bee, *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Journal of Economic Entomology*, v. 102, p. 265-273, 2009.

PAUW, A. Floral syndromes accurately predict pollination by a specialized oil-collecting bee (*Rediviva peringueyi*, Melittidae) in a guild of South African orchids (Coryciinae). *American Journal of Botany*, v. 93, n. 6, p. 917-926, 2006.

RASMUSSEN, C. *Coevolution of the oil bee-Calceolaria system in the Andes of Peru*. iv + 87 p. Thesis (Master of Science) - University of Århus, Denmark. 1999.

RASMUSSEN, C.; OLESEN, J.M. Oil flowers and oil-collecting bees. Det Norske Videnskaps-Akademi. *Matematisk Naturvidenskapelige Klasse*, v. 39, p. 23-31, 2000.

RENNER, S. A survey of reproductive biology in Neotropical Melastomataceae and Memecylaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 76, p. 496-518, 1989.

RENNER, S.S.; SCHAEFER, H. The evolution and loss of oil-offering flowers - new insights from dated phylogenies for plants and bees. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, v. 365, p. 423-435, 2010.

ROBERTS, R.B.; VALLESPER, S.R. Specialization of hairs bearing pollen and oil on the legs of bees (Apoidea: Hymenoptera). *Annals of the Entomological Society of America*, v. 71, p. 619-627, 1978.

ROIG-ALSINA, A. A generic study of the bees of the tribe Tapinotaspidini, with notes on the evolution of their oil-collecting structures. *Mitteilungen Muenchener Entomologischer Gesellschaft*, v. 87, p. 3-21, 1997.

ROIG-ALSINA, A. Claves para las especies argentinas de *Centris* (Hymenoptera, Apidae), com descripción de nuevas especies y notas sobre distribución. *Revista do Museu Argentino de Ciencias Naturales*, v. 2, n. 2, p. 171-193. 2000.

ROIG-ALSINA, A.; MICHENER, C.D. Studies of the phylogeny and classification of long-tongued bees (Hymenoptera: Apoidea). *University of Kansas Science Bulletin*, v. 55, p. 123-173, 1993.

ROUBIK, D.W. *Ecology and natural history of tropical bees*. New York: Cambridge University Press, 1989. 514 p.

SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Oil-gathering bees visit flowers of eglandular morphs of the oil-producing Malpighiaceae. *Botanica Acta*, v. 102, p. 106-111, 1989.

SCHLINDWEIN, C. Frequent oligolecty characterizing a diverse bee-plant community in a xerophytic bushland of subtropical Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 33, p. 46-59, 1998.

SCHLINDWEIN, C. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. In: IV Encontro Sobre Abelhas. Encontro Sobre Abelhas, Ribeirão Preto, *Anais*, 2000. p. 131-141.

SEIGLER, D.; SIMPSON, B.B.; MARTIN, C.; NEFF, J.L. Free 3-acetoxylfatty acids in floral glands of *Krameria* species. *Phytochemistry*, v. 17, p. 995-996, 1978.

SÉRSIC, A.; COCUCCI, A.A. An unusual kind of nectary in the oil flowers of *Monttea*: its structure and function. *Flora*, v. 194, p. 393-404, 1999.

SILVERA, K. Adaptive radiation of oil-reward compounds among neotropical orchid species (Oncidiinae). 71 p. Thesis (PhD) - University of Florida, FL, USA, 2002.

SIMPSON, B. B. Krameriaceae. *Flora Neotropica. Monograph*, v. 49, p. 1-109, 1989.

SIMPSON, B.B.; NEFF, J.L.; SEIGLER, D. *Krameria*, free fatty acids and oil-collecting bees. *Nature*, v. 267, p. 150-151, 1977.

SIMPSON, B.B.; NEFF, J.L.; DIERINGER, G. The production of floral oils by *Monttea* (Scrophulariaceae) and the function of tarsal pads in *Centris* bees. *Plant Systematic and Evolution*, v. 173, p.: 209-222, 1990.

SINGER, R.B. Orquídeas brasileiras e abelhas., 2004. Disponível em: <<http://www.webbee.org.br>>. Acesso em: junho de 2008.

SNELLING, R.R. Studies on the taxonomy and distribution of American Centridini bees (Hymenoptera: Anthophoridae). *Natural History Museum of Los Angeles County. Contribution in Science*, v. 347, p. 1-69, 1984.

SEMK. Snow Entomological Museum of Kansas University. Banco de dados online. Disponível em: <<http://www.collections.nhm.ku.edu/EntoWebSearch>>. Acesso em: junho de 2009.

STEINER, K.E. The role of nectar and oil in the pollination of *Drymonia serrulata* (Gesneriaceae) by *Epicharis* bees (Anthophoridae) in Panama. *Biotropica*, v. 17, p. 217-229, 1985.

