

---

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
ÁREA DE ZOOLOGIA

---

**ANÁLISE TAXONÔMICA DE DUAS  
POPULAÇÕES DO GÊNERO *Hygronemobius*  
POR MEIO DA ULTRAMORFOLOGIA,  
MORFOMETRIA, BIOACÚSTICA E  
ASPECTOS ECOLÓGICOS (ORTHOPTERA,  
GRYLLIDAE, NEMOBIINAE)**

**AKIO RONALDO MIYOSHI**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia)

RIO CLARO  
Estado de São Paulo - Brasil  
Setembro - 2006

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

---

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
ÁREA DE ZOOLOGIA

---

**ANÁLISE TAXONÔMICA DE DUAS  
POPULAÇÕES DO GÊNERO *Hygronemobius*  
POR MEIO DA ULTRAMORFOLOGIA,  
MORFOMETRIA, BIOACÚSTICA E  
ASPECTOS ECOLÓGICOS (ORTHOPTERA,  
GRYLLIDAE, NEMOBIINAE)**

**AKIO RONALDO MIYOSHI**

**Orientador: Prof. Dr. Alejo Mesa**

**Co-orientadora: Prof. Dra. Carmem Sílvia Fontanetti Christofolletti**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia)

RIO CLARO  
Estado de São Paulo - Brasil  
Setembro - 2006

595.72 Miyoshi, Akio Ronaldo  
M685a Análise taxonômica de duas populações do gênero  
Hygronemobius por meio da ultramorfolgia, morfometria,  
bioacústica e aspectos ecológicos (Orthoptera, Gryllidae,  
Nemobiinae) / Akio Ronaldo Miyoshi. – Rio Claro : [s.n.],  
2006  
100 f. : il., figs., gráfs., tabs.  
  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista,  
Instituto de Biociências de Rio Claro  
Orientador: Carmem Silvia Fontanetti Christofolletti  
  
1. Ortóptero. 2. Grilos. 3. Escleritos fálcos. 4. Microscopia  
eletrônica de varredura. 5. História natural. 6. Mata  
Atlântica. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP  
Campus de Rio Claro/SP

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Alejo Mesa e a Profa. Dra. Carmem S. Fontanetti pela oportunidade e orientação.

Ao Prof. Dr. Elliot W. Kitajima do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica Aplicada à Pesquisa Agropecuária (NAP/MEPA) da ESALQ-USP pela orientação, treinamento e permissão de uso dos seus equipamentos e principalmente pelo seu incentivo, confiança e imensa contribuição em minha formação científica.

Ao Saladinha, Paulo e Francisco do núcleo citado acima, pelo auxílio em vários momentos de total desespero.

Ao Prof. Dr. Jacques M. E. Vielliard (UNICAMP), Prof. Dr. Marcos Gridi Papp (UNESP-Rio Claro), Prof. Dr Célio Haddad (UNESP-Rio Claro), Prof. Dr. Edison Zefa (Universidade Federal de Pelotas), Mestre Sith Luis Felipe (UNESP-Rio Claro), Mestra erótica Juliana Zina (UNESP-Rio Claro) e João Gabriel Kiwi (UNESP-Rio Claro) pela orientação na parte de bioacústica e pela imensa contribuição em minha formação científica.

A Profa. Dra. Kátia Matiotti (PUC-RS), Prof. Dr. Mario Elgueta (Museo Nacional de Historia Natural de Chile), Profa. Dra. Maria H. M. Galileo (Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul), Profa. Msc. Simone P. Rosa (Museu de Zoologia da USP) e Profa. Dra. Marcela L. Monné (Museu de Zoologia da USP) pela ajuda na parte taxonômica e morfológica.

Aos proprietários e administradores da Fazenda Capricórnio, em especial ao Sr. Carlos Rizzo e Sr. Salvador pela permissão da coleta.

A Cristiane MÁRCIA Miléo pelo auxílio na montagem das pranchas.

Aos técnicos Antônio T. Yabuki e Mônica Iamonte pelo auxílio no preparo do material para MEV.

Ao CNPq pela bolsa de estudo concedida.

Ao Prof. Dr. Odair Corrêa Bueno (Centro de Estudos de Insetos Sociais), Dr. Caetano, Lord Sith Daniel Petreter Junior e Ricardo da Silva Ribeiro, pela ajuda nas fotos dos pedaços dos grilos.

A Profa. Dra. Ana Maria Costa-Leonardo (UNESP-Rio Claro) e Mestra SENHORA GAIJIN Rogilene A. Prado (UNESP-Rio Claro) pela ajuda na parte de MEV.

Ao Mestre Cauré B. Portugal pelas diversas caronas de coleta.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1 Posição taxonômica do gênero <i>Hygronemobius</i> .....	6
2.2 Espécies de <i>Hygronemobius</i> .....	6
2.3 Características do mecanismo de produção sonora nos grilos.....	9
2.4 Características e importância do sinal acústico nos grilos.....	11
2.5 Nomenclatura acústica.....	13
2.6 O proventrículo como caráter taxonômico.....	13
2.7 Genitália masculina.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Material.....	17
3.1.1 Local e período das coletas.....	17
3.1.2 Depositário.....	19
3.2 Métodos.....	19
3.2.1 Ilustração de machos e fêmeas.....	19
3.2.2 Morfologia externa.....	19
3.2.3 Microscopia eletrônica de varredura.....	19
3.2.4 Morfologia do complexo fálico.....	20
3.2.5 Morfologia da tégmina e da <i>pars stridens</i> .....	20
3.2.6 Morfometria externa.....	20
3.2.7 Morfometria da <i>pars stridens</i> .....	21
3.2.8 Método de gravação.....	22
3.2.9 Análise do som.....	22
3.2.10 Depositário sonoro.....	22
3.2.11 Análise estatística.....	23
4. RESULTADOS.....	24
4.1 Morfologia externa.....	24
4.1.1 Rio Indaiá-Macho.....	24
4.1.2 Rio Indaiá-Fêmea.....	28
4.1.3 Trilha-Macho.....	29
4.1.4 Trilha-Fêmea.....	29
4.2 Morfologia do proventrículo.....	29
4.3 Morfologia da tégmina.....	31
4.4 Morfologia da <i>pars stridens</i> .....	33
4.5 Morfologia dos ovos.....	33
4.6 Morfologia do complexo fálico.....	34
4.7 Morfometria dos caracteres externos, da <i>pars stridens</i> e dimorfismo sexual no tamanho	36
4.8 Análise acústica.....	37
4.8.1 Som de chamado das duas populações.....	37
4.8.3 Som de corte da população do rio indaiá.....	38
4.9 Comportamento de corte e cópula.....	38
4.10 Observações ecológicas.....	38

5. DISCUSSÃO.....	41
5.1 Morfologia externa.....	41
5.2 Morfologia do proventrículo.....	43
5.3 Morfologia da tégmina.....	45
5.4 Morfologia e morfometria <i>da pars stridens</i> .....	46
5.5 Morfologia dos ovos.....	48
5.6 Morfologia do complexo fálico.....	48
5.7 Morfometria dos caracteres externos e dimorfismo sexual no tamanho.....	49
5.8 Análise acústica.....	51
5.9 Comportamento de corte e cópula.....	54
5.10 Observações ecológicas.....	55
5.11 Polimorfismo alar.....	58
5.12 Sobre o agrupamento de espécies elaborado por Desutter-Grandcolas (1993).....	58
6. CONCLUSÕES.....	60
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85

## RESUMO

O objetivo desta dissertação foi fornecer informações taxonômicas, que permitissem verificar se duas populações de grilo do gênero *Hygronemobius*, que ocupam microambientes distintos, pertencem a espécies diferentes e se estas são novas para a ciência. Para um reconhecimento satisfatório e seguro, os seguintes elementos foram considerados: (1) morfometria, morfologia e ultramorfolgia externa de machos e fêmeas, (2) morfologia da genitália masculina, (3) ultramorfolgia do proventrículo, (4) morfologia e ultramorfolgia da tégmina, (5) ultramorfolgia e morfometria da *pars stridens*, (6) estrutura do som de chamado e de corte (7) observações ecológicas e comportamentais. Os espécimens foram capturados na Mata Atlântica, município de Ubatuba, estado de São Paulo, Fazenda Capricórnio (23<sup>o</sup> 23'S – 45<sup>o</sup> 04'W). As coletas foram realizadas através de busca ativa (varredura com rede e captura manual) e ocorreu em 1996 e entre os anos de 1999 a 2004, sem obedecer a um cronograma regular. As duas populações exibiram morfologia externa semelhante. Entretanto, os resultados relativos ao habitat, morfologia da genitália masculina, morfometria corporal e padrão de coloração do último segmento dos palpos maxilares parecem indicar as duas populações, como sendo espécies distintas. A morfologia interna do proventrículo demonstrou um padrão inédito na subordem Ensifera, com a ocorrência de dois tipos de apêndices esclerotinizados. Nas duas populações, a estrutura do som de chamado apresentou características encontradas em aves e anuros que habitam corredeiras e é formada por notas com um número pequeno de pulsos; com relação ao número de pulsos em cada nota foi verificada a ocorrência de variações intra-específicas em ambas às populações; os demais parâmetros físicos mostraram-se semelhantes. O som de corte foi analisado para a população do rio Indaiá e é mencionado pela primeira vez para o gênero, o qual consiste de um trinado. A *pars stridens* de ambas as populações apresentam dois grupos morfológicos de dentes. O ciclo de vida de ambas as espécies é do tipo homodinâmico. Comparando-se os resultados com as informações constantes na literatura, verifica-se que cada população pode ser considerada como uma espécie nova para a ciência, onde as principais características diagnósticas são a morfologia da genitália masculina e o padrão de coloração do disco do pronoto.

## ABSTRACT

The objective of this dissertation was to supply taxonomic information that allow to verify, if two populations of crickets belonging to the genus *Hygronemobius*, that inhabit different micro-environment, belong to different species, and if they are new to science. The following aspects were considered: (1) morphometric, morphology and ultramorphology of males and females, (2) morphology of the phallic sclerites, (3) ultramorphology of proventriculus, (4) morphology and ultramorphology of tegmina, (5) ultramorphology and morphometric of *pars stridens*, (6) calling song and courtship song, and (7) ecological and behavior observations. The specimens were collected at the Atlantic Rain Forest, Municipality of Ubatuba, state of São Paulo, Fazenda Capricórnio (23° 23'S – 45° 04'W). The captures were accomplished through active search (sweeping with net and manual capture) and it accomplished on 1996 and among 1999 and 2004, without to follow a regular period. The two populations have similar external morphology. However, the results for habitat, morphology of the phallic sclerites, body size and pattern of coloration of the last segment of the maxillary palps allow to consider the two populations as being different species. The intern morphology of the proventriculus demonstrated a new pattern in the suborder Ensifera with the occurrence of two types of sclerotized appendices. In the two population, the structure of the calling song has a trait present in anurans and birds inhabiting streams. The calling song is formed by notes with a small number of pulses; there is intra-specific variations in the number of pulses in each note in both populations; the other physical parameters were similar. The courtship song was analyzed for the population of the Indaiá river and it is mentioned for the first time for the genus, which consists of a trill. The *pars stridens* presents two morphological groups of teeth. The life cycle of both species is of the homodynamic type. Comparing the results with the information in the literature, is verified that each population can be considered as a new species, where the diagnosis are the morphology of the phallic sclerites and the coloration pattern of the pronotum disc.

## 1. INTRODUÇÃO

Em se tratando da questão da biodiversidade, o Brasil ocupa a primeira posição mundial; dos 1,4 milhão de organismos do planeta já descritos, mais de 10% vivem em território brasileiro, percentual que deverá crescer, já que novas espécies estão constantemente sendo descritas. Esse importante acervo de recursos genéticos constitui um patrimônio único do mundo (MITTERMEIER et al., 1992).

O motivo dessa alta biodiversidade deve-se à existência de dois grandes biomas em nosso território: a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica. Ambas totalizam 357 milhões de hectares, equivalendo a 30% de todas as florestas tropicais do planeta, mais que o triplo da área de quem ocupa o segundo lugar, a Indonésia (MITTERMEIER, 1997).

A maior parte da biodiversidade conhecida é formada pelos insetos; este grupo representa cerca de 95% de todas as espécies viventes no planeta e são importantes elementos de todo e qualquer processo ecológico em ecossistemas terrestres, tais como a reciclagem da matéria orgânica, polinização, dispersão de sementes e manutenção da composição e da estrutura das comunidades vegetais e animais (DIEHL, 2003; RIBEIRO & CORBARA, 2005). Por conta disso, alguns grupos de insetos, dentre os quais ortopteróides, borboletas e formigas, são especialmente úteis no monitoramento ambiental, principalmente em pequenos fragmentos e áreas com longa história de influência antrópica (SILVEIRA NETO et al., 1995; MATYOT, 1998; FREITAS et al., 2004).

Apesar da importância ecológica dos insetos, o conhecimento da entomofauna mundial ainda é incipiente, sobretudo na região Neotropical, onde diversos motivos levaram a essa situação, tais como o baixo investimento na formação de taxonomistas e uma priorização em áreas consideradas mais modernas e de ponta, que tem ocasionado a redução de recursos para as necessárias pesquisas básicas (ILTIS, 1997; DIEHL, 2003; METRANI & BALAKRISHNAN, 2005).

Outros problemas enfrentados pelos taxonomistas são: (1) escassez de bibliotecas de referência, onde muitas vezes a literatura relacionada a qualquer táxon encontra-se dispersa em muitas fontes distintas, das quais uma parte importante é antiga e rara; (2) ausência de espécimens nas coleções taxonômicas dos países de origem; em muitos casos, os exemplares estão depositados em instituições européias e norte-americanas (BRANDÃO & CANCELLO, 1999; LEWINSOHN & PRADO, 2002; METRANI & BALAKRISHNAN, 2005); (3) pouca precisão da procedência das espécies mais antigas, que dificulta a determinação exata da localidade-tipo e conseqüentemente, a aquisição de novos indivíduos; (4) má conservação ou mesmo perda dos exemplares-tipos e (5) falta de cooperação por parte de alguns pesquisadores, cuja instituição detém o holótipo.

Com relação aos Grylloidea neotropicais o panorama não é diferente; os estudos nessa região zoogeográfica ainda estão nos seus estágios iniciais, inclusive nas áreas já analisadas, onde pesquisas conduzidas de forma mais detalhada, provavelmente revelarão novas espécies (OTTE, 1994).

Calcula-se que apenas 10% de toda a fauna de Grylloidea seja conhecida (OTTE, 1994). No entanto, boa parte das descrições foi realizada no século XIX ou no início do século XX, levando-se em conta somente aspectos da morfologia externa e nem sempre com boas ilustrações, sendo os dados sumarizados em textos descritivos de difícil comparação; tais informações são necessárias, contudo não fornecem subsídios suficientes para a identificação, já que muitas espécies de grilos são morfologicamente indistinguíveis (NICKLE, 1981; VICKERY, 1981; ZEFA, 2000; METRANI & BALAKRISHNAN, 2005). Além dos problemas descritos acima, em muitos casos, os holótipos tem sido designados sem o exame de um número suficiente de indivíduos para verificar a variabilidade dos diferentes caracteres considerados (METRANI & BALAKRISHNAN, 2005), sendo atualmente o grande desafio dos taxonomistas, definir o que é a espécie, deixando claro que o novo táxon, estabelecido em vários parâmetros, não será invalidado (YAMADA et al., 2005).

Diversos estudos em grilos demonstram que o emprego de ferramentas múltiplas, tais como a bioacústica, ultramorfologia e citogenética aplicados à taxonomia, tem tido grande eficiência no reconhecimento de espécies crípticas (LEROY, 1965; VICKERY, 1981; OTTE & ALEXANDER, 1983; BROZA et al.,

1998; GARCÍA, 2000; ZEFA, 2000), bem como revelado uma diversidade morfológica (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1995, 1998a, 1998b; YANG & YEN, 2001; PRADO & FONTANETTI, 2005), acústica (HEIDELBACH & DAMBACH, 1997; DESUTTER-GRANDCOLAS, 1998c; DESUTTER-GRANDCOLAS & BLAND, 2003) e comportamental (PROZESKY-SCHULZE, 1975; FORREST, 1982; MELLO, 1994; MELLO & REIS, 1994; PRESTON-MAFHAM, 2000) até então insuspeita.

Baseando-se nos fatos anteriormente mencionados, este trabalho procura estudar duas populações de grilos, pertencente ao gênero *Hygronemobius*, que ocorrem em uma área de Mata Atlântica. Os objetivos são: (1) verificar se as populações são espécies distintas e (2) se essas populações são espécies novas, para tanto foram considerados:

- 1) a morfometria, morfologia e ultramorfologia externa de machos e fêmeas;
- 2) a morfologia da genitália masculina;
- 3) a ultramorfologia do proventrículo;
- 4) a morfologia e ultramorfologia da tégmina;
- 5) a ultramorfologia e morfometria da *pars stridens*;
- 6) o som de chamado e de corte emitido pelo macho;
- 7) algumas observações ecológicas e comportamentais.

A importância em desenvolver este tipo de estudo advém da necessidade de se conhecer melhor a fauna de grilos do Brasil, pois é um grupo com pouca tradição de pesquisa; isso pode ser constatado em diversas bases de dados, onde se verifica a escassa quantidade de publicações nos últimos anos, bem como de poucos trabalhos apresentados em reuniões científicas e dissertações e teses nos programas de pós-graduação.

Também serão tratados caracteres morfológicos pouco empregados na taxonomia dos Grylloidea, tais como a morfologia interna do proventrículo, a superfície da tégmina e os diversos tipos de cerdas, sensilas e escamas cuticulares. Essas estruturas podem dar mais segurança quanto a especificidade das populações, bem como servir de base para estudos filogenéticos.

Como a classificação dos grilos ainda é motivo de controvérsia entre os taxonomistas quanto ao número de superfamílias, famílias e subfamílias; foi adotado o catálogo de OTTE et al. (2006), por ser a revisão mais recente e pela facilidade de consulta, pois está disponível na internet, sendo periodicamente atualizado.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Posição taxonômica do gênero *Hygronemobius*

O gênero *Hygronemobius* pertence à família Gryllidae, subfamília Nemobiinae (OTTE et al., 2006). Essa subfamília caracteriza-se por ser um grupo de pequenos grilos cosmopolitas, comumente habitando a serrapilheira ou lugares úmidos, tais como pântanos, praias e margens de riachos (OTTE & ALEXANDER, 1983; DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993; YANG & CHANG, 1996; MELLO, 1997).

Outros autores consideravam os Nemobiinae como pertencentes a Trigonidiidae, em virtude da morfologia da genitália masculina e da *pars stridens* (DESUTTER, 1990 apud DESUTTER, 1993; GOROKHOV, 1986 apud DESUTTER, 1993). Entretanto, o mais recente catálogo de Orthoptera posiciona o gênero *Hygronemobius* novamente como pertencendo a Gryllidae, de modo que o seu status atual pode ser definido do seguinte modo (OTTE et al., 2006):

Ordem Orthoptera

Superfamília Grylloidea

Família Gryllidae

Subfamília Nemobiinae

Tribo Pteronemobiini

Gênero *Hygronemobius* Hebard, 1915

### 2.2. Espécies de *Hygronemobius*

O gênero *Hygronemobius* conta atualmente com 24 espécies (tabela 1) (OTTE & PECK, 1998). Estes grilos caracterizam-se pelo número de espinhos e esporões das tíbias posteriores, sendo três espinhos dorsais internos e três espinhos dorsais externos,

além de três esporões apicais externos e dois esporões apicais internos (HEBARD, 1915).

A criação do gênero *Hygronemobius* foi feita por HEBARD em 1913, pela transferência de *Nemobius alleni* (MORSE, 1905) coletado em Moraine Cay (Bahamas). Em 1915, o autor citou a ocorrência desta espécie para regiões pantanosas da Flórida (Miami), fato confirmado por WALKER & MOORE (2006) que ampliaram a distribuição geográfica desta espécie para todo o litoral sul da Flórida.

A espécie *H. basalis* (Pará) foi descrita por WALKER (1869) como *N. basalis*. Em 1967, CHOPARD fez a transferência para o gênero *Hygronemobius*.

SAUSSURE (1874) descreveu *N. araucanus* a partir de exemplares do Chile. Em 1967, CHOPARD transferiu a espécie para o gênero *Hygronemobius*. ELGUETA et al. (1999) forneceram dados mais precisos sobre a localização para o Chile. Posteriormente, ELGUETA<sup>1</sup> (informação pessoal) relatou novos locais de ocorrência para este mesmo país, entretanto o autor acredita que o táxon não pertença a *Hygronemobius*<sup>2</sup>.

SAUSSURE (1874) descreveu *N. dissimilis* a partir de um casal coletado no Brasil. HEBARD (1915) transferiu a espécie para o gênero *Hygronemobius*, o autor examinou dois machos coletados em Petrópolis.

SAUSSURE (1874) considerou como sendo *H. nemoralis*, exemplares capturados em Corrientes (Argentina), Tarma (Peru) e Brasil (sem localidade precisa).

SAUSSURE (1877) descreveu *N. albipalpus* para o Rio de Janeiro a partir de uma fêmea. HEBARD (1915) transferiu a espécie para o gênero *Hygronemobius* e examinou exemplares de outras duas localidades: Bartica (Guiana) e Igarapé Assu (Pará). BRUNER (1916) considerou duas fêmeas coletadas em Santarém (Brasil) como pertencente a essa espécie, o mesmo fez CHOPARD (1956) para exemplares de ambos os sexos coletados em Pucallpa (Perú).

McNEILL (1901 apud OTTE & PECK, 1998) descreveu *N. speculi*, sendo que HEBARD (1915) considerou como sinônimo de *H. dissimilis*; posteriormente, CHOPARD (1967) definiu a espécie como sendo *H. speculi*. Em 1998, OTTE & PECK redescreveram a espécie fornecendo ilustrações da genitália masculina, número de dentes da *pars stridens* e oscilogramas do som de chamado.

---

<sup>1</sup>ELGUETA, M. Mensagem recebida por [akiorm@rc.unesp.br](mailto:akiorm@rc.unesp.br) em 15 fev. 2005.

<sup>2</sup>ELGUETA, M. Mensagem recebida por [akiorm@rc.unesp.br](mailto:akiorm@rc.unesp.br) em 19 abr. 2006.

*Nemobius darienicus* foi descrito por MORSE (1905 apud CHOPARD, 1967) para Porto Bello (Panamá), sendo transferida por HEBARD (1928) para o gênero *Hygronemobius*. O exemplar-tipo é uma fêmea na qual faltam as duas pernas posteriores.

*Hygronemobius liura* foi descrito para material proveniente de Tukeit e Rockstone (Guiana) (HEBARD, 1915); posteriormente, essa espécie foi registrada para o Panamá (HEBARD, 1928).

*Hygronemobius minutipennis* foi descrito por BRUNER (1916), entretanto a localidade dos exemplares mostra-se imprecisa (Piedra Blanca e April), exceto para um macho coletado em Corumbá, o qual, segundo o autor, encontra-se deteriorado.

CHOPARD (1920a) descreveu *H. benoisti* baseado numa única fêmea proveniente de Gourdonville (Guiana Francesa); o autor só mencionou aspectos da morfologia e morfometria externa. Posteriormente, DESUTTER-GRANDCOLAS (1993) redescreveu a espécie fornecendo ilustrações da tégmina e genitália dos machos e da papila copulatória e espermateca das fêmeas, além do número de dentes da *pars stridens*. A autora também analisou material de outras localidades, ampliando a distribuição geográfica da espécie para todo o litoral norte da Guiana Francesa.

*Hygronemobius amoenus* foi descrito por CHOPARD (1920b) a partir de uma fêmea coletada em Saint Jean du Maronin (Guiana Francesa); segundo o autor o holótipo encontra-se deteriorado, faltando as duas pernas posteriores e com a base do ovipositor quebrada. DESUTTER-GRANDCOLAS (1993) redescreveu a espécie fornecendo ilustrações da genitália, som de chamado e número de dentes da *pars stridens* do macho, além de desenhos da papila copulatória e padrão de coloração do dorso da fêmea.

*Hygronemobius longespinosus* foi descrito por CHOPARD (1956) para indivíduos coletados em Rurrenabaque (Bolívia).

ZAYAS (1974) descreveu *H. histrionicus* para Isla de Pinos (Cuba).

Em 1993, DESUTTER-GRANDCOLAS descreveu nove espécies, oriundas do Peru (*H. albolineatus*, *H. boreus*, *H. diplagion*, *H. elegans*, *H. nanus*, *H. stellatus* e *H. torquatus*) e Guiana Francesa (*H. nigrofasciatus* e *H. tetraplagion*).

OTTE & PECK (1998) descreveram *H. daphne*, para as Ilhas Galápagos; entretanto os autores acreditam que a espécie seja exótica.

MELLO (1997) relatou a presença deste gênero em diversos riachos da Serra do Mar e em ilhas continentais. Entretanto, o material coletado permanece sem identificação.

### 2.3. Características do mecanismo de produção sonora nos grilos

Nos Grylloidea, o canto é produzido através da estridulação, mecanismo mais usado pelos insetos na produção sonora e que consiste no atrito entre duas partes do corpo (EWING, 1984; BAILEY, 1991); nos grilos, o processo ocorre por meio das asas anteriores; inicialmente elas são erguidas e movimentadas uma em direção à outra; durante o fechamento, uma pequena porção modificada da margem anal da tégmina esquerda denominada *plectrum*, desliza sobre um segmento especializado da nervura  $Cu_2$  da face ventral tégmina direita, chamado de *pars stridens* (WALKER & CARLYSLE, 1975). A energia resultante do impacto causa a vibração da estrutura, que por sua vez excita periodicamente ressonadores, gerando assim um pulso sonoro (WALKER, 1962; BENNET-CLARK, 1989). Este sinal acústico é produzido durante o fechamento das tégminas, sendo que o movimento de abertura é silencioso, e, portanto, acusticamente ineficiente (WALKER, 1970).

Em algumas espécies foi verificada a presença de órgãos mecanossensitivos na tégmina, que regulam os movimentos de estridulação (KUTSCH & HUBER, 1989). Os machos apresentam dois conjuntos de cerdas encontrados adjacentes à *pars stridens* e ao *plectrum*, fixados em ambas as faces de maneira oposta, cuja função é manter o posicionamento correto das tégminas e controlar a amplitude da abertura das mesmas (KUTSCH & HUBER, 1989). Estudos demonstraram que machos de *Gryllus campestris*, os quais tiveram essas estruturas removidas, produziam sinais de baixa intensidade (ELLIOTT & KOCH, 1983).

FUDALEWICZ-NIEMCZYK & ROSCISZWESKA (1972) relataram a presença de três agrupamentos de sensilas campaniformes próximos à base da asa em ambos os sexos de *Acheta domestica*.

SCHÄFFNER & KOCH (1987) descreveram um novo agrupamento contendo de dez a quinze sensilas campaniformes na veia cubital da face ventral presente somente

em machos de *Gryllus bimaculatus* e *G. campestris*. A remoção dessas estruturas provocaram alterações nos parâmetros temporais do som de chamado (pulsos mais curtos, alterados ou omitidos). Os autores realizaram experimentos de escolha, que mostraram que o som dos machos lesados eram menos atrativos para as fêmeas.

Internamente à tégmina, orientados perpendicularmente um ao outro, existem receptores elásticos e órgãos cordotonais, que são ativados durante o final do fechamento e início da abertura da asa, entretanto, a sua função permanece desconhecida (KUTSCH & HUBER, 1989).

Nos Grylloidea a *pars stridens* mostra-se denteada e possuindo pronunciada diferença interespecífica, sendo bastante utilizada em estudos taxonômicos; as principais características consideradas são comprimento da estrutura, morfologia e número de dentes (SELLIER, 1969; WALKER & CARLYSLE, 1975; OTTE & ALEXANDER, 1983; DAVID et al., 2003).

O número dos dentes varia conforme a espécie; alguns táxons próximos apresentam diferenças bem marcantes; neste sentido podemos citar o exemplo de *Orocharis diplastis*, que possui em média 135 dentes, enquanto *O. grylloides* tem 27 dentes; também é o caso entre *Gryllus ovisopis* (141 dentes) e *G. rubens* (103 dentes) (WALKER & CARLYSLE, 1975). Com base nesse caráter, DESUTTER (1985) divide 12 espécies africanas de *Homeogryllus* em quatro grupos claramente distintos: grupo *cavicola* com 40-45 dentes, *tesselatus* com 100-130, *nigresculus* com 200-240 e *xanthographus* com 350-510.

Os dentes que compõem uma fileira estridulatória são morfologicamente semelhantes, exceto em algumas espécies que apresentam diferenças nas extremidades. A morfologia mostra-se quase idêntica entre indivíduos da mesma espécie e altamente diversificada entre os diferentes táxons (WALKER & CARLYSLE, 1975). *Endecous itatibensis* possui dentes com formato triangular, superfície lisa e extremidade afilada (ZEFA, 2000); já em *Allonemobius fasciatus* a estrutura é laminar, lisa e com extremidades afiladas; por sua vez, *Anurogryllus arboreus* tem dentes espessos, arredondados e com entalhes longitudinais em sua superfície; os de *Gryllus ovisopis* são semelhantes à de *A. fasciatus*, entretanto, os dentes são mais curvados (WALKER & CARLYSLE, 1975). O caso mais notável encontrado é de *Eneoptera guyanensis*, em que a fileira exhibe dois grupos morfológicos; um deles contém 50-60 dentes largos e

bem separados, enquanto o outro conjunto possui o mesmo número, mas estes são menores, mais próximos uns aos outros e divididos ao meio por um sulco (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1998a). A *pars stridens* de *E. surinamensis*, ao contrário, apresenta somente dentes simples, semelhantes ao primeiro grupo mencionado acima, porém de tamanho mais reduzido (MIYOSHI, dados não publicados).

A densidade de dentes (número de dentes por milímetro da *pars stridens*) é uma outra característica que varia bastante; como exemplo pode-se citar *Anaxipha latipennis* e *Oecanthus exclamationis*, os quais apresentam 173 e 19 dentes/mm, respectivamente (WALKER & CARLYSLE, 1975).

A tégmina dos grilos também possui outras adaptações relacionadas a uma melhor performance acústica, tais como a presença de ressonadores que amplificam o sinal acústico produzido (BAILEY, 1991). Essa estrutura é demarcada pelas nervuras, sendo a harpa considerada o mais importante ressonador, a qual é delimitada pela *pars stridens*, nervura diagonal e primeira cubital (BENNET-CLARK, 1989).

Estudos da superfície da tégmina por meio da microscopia eletrônica de varredura, de diversos gêneros pertencentes a distintas famílias mostraram que a ressonância se deve aos tipos e localização das diversas nervuras, bem como pela presença ou ausência de estruturas cuticulares, que determinam áreas de rigidez ou de flexibilidade da tégmina (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1995; DESUTTER-GRANDCOLAS & NISCHK, 2000).

O mecanismo de produção sonora em *Hygronemobius* nunca foi caracterizado; os únicos dados disponíveis limitam-se à contagem do número de dentes de *H. speculi* (OTTE & PECK, 1998), *H. albolineatus*, *H. boreus*, *H. amoenus*, *H. torquatus*, *H. stellatus*, *H. nanus*, *H. nigrofasciatus*, *H. diplagion*, *H. elegans*, *H. benoisti* (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993) e *H. alleni* (WALKER & CARLYSLE, 1975).

#### **2.4. Características e importância do sinal acústico nos grilos**

O canto dos grilos é determinado geneticamente (OTTE, 1992); cruzamentos entre espécies mostraram que os híbridos apresentaram características intermediárias em relação à geração parental (BENNET-CLARK, 1989).

Os parâmetros físicos das estridulações variam pouco de indivíduo para indivíduo dentro da mesma espécie; as variações ocorrem por fatores genéticos e pelas

condições ambientais. Um dos principais fatores externos que afeta a estrutura do sinal é a temperatura, que altera a taxa de emissão de notas e de pulsos. A frequência por sua vez, não mostra variações por motivos ambientais, exceto nos Oecanthidae, família no qual a temperatura exerce influência (WALKER, 1962).

O som produzido pelos grilos é emitido num contexto intra-específico e, sobretudo, reprodutivo (MELLO & JACOMINI, 1995). Exceção a essa regra só foi registrada recentemente para *Amblyrhetus* sp. e *Brachytrupes tropicus*; no primeiro caso tratava-se de uma ninfa mantida em terrário, que batia com as mandíbulas no substrato, produzindo um som ritmado que promovia a fuga dos outros indivíduos (MELLO & JACOMINI, 1995). No segundo caso, os machos de *Brachytrupes tropicus* emitiam som de distúrbio produzido quando da tentativa de capturá-los de sua toca, o sinal consistia de curtos trinados com uma grande amplitude de frequência (3-10 kHz) e com padrão temporal irregular (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1998b).

Em grilos, a estratégia mais comum empregada pelos machos para atrair fêmeas é a emissão de um som de chamado (LOHER & DAMBACH, 1989); este sinal opera somente entre adultos e está ligada direta ou indiretamente a atividade reprodutiva, não existindo relatos de ninfas que produzem ou respondem a estridulações (ALEXANDER, 1962).

Diversos estudos com grilos evidenciaram que espécies que vivem no mesmo lugar e ao mesmo tempo diferem na estrutura do seu som de chamado (ALEXANDER, 1960; OTTE & ALEXANDER, 1983; OTTE et al., 1987), de modo que esse sinal funciona como um mecanismo de isolamento reprodutivo pré-zigótico e um importante caráter taxonômico (REINOLDS, 1988; OTTE, 1992).

Em muitos casos de especiação observou-se que a divergência sonora precedeu a divergência morfológica; nestes casos o som de chamado é o único elemento útil para a discriminação de espécies crípticas (LEROY, 1965; NICKLE, 1981; OTTE, 1992).

Vários estudos comprovaram a especificidade do som de chamado; testes de escolha através de playback, ou com indivíduos presentes, mostraram que ambos os sexos responderam somente ao som de chamado do macho de sua espécie; grilos que alternavam seu canto com o de outro, somente o faziam com seus co-específicos ou com o playback deste (CADE & OTTE, 1982; OTTE, 1992).

Em *Hygronemobius*, estudos acústicos estão restritos à descrição do som de chamado de *H. albolineatus*, *H. amoenus*, *H. tetraplacion* (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993), *H. daphne* e *H. speculi* (OTTE & PECK, 1998).

## 2.5. Nomenclatura acústica

A nomenclatura utilizada para descrever a estrutura sonora dos Grylloidea é bastante confusa; diversos termos são empregados (trill, chirp, sílaba, nota, pulso, frase, phonatome, echeme, motif) sendo que um mesmo termo pode ter significado distinto, dependendo do autor (LEROY, 1964; BROUGHTON, 1976; OTTE & ALEXANDER, 1983; ANGULO et al., 1987; SCHÄFFNER & KOCH, 1987; MELLO & PELEGATTI-FRANCO, 1998).

Outro problema é delimitar através da organização e do número de pulsos, em qual categoria o canto poderia se enquadrar, pois muitas espécies emitem um sinal acústico bastante complexo, tornando as questões de nomenclatura muito subjetivas (OTTE, 1992).

Tendo como base a proposta de OTTE & ALEXANDER (1983), a seguinte nomenclatura foi adotada: o pulso como sendo a unidade básica do som, trinado quando emitido de modo ininterrupto ou como um grande grupo sonoro e nota quando constituído de pequenas séries de pulsos.

Além das diferenças de ritmo mencionadas acima, os sons podem apresentar variações na intensidade sonora, na faixa de frequência e na duração dos diversos parâmetros temporais (pulso, trinado, nota e respectivos intervalos) (OTTE, 1992), de modo que estas variáveis são extremamente importantes na caracterização das espécies.

## 2.6. O proventrículo como caráter taxonômico

O canal alimentar dos insetos é um tubo, que pode ser reto ou enrolado várias vezes sobre si mesmo; nesse último caso seu tamanho excede o comprimento do corpo (SNODGRASS, 1935). Esta estrutura compreende três regiões: intestino anterior (estomodeu), intestino médio (mesêntero) e intestino posterior (proctodeu) os quais diferem estruturalmente, funcionalmente e em sua origem embrionária (SNODGRASS, 1935; CHAPMAN, 1991).

O intestino anterior por sua vez é subdividido em faringe, esôfago, papo e proventrículo (SNODGRASS, 1935). Embriologicamente, o estomodeu é uma invaginação de origem ectodérmica e como todas as estruturas ectodérmicas, é revestido por uma camada de cutícula denominada íntima (CHAPMAN, 1991).

O proventrículo é a região posterior do papo que, estruturalmente, pode ser desde uma simples valva de cutícula delgada até um forte órgão muscular, cuja íntima apresenta expansões na forma de dentes, cerdas, micro-espinhos ou escamas (BOUDREAUX, 1980; BLAND & RENTZ, 1991).

Diversos estudos têm demonstrado a grande complexidade da morfologia interna do proventrículo, de modo que este órgão tem sido usado na taxonomia e filogenia de diversas ordens, tais como Blattaria (MILLER & FISK, 1971; BOUDREAUX, 1980; ELZINGA & HOPKINS, 1994), Isoptera (NOIROT, 1995; BARSOTTI, 1996; MONTIEL et al., 2005), Trichoptera (GIBBS, 1967), Coleoptera (FELT, 1906 apud TOMOTAKE, 1996; SWAINE, 1918 apud TOMOTAKE, 1996; BALFOUR-BROWNE, 1934; KISSINGER, 1963; BOUDREAUX, 1980;), Hymenoptera (TOMOTAKE, 1996; SERRÃO, 2005), Neuroptera (BOUDREAUX, 1980), Dermaptera (BOUDREAUX, 1980), Mecoptera e Siphonaptera (RICHARDS, 1965; BOUDREAUX, 1980).

Nos Orthoptera, essa estrutura tem sido mais pesquisada na subordem Caelifera (gafanhotos). Estudos de diversas espécies de diferentes regiões zoogeográficas, evidenciaram que a íntima apresenta projeções em forma de micro-espinhos que variaram entre os diferentes táxons quanto a sua forma, distribuição, espaçamento e tamanho, tendo portanto, importância taxonômica (JUDD, 1948; 1951; GRANT & RENTZ, 1967; MURALIRANGAN & ANANTHAKRISHNAN, 1974; BENTOS-PEREIRA & LORIER, 1992; 1995; ELZINGA, 1996).

Na subordem Ensifera (esperanças, grilos e paquinhas), os micro-espinhos dão lugar a fileiras verticais de apêndices esclerotinizados, que também apresentam uma alta diversidade entre os diferentes táxons quanto a sua forma, número e tamanho, possuindo igual utilidade taxonômica (JUDD, 1948; BLAND & RENTZ, 1991; MIYOSHI, dados não publicados).

Diferentemente dos Caelifera, a ultramorfologia do proventrículo dos Ensifera tem sido pouco explorada; os trabalhos existentes abarcaram alguns poucos gêneros de

localidades específicas. Nos Gryllacrididae estudos foram realizados por BLAND & RENTZ (1991) para alguns gêneros australianos e por ELZINGA (1996) para três gêneros norte-americanos. Nos Tettigoniidae, as pesquisas estão restritas para a fauna norte-americana (JUDD, 1948; ELZINGA, 1996) e nos Grylloidea, os relatos dizem respeito a 19 espécies de grilos da fauna Neártica (DuPORTE, 1918; JUDD, 1948) e sete espécies da fauna Neotropical (MALAVASI et al., 1981; FONTANETTI & ZEFA, 2000; FONTANETTI et al., 2002; MIYOSHI, 2002; MESA et al., 2004).

Nenhuma informação desta estrutura no gênero *Hygronemobius* foi relatada até o momento.

## 2.7. Genitália masculina

A genitália masculina dos grilos não é um órgão intromitente e possui duas funções: a formação do espermatóforo e sua transferência para a fêmea (RANDELL, 1964). As estruturas envolvidas na formação do espermatóforo encontram-se na parte ventral do complexo genital; basicamente ele é formado por secreções das glândulas acessórias que se solidificam em volta dos espermatozoides, o qual ocorre no saco do espermatóforo e nos lobos ventrais (RANDELL, 1964).

As estruturas envolvidas na transferência do espermatóforo para a genitália feminina constituem a porção distal do complexo genital (RANDELL, 1964).

O estudo da genitália masculina é uma das mais importantes ferramentas que os entomólogos possuem (COHN, 1994), mas foi somente a partir de 1950 que ocorreu a sua incorporação na descrição das espécies (RANDELL, 1964).

Apesar de sua importância na discriminação de espécies, em muitos grupos ela não é um caráter diagnóstico útil; isso ocorre, por exemplo, entre *Anurogryllus* e *Urogryllus*, em que a genitália de ambos os gêneros é praticamente indistinguível (GARCÍA-NOVO, 2002), e também entre as diversas espécies que compõem o gênero *Gryllus* (ZEFA, 1995). Além disso, existem registros de acasalamentos bem sucedidos entre espécies com genitálias diferentes (BEHEIM, 1942 apud ALEXANDER & OTTE, 1967; DOBZHANSKY, 1973).

Em mutantes anão e gigante de *Drosophila* e em moscas de corpo grande ou pequeno produzidas a partir de larvas bem e mal nutridas, os cruzamentos se verificaram com facilidade, produzindo-se descendência, de modo que a morfologia da

genitália não pode ser considerada como sendo importante no isolamento mecânico (DOBZHANSKY, 1973).

A respeito dos problemas mencionados acima, a utilidade da morfologia da genitália é inquestionável, pois a complexidade de suas estruturas constituintes geralmente é bem maior que as diferenças entre espécies, e se manifestam nessas estruturas mais provavelmente que em estruturas externas relativamente mais simples (DOBZHANSKY, 1973).

Não existe um consenso entre os autores quanto à nomenclatura dos principais escleritos que constituem a genitália masculina dos grilos, RANDELL (1964) estudando diversos representantes de Grylloidea adotou uma terminologia própria.

DESUTTER (1987; 1988) também criou uma; essa mesma proposta foi adotada por MELLO (1990; 1992a; 1992b; 1994) na descrição de diversas espécies de grilos.

Por sua vez, OTTE e colaboradores (OTTE & ALEXANDER, 1983; OTTE et al., 1987; OTTE, 1988; OTTE et al., 1988) e SPERBER et al. (2003) preferiram não usar qualquer tipo de nomenclatura na caracterização da genitália masculina de várias espécies, somente fornecendo sua ilustração.

MESA & GARCÍA-NOVO (1997) desenvolveram uma nomenclatura simplificada. Os autores designaram as estruturas como escleritos ectofálicos e endofálicos, sendo que estes estão divididos em escleritos proximais e distais, conforme estejam localizados na parte dorsal ou ventral e distal ou proximal. Além deles, existe um quinto esclerito que ocupa a linha mediana ventral denominada de estilete.

As informações existentes sobre genitália de *Hygronemobius* referem-se a *H. albolineatus*, *H. amoenus*, *H. benoisti*, *H. boreus*, *H. torquatus*, *H. stellatus*, *H. nanus*, *H. nigrofasciatus*, *H. diplagion*, *H. elegans*, *H. tetraplagion* (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993), *H. daphne* e *H. speculi* (OTTE & PECK, 1998).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Material

##### 3.1.1. Local e período das coletas

O material foi coletado em região de Mata Atlântica, no município de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, dentro de uma propriedade particular denominada Fazenda Capricórnio (23° 23'S – 45° 04'W), localizada próximo ao Km 44 da Rodovia Rio – Santos.

O local (Fig. 1A) caracteriza-se por ser uma área bem preservada e com um pequeno fragmento de Mata Atlântica, onde existia uma plantação de cacau, hoje abandonada, escura e coberta por uma densa serrapilheira; uma trilha bem iluminada foi aberta ao lado desta monocultura e a poucos metros, atravessando a propriedade, encontra-se o Rio Indaiá, de margem e leito rochoso, correnteza rápida e baixa profundidade.

Foram selecionados dois pontos de coleta: a vegetação circundante à trilha que percorre paralelamente ao rio (Fig. 1B) e sobre as rochas que margeiam o rio Indaiá (Fig. 1C). No primeiro caso, as coletas foram realizadas utilizando o método de varredura com rede, enquanto que no segundo, os exemplares foram capturados manualmente. Em ambos os locais, foram coletados indivíduos adultos e pré-adultos.

Os espécimens coletados são os listados abaixo:

##### 1. Margens do Rio Indaiá:

- a) 21.VII.1999, A. R. Miyoshi, C. B. Portugal, A. Mesa - 8 machos adultos, 11 fêmeas adultas, 3 ninfas machos e 1 ninfa fêmea.
- b) 05.IX.1999, A. R. Miyoshi, C. B. Portugal, E. Zefa, A. Mesa - 2 machos adultos, 12 fêmeas adultas, 3 ninfas machos e 1 fêmea ninfa.
- c) 20.V.2000, A. R. Miyoshi, C. B. Portugal - 6 machos adultos e 2 fêmeas adultas.
- d) 27.XII.2001, A. R. Miyoshi, C. B. Portugal - 10 machos adultos e 11 fêmeas adultas.

- e) 28.III.2003, A. R. Miyoshi, C. B. Portugal - 8 machos adultos, 7 fêmeas adultas.
- f) 22.VIII.2003, A. R. Miyoshi, C. B. Portugal – 13 machos adultos e 14 fêmeas adultas.
- g) 14.X.2004, A. R. Miyoshi - 13 machos adultos, 1 fêmea adulta, 9 machos pré-adultos e 4 fêmeas pré-adultas; nos dois últimos casos os indivíduos foram criados e fixados quando se tornaram adultos.
- h) 21.VII.1999, A. R. Miyoshi, C. B. Portugal, A. Mesa - 8 machos adultos, 11 fêmeas adultas, 3 ninfas machos e 1 ninfa fêmea.

O total de exemplares capturados foi de: 60 machos adultos, 58 fêmeas adultas, 6 ninfas machos, 2 ninfas fêmeas, 9 machos pré-adultos e 4 fêmeas pré-adultas.

## 2. Trilha:

- a) 19.XII.1996, A. Mesa, P. C. García - 3 machos adultos e 4 fêmeas adultas.
- b) 05.X.1996, A. Mesa, P. C. García - 2 fêmeas adultas.
- c) 20.V.2000, A. R. Miyoshi, C. B. Portugal - 2 machos adultos e 1 fêmea adulta.
- d) 27.XII.2001, A. R. Miyoshi, C. B. Portugal - 1 fêmea adulta.
- e) 28.III.2003, A. R. Miyoshi, C. B. Portugal - 41 machos adultos, 31 fêmeas adultas, 11 machos pré-adultos e 12 fêmeas pré-adultas; nos dois últimos casos os indivíduos foram criados e fixados quando se tornaram adultos.
- f) 22.VIII.2003, A. R. Miyoshi, C. B. Portugal - 1 fêmea adulta.
- g) 10.IV.2004, A. R. Miyoshi, C. B. Portugal - 17 machos adultos e 20 fêmeas adultas.
- h) 15.X.2004, A. R. Miyoshi - 9 machos adultos, 1 fêmea adulta, 4 ninfas machos, 10 machos pré-adultos e 4 fêmeas pré-adultas; nos dois últimos casos os indivíduos foram criados e fixados quando se tornaram adultos.

O total de exemplares capturados foi de: 72 machos adultos, 61 fêmeas adultas, 4 ninfas machos, 21 machos pré-adultos e 16 fêmeas pré-adultas.

Todo material foi fixado em álcool 70%, individualizado em tubos de vidro, sendo as duas populações mantidas em frascos de vidro separados. Nas etiquetas, além das informações de procedência, constam o código do animal, sexo e se os exemplares foram coletados ninfas e fixados posteriormente quando atingiram a fase adulta.

### **3.1.2. Depositário**

Todo o material encontra-se depositado na coleção do Departamento de Biologia, Instituto de Biociências, UNESP, Câmpus de Rio Claro, São Paulo. Alguns espécimens serão enviados para o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo e para o Museu Nacional do Rio de Janeiro, após a publicação dos trabalhos resultantes.

## **3.2. Métodos**

### **3.2.1. Ilustração de machos e fêmeas**

Um casal de cada população foi fotografado utilizando-se uma câmara Nikon F-501 e objetiva Micro Nikkor 105 mm, 1:2:8.

### **3.2.2. Morfologia externa**

A morfologia externa, padrão de coloração e pilosidade das diversas estruturas foi observado e fotografado sob os seguintes microscópios estereoscópicos: Leica MZ 8 conectado ao software Leica EWS 2100 Capture Station - versão 2.0, Zeiss SV 11 conectado ao software KS 100 - versão 3.0 e Zeiss (Standard) com fotos obtidas diretamente da ocular com máquina digital Sony Cyber-Shot DSC-S90, resolução de 4.1 mega pixel.

### **3.2.3. Microscopia eletrônica de varredura**

Sob o microscópio estereoscópico e com ajuda de pinças de dissecação, as diversas estruturas foram removidas e mantidas à temperatura ambiente em Eppendorf contendo álcool 70%. Em seguida foram desidratadas em séries de concentrações crescentes de acetona (50%, 70%, 90%, 95% e 100%), com duração de 5 minutos cada banho, sendo que o último banho foi realizado duas vezes. Imediatamente, o material foi processado em ponto crítico Balzers CPD/030 e colado em stub de alumínio, com fita adesiva dupla face e recoberto com ouro em vaporizador Balzer MED 010; as imagens foram capturadas no microscópio eletrônico de varredura Zeiss DSM940A e Leo 435 VP.

Para a descrição da morfologia do proventrículo foi adotado a nomenclatura de JUDD (1948).

#### 3.2.4. Morfologia do complexo fálico

As genitálias extraídas foram submetidas por alguns segundos em ultra-som para a remoção de tecidos e musculatura. Em seguida, foram deixadas por cerca de 20 a 30 minutos em solução de orceína lacto-acética 0,5%, para a coloração das peças esclerotinizadas, permitindo assim uma melhor visualização.

Os desenhos foram realizados, observando as genitálias (dispostas em placas de Petri contendo vidro triturado embebido em glicerina) sob microscópio estereoscópico com ocular quadriculada.

As genitálias extraídas encontram-se armazenadas em Eppendorfs contendo álcool 70% ou glicerina, junto com o exemplar correspondente.

Para a descrição das peças que compõem a genitália masculina foi adotado a nomenclatura de MESA & GARCÍA-NOVO (1997) e MESA et al. (1999).

#### 3.2.5. Morfologia da tégmina e da *pars stridens*

A tégmina direita e suas nervuras foi desenhada ao microscópio estereoscópico. A observação da superfície de ambas as faces e da *pars stridens* foi realizada no microscópio eletrônico de varredura Zeiss DSM 940A e Leo 435 VP, sendo o material recoberto com ouro em vaporizador Balzer MED 010.

A nomenclatura das principais nervuras segue OTTE & ALEXANDER (1983).

A caracterização das divisões das tégminas também segue a nomenclatura de OTTE & ALEXANDER (1983), mas baseia-se nas observações de DESUTTER-GRANDCOLAS (1993).

A classificação dos tipos de nervuras segue DESUTTER-GRANDCOLAS (1995).

#### 3.2.6. Morfometria externa

As medidas foram tomadas em microscópio estereoscópico com retículo quadriculado na ocular e convertidas em milímetros. As mensurações realizadas foram:

- 1) Comprimento do pronoto: distância entre a margem apical e basal, medida dorsalmente ao longo da linha mediana;

- 2) Largura do pronoto: distância das extremidades da margem basal do disco pronotal, medida dorsalmente;
- 3) Largura da cabeça: distância entre as margens externas dos olhos, medida dorsalmente;
- 4) Comprimento do fêmur posterior: distância entre a extremidade basal e distal do fêmur, medida na face externa;
- 5) Comprimento do ovipositor: distância da margem apical da placa subgenital ao ápice do ovipositor, medida na face ventral;
- 6) Comprimento da tégmina: distância entre o ponto médio da margem basal do pronoto e o ponto médio da margem apical da tégmina (medida apenas em machos);
- 7) Diâmetro vertical do olho direito: distância do maior diâmetro do olho, medido lateralmente.

Os dados de morfometria acima, também foram utilizados para verificar a existência do dimorfismo sexual no tamanho nas duas populações.

### **3.2.7. Morfometria da *pars stridens***

Para as análises morfométricas, a tégmina direita foi retirada, disposta entre lâmina e lamínula, com sua face ventral voltada para cima.

As tégminas foram analisadas no microscópio Leica DMLB, provido do programa Leica Qwin versão 2.3, onde as seguintes variáveis foram analisadas:

- 1) Número total de dentes da *pars stridens*: contagem de todos os dentes, incluindo até os menores e assimétricos;
- 2) Comprimento total da *pars stridens*: comprimento total do aparelho estridulador;
- 3) Densidade da *pars stridens*: corresponde ao número de dentes por milímetro;
- 4) Número de sensilas adjacentes à *pars stridens*: corresponde ao agrupamento de sensilas entre à *pars stridens* e a margem da tégmina.

Todo o material foi etiquetado, com o código do inseto correspondente e mantido em um estojo, junto com os frascos.

### **3.2.8. Método de gravação**

As gravações foram realizadas em laboratório, em potes de 17 cm de diâmetro por 19 cm de altura, contendo aproximadamente 3 cm de areia peneirada como substrato. Para o estudo do som de chamado, os machos foram mantidos em potes individuais, enquanto que para o registro do som de corte, uma fêmea e um macho foram colocados juntos. Em alguns casos o comportamento de corte e cópula foi analisado.

Os sinais acústicos foram registrados através do gravador Nagra E, microfone Sennheiser ME80, em fitas AGFA (PER 528, 6.3 mm, ¼ in e 1200 ft). Após cada gravação, as seguintes informações foram informadas na fita: código da gravação, local, data e hora da gravação, temperatura do ar, distância do microfone e dimensões do terrário e aspectos do comportamento que chamaram a atenção.

As gravações foram digitalizadas com frequência de entrada de 22050 Hz, canal mono e resolução de 16 bits em computador PC, utilizando o programa Cool Edit Pro. As frequências abaixo de 4 kHz e acima de 8 kHz foram filtradas para eliminar os ruídos de fundo do som de chamado. Enquanto que no som de corte, a filtragem ocorreu nas frequências abaixo de 3 kHz e acima de 7 kHz.

### **3.2.9. Análise do som**

Os sonogramas e oscilogramas foram analisados no programa Avisoft-SASLab Light. No total, cinco parâmetros físicos foram considerados; sendo a duração da nota, intervalo entre as notas e número de pulsos por nota calculado com FFT: 256 pontos, overlap: 99,21%, frame length: 12,5% e windows: hamming. A frequência máxima e mínima foi obtida com FFT: 256 pontos, overlap: 75%, frame length: 12,5% e windows: hamming e calculada somente na faixa de maior concentração de energia.

### **3.2.10. Depositário sonoro**

Todas as fitas encontram-se depositadas no Departamento de Biologia, Instituto de Biociências, UNESP, Câmpus de Rio Claro, São Paulo. Após a publicação dos trabalhos resultantes, cópias em formato digital serão enviadas para o Arquivo Sonoro Neotropical (VIELLIARD, 2004) e também disponíveis nos sites Orthoptera

Species File Online (OTTE et al., 2006) e Singing Insects of North America (WALKER & MOORE, 2006).

### **3.2.11. Análise estatística**

Os dados da morfometria corporal externa, *pars stridens* e dos parâmetros físicos do som de chamado foram submetidos a análises estatísticas no programa Origin 5.0. O teste estatístico utilizado para cada variável em questão, foi o teste paramétrico t-student. Os valores foram considerados significativos quando  $p < 0,05$ . A estatística descritiva está apresentada como média  $\pm$  desvio padrão, amplitude e amostra. Gráficos box plot representando os dados de estatística descritiva e indivíduos outliers foram construídos no programa BioEstatic 3.0 (AYRES et al., 2003).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Morfologia externa

A análise da morfologia externa e do padrão de coloração foi realizada em cinco indivíduos de ambos os sexos para cada população. A observação em microscopia eletrônica de varredura das diversas estruturas foi feita em um a seis indivíduos.

#### 4.1.1. Rio Indaiá-Macho (Fig. 2A)

Tegumento: corpo e pernas marrom claro; manchas, faixas e pontuações marrom escuro a preto; antenas marrom alaranjado a amarelado; palpo maxilar e labial totalmente ou em grande parte branco (Fig. 4A). Pilosidade: cerdas distribuídas por todo o corpo, branco-amarelas e pretas, densas, finas e curtas; cerdas inseridas nas pontuações no vértice, fastígio e pronoto, pretas, finas e longas (diâmetro 4x maior do que as anteriores) (Figs. 5A e 5B).

Cabeça: vértice com quatro faixas longitudinais paralelas, faixas internas reduzidas; uma ou duas pontuações entre o olho e a faixa externa e enfileiradas longitudinalmente em número de três, entre as faixas externas e internas e anteriormente como uma continuação das faixas internas (Figs. 5A e 5B). Limite entre o vértice e o fastígio com duas faixas fracamente coradas, oblíquas e convergentes para cima (Fig. 5B). Fastígio em vista dorsal sub-retangular, ângulos anteriores arredondados (Fig. 5A); região central com seis pontuações divididas em duas fileiras longitudinais, região lateral com cinco pontuações de disposição aleatória (Fig. 5B). Ocelos arredondados, idênticos e em número de três (Fig. 7A), ocelos laterais na porção inferior das faixas oblíquas, ocelo central no terço inferior da faixa longitudinal. Fronte com contorno preto, região mediana superior com um par de manchas pretas, subelípticas, oblíquas, convergentes para cima, margem inferior com mancha preta arredondada central (Fig.

5B). Clípeo transverso, sem pilosidade (Fig. 7B). Ante-clípeo transverso, depressionado longitudinalmente na região central, terço superior da região mediana com duas cerdas finas, 2x mais longa que aquela distribuída por todo o corpo (Fig. 7B). Labro preto, transverso, semi-circular, depressionado longitudinalmente na região centro-lateral, sem pilosidade, exceto por seis cerdas semelhantes ao do clípeo, localizados na metade inferior do terço central (Figs. 5B e 7B). Mancha subelíptica longitudinal no terço postero-superior dos olhos (Fig. 5C). Olho e sutura ocular preto, região interna ao redor da sutura ocular marrom claro, sensilas curtas, curvas, robustas e bastante escassa entre os omatídios (Fig. 7C). Antenas: escapo sub-quadrado, com pequenas manchas nas laterais interna, externa e no dorso; depressionado obliquamente na metade distal (Fig. 7D), região dorsal externa com duas fileiras transversais de sensilas, fileira interna com 12 a 17 sensilas curtas, retas e com base alargada e afiladas em direção ao ápice (Fig. 7E – seta cheia), fileira externa com 17 a 19 sensilas, sendo estas mais longas que as anteriores, retas e com diâmetros uniformes (Fig. 7E – seta vazia); margem interna e distal com cerdas brancas e grandes (Fig. 7D). Pedicelo alongado, comprimido transversalmente na região central; com duas fileiras longitudinais de cerdas brancas nas margens interna e externa, transversalmente no centro da metade distal; margem apical com esculpturações arredondadas brancas (Fig. 7F). Flagelo com cerdas longas, robustas e dispostas de maneira aleatória (Fig. 7G); flagelômeros da metade proximal transversais, os da metade apical alongados e aproximadamente 2x maiores. Lábio (Fig. 7H): submento transverso, margens laterais da metade distal expandidas, região centro-lateral depressionado longitudinalmente, terço distal marrom escuro, terço médio e basal marrom claro. Mento transverso, margem distal arredondada, depressionado longitudinalmente na região central, metade basal marrom escuro, metade distal branco, mas com a região mediana marrom clara. Premento com a margem lateral emarginada na região central, coloração branca com a sutura labial marrom escura. Glossa marrom escuro, formato de um triângulo isósceles. Paraglossa marrom escuro com extremidade branca, triangular. Palpo labial tri-segmentado, último segmento 1,5x mais longo que o anterior e truncado no ápice. Submento, mento e glossa com sensilas pequenas, pouco curvas e de base ligeiramente alargada (Fig. 7I); cerda finas, longas e curvas por toda a superfície do lábio, em maior densidade nos palpos e mais robustas na glossa (Fig. 7J); Maxila (Fig. 7L): cardo marrom claro, reduzido. Estipe marrom claro, sub-retangular.

Lacínia marrom claro, formato de foice. Gálea marrom escura, formato de foice, ápice com uma franja de cerdas brancas, longas e robustas, margem dorsal externa com uma fileira de cerdas brancas, longas, finas e retas (Fig. 7M - seta). Palpo maxilar penta-segmentado, quarto segmento 1,5x o tamanho do último e o maior de todos, último segmento com ápice truncado e com maior densidade de cerdas. Cardo, estipe, gálea e os três primeiros segmentos dos palpos maxilares com sensilas cônicas, pequenas e com poro no ápice, localizadas esparsamente (Fig. 8A); cerdas pretas, finas e longas com diâmetro variável em toda estrutura, exceto a lacínia (Fig. 8B). Mandíbulas: marrom escura, região basal marrom clara; simétricas; curvatura pouco acentuada; ápice com um dente apical e um subapical (Fig. 8C); área molar com cerdas robustas, longas e curvas (Fig. 8D).

Pronoto (Fig. 5D): quarto apical do disco com duas manchas sub-elípticas, transversais, centrais; margem anterior com uma fileira transversal de pontuações, outra fileira transversal de pontos 4x maiores, mais espaçados e em menor número, abaixo das manchas sub-elípticas. Quarto mediano anterior com dois pares de manchas transversais, centrais, a distal a maior do disco, sub-oval, com as extremidades atingindo o lobo lateral e somente com o contorno demarcado, sendo este mais espessado no contorno cefálico; a outra sub-elíptica, levemente oblíqua para dentro; presença de duas faixas marrom escura, centrais, finas, longitudinais, entre as manchas. Quarto mediano posterior com pontuações como a segunda fileira do quarto apical; duas manchas laterais, ovais, oblíquas, somente com o contorno demarcado, espessado na borda externa. Quarto basal com pontuações presentes por toda a região, as maiores alinhadas na margem distal. Lobo lateral (Fig. 5E): margem inferior levemente emarginada no centro e mais estreita que a superior; metade inferior preta com pequenas manchas marrom-claro; metade superior marrom claro com diversas pontuações e manchas de formato irregular preta. Mesosterno (Fig. 5F) com leve reentrância na margem posterior, terço apical marrom amarelado; terço médio marrom claro, e terço basal marrom escuro. Metasterno marrom claro (Fig. 5F).

Abdomen: tergitos I a IV marrom escuro; tergitos V a VII (Fig. 5G) com os terços laterais marrom escuro e conectados entre si por uma faixa na margem basal do terço médio prolongada perpendicularmente formando uma grande mancha arredondada central; pontuações pequenas esparsas, as maiores alinhadas na margem apical. Tergitos

VIII a IX com metade da largura do VIII, marrom escuro com uma pequena região central marrom claro, sem pontuações. Tergito X marrom claro, retangular e reduzido. Placa supra-anal marrom claro, reduzida, com o terço médio emarginado e os laterais arqueados lembrando um “M”. Esternito I diminuto, esternito II sub-triangular (Fig 5H). Esternitos I a VI com o terço médio marrom amarelado e terços laterais marrom claro (Fig 5H). Esternito VII com o centro da margem basal marrom amarelado e terços laterais marrom escuro (Fig. 5I). Esternito VIII marrom escuro (Fig. 5I). Placa subgenital marrom escuro, formato de diamante com todos os ângulos arredondados (Figs. 5I e 8E). Cercos: região basal e pontuações marrom escuro; superfície do terço basal e médio com numerosas microtrichias (Figs. 8F-I); cerdas marrom claro de diversos tamanhos por todo o terço basal e médio (Figs. 8F e 8G), região interna do terço basal com sensilas claviformes brancas, de diversos tamanhos e com pequenas calosidades na superfície (Fig. 8H); paredes dos soquetes com poros (Fig. 8I - seta). Terço apical desprovido de pilosidade e formado por segmentos contendo cristas transversais, que vão se afilando em direção ao ápice (Fig. 8J).

Pernas: espinhos marrom amarelados com ápice e região central marrom escuros. Fêmur I: face externa com mancha transversal na base e ápice, metade distal com uma grande mancha irregular (Fig. 6A); face interna com mancha elíptica longitudinal na região central do terço basal e início do terço apical, mancha transversal no ápice (Fig. 6D). Fêmur II: mancha transversal no ápice e duas manchas grandes irregulares na face interna (Fig. 6F); face externa com mancha transversal no ápice, final do terço médio e várias manchas pequenas no terço basal e médio (Fig. 6C). Fêmur III: face externa com faixas oblíquas descontínuas na região superior, faixa longitudinal bem estreita na região mediana-inferior, região inferior com manchas irregulares, mancha em forma de uma “meia-lua” invertida, no ápice (Fig. 6B); face interna com linhas longitudinais sub-paralelas na região inferior, manchas irregulares no terço apical e médio (Fig. 6E). Tíbia I e II: bandeadas; ápice armado com dois espinhos ventrais pilosos (Figs. 6A e 6C), tímpano com formato elíptico longitudinal e presente somente na face interna do terço basal (Fig. 8L), superfície da membrana timpânica com pequenas calosidades (Fig. 8M). Tíbia III fortemente manchada, dorso com três espinhos internos e três externos, ambos pilosos e de mesmo tamanho (Fig. 9A). Ápice com três esporões externos pilosos, o central 2x maior que os outros (Fig. 9B); face

interna com dois esporões, ambos pilosos, o dorsal do mesmo tamanho dos espinhos, o outro um pouco menor (Fig. 9C). Protarsômero: quarto basal e apical marrom escuro, quarto mediano anterior e posterior marrom amarelado, margem ventral com uma fileira externa e interna de cerdas rígidas e maiores. Protarsômero I menor que o II. Protarsômero III com dois espinhos apicais externos (dorsal diminuto e liso e o ventral 4x maior e com três cerdas) e dois espinhos apicais internos (dorsal de tamanho médio, aparentemente sem pilosidade e ventral sendo o maior de todos contendo cinco cerdas). Mesotarsômero: trapezoidal, marrom escuro,  $\frac{1}{4}$  do tamanho do protarsômero, pilosidade igual ao do protarsômero, mesotarsômero III desprovido de cerdas. Metatarsômero: marrom escuro, claro somente na região posterior central. Garra tarsal: marrom claro com ápice escuro.

#### **4.1.2. Rio Indaiá-Fêmea (Fig. 2B e 2C)**

Semelhante ao macho, exceto pelas seguintes características: tergitos densamente pontuados, pontos maiores localizados na margem apical, pontos menores difusos; estreita faixa preta no centro da margem basal dos tergitos de I-IX, exceto no primeiro tergito o qual ocupa todo terço basal (Fig. 6G); região lateral preta, sendo que nos tergitos VII-IX atinge a parte latero-dorsal (Fig. 6H). Tergitos VIII-IX pequenos, com cerca da metade da largura dos anteriores (Fig. 6H). Tergito X retangular, transverso; placa supra-anal arredondado, ambos com uma grande mancha preta circular no centro. Mesosterno: terço apical e médio marrom claro, terço basal esbranquiçado. Metasterno marrom escuro. Esternito I pequeno; esternito de I a III com o terço médio marrom amarelado e terços laterais marrom claro, (Fig. 6I). Esternitos IV a VI com os terços laterais e médio marrom amarelado, duas manchas marrom claro centro lateral, conectadas na margem posterior e com prolongamento transversal na margem anterior (Fig. 6J). Esternito VII, 2x mais largo que o esternito VI, terço médio marrom claro e terços laterais marrom amarelado (Fig. 6J). Placa subgenital marrom claro, semi-circular, centro da margem posterior levemente emarginado (Fig. 9D). Ovipositor: marrom escuro; face externa: ápice da valva dorsal mais largo que a ventral e com duas regiões depressionadas transversalmente (Fig. 9E); ocorrência de três tipos de sensilas: as inseridas em cavidades localizadas somente na margem do ápice e caracterizadas por

terem a base alargada e a extremidade arredondada (Fig. 9F), as duas restantes distribuídas por todo o órgão, de forma bastante espaçada e não inseridas em soquetes, sendo uma longa, reta e pouco afilada (Fig. 9G) e a outra cônica e menor (Fig. 9H). Face interna: sensilas somente na valva dorsal. Base do ápice da valva dorsal com uma projeção triangular (Fig. 9I), contendo um agrupamento de cerdas longas, retas e pouco afiladas (Fig. 9J); sensilas semelhantes às da face externa (Fig. 9L), localizadas de forma bastante espaçada por todo o órgão e entre escamas. Escamas cuticulares orientadas apicalmente e presentes em ambas as valvas; as do ápice da valva dorsal pequenas e espaçadas (Fig. 9M), tornando-se maiores e em maior densidade em direção à base (Fig. 10A); escamas da valva ventral com tamanho similar, mais numerosas no ápice (Fig. 10B) e diminuindo em direção à base.

#### **4.1.3. Trilha-Macho (Fig. 3A)**

Semelhante ao macho da outra população, a única diferença observada (excetuando-se a morfometria corporal externa, número de sensilas adjacentes à *pars stridens* e morfologia da genitália, discutidas mais adiante) foi o padrão de coloração dos palpos maxilares. Nessa população a coloração apresentou-se com áreas marrom escuro a preto, sobretudo no último segmento (Fig. 4B).

#### **4.1.4. Trilha-Fêmea (Fig. 3B)**

Semelhante à fêmea da outra população, exceto o padrão de coloração dos palpos maxilares, que também apresentou áreas mais escuras como descrito para os machos.

### **4.2. Morfologia do proventrículo**

A morfologia do proventrículo foi examinada em dois machos e três fêmeas da população da Trilha e três machos e duas fêmeas da população do rio Indaiá, não sendo encontradas diferenças interpoblacional e intersexual. Externamente, o proventrículo possui uma forma globosa (Fig. 10C) e é ligado ao papo por um pescoço tubular