STEINER, K.E. Twin oil sacs facilitate the evolution of a novel type of pollination unit (meranthium) in a South African orchid. *American Journal of Botany*, v. 97, p. 311-323, 2010.

STEINER, K.E.; WHITEHEAD, V.B. Oil flowers and oil bees: further evidence for pollinator adaptation. *Evolution*, v. 45, p. 1493-1501, 1991.

STPICZYŃSKA, M.; DAVIES, K.L.; GREGG, A. Elaiophore diversity in three contrasting members of the Oncidiinae Benth. (Orchidaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 155, p. 135-148, 2007.

TAYLOR, D.W.; CREPET, W.L. Fossil floral evidence of Malpighiaceae and an early plant-pollinator relationship. *American Journal of Botany*, v. 74, p. 274-286, 1987.

TEIXEIRA, L.A.G.; MACHADO, I.C. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). *Acta Botanica Brasilica*, v. 15, p. 1-12, 2000.

THOMPSON, J. When is it mutualism? *The American Naturalist*, v. 162, p. s1-s9, 2003.

THORP, R.W. Structural, behavioral, and physiological adaptations of bees (Apoidea) for collecting pollen. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 66, p. 788-812, 1979.

VINSON, S.B.; WILLIAMS, H.J.; FRANKIE, G.W.; SHRUM, G. Floral lipid chemistry of *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae) and a use of floral lipids by *Centris* bees (Hymenoptera: Apidae). *Biotropica*, v. 29, n. 1, p. 76-83, 1997.

VIVALLO, F.; ZANELLA, F.C.V.; TORO, H. Las especies chilenas de *Centris* (*Wagenknechtia*) Moure, 1950 (Hymenoptera: Apidae). *Acta Entomologica Chilena*, v. 26, p. 59-80, 2002.

VIVALLO, F.; ZANELLA, F.C.V.; TORO, H. Las especies chilenas de *Centris* (*Paracentris*) Cameron, 1903 y *Centris* (*Penthemisia*) Moure, 1950 (Hymenoptera: Apidae). In: MELO, G.A.R.; ALVES-DOS-SANTOS, I. (Eds.), *Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure*. Criciúma: UNESC, 2003.77-83.

VIVALLO, F.; MELO, G.A.R. Taxonomic and geographic distribution of the species of *Centris* of the *hyptidis* group (Hymenoptera: Apidae: Centridini), with description of a new species from central Brazil. *Zootaxa*, v. 2075, p. 33-44, 2009.

VOGEL, S. Flowers offering fatty oil instead of nectar. In: XI International Botanical Congress. Seattle. Abstracts, 1969. 229 p.

VOGEL, S. Ölproduzierende Blumen, die durch ölsammelnde Bienen bestäubt werden, *Naturwissenschaften*, v. 58, p. 1-58, 1971.

VOGEL, S. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. *Tropische und Subtropische Pflanzenwelt*, v. 7, p. 285-547, 1974.

VOGEL, S. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. Zweite Folge: *Lysimachia* und *Macropis*. *Tropische und subtropische Pflanzenwelt*, v. 54, p. 149-312, 1986.

VOGEL, S. Die Ölbumensymbiosen-Parallelismus und andere Aspekte ihrer Entwicklung in Raum und Zeit. *Z. Zool. Syst. Evolut.-forsch*, v. 27, p. 341-362, 1988.

VOGEL, S. Ölblumen und ölsammelnde Bienen. Dritte Folge. *Momordica*, *Thladiantha* und die *Ctenoplectridae*. *Trop. Subtrop. Pflanzenwelt*, v. 73, p. 1-186, 1990a.

VOGEL, S. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. *Memoirs of the New York Botanic Garden*, v. 55, p. 130-142, 1990b.

VOGEL, S.; MACHADO, I.C.S. Pollination of four sympatric species of *Angelonia* (Scrophulariaceae) by oil-collecting bees in NE Brazil. *Plant Systematic and Evolution*, v. 178, p. 153-178, 1991.

ZANELLA, F.C.V. Sistemática, filogenia e distribuição geográfica das espécies sul-americanas de *Centris* (*Paracentris*) Cameron, 1903 e de *Centris* (*Penthemisia*) Moure, 1950, incluindo uma análise filogenética do 'grupo *Centris*' *sensu* Ayala, 1998 (Hymenoptera, Apoidea, Centridini). *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 46, p. 435-488, 2002.

ZULOAGA, F.O.; MORRONE, O.; BELGRANO, M.J. *Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)*. Saint. Louis: Missouri Botanical Garden. 2008.

WWF ECOREGIONS. Terrestrial ecoregions of the world. Disponível em: <http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial_nt.html#tempgrass>. Acesso em: dezembro de 2010.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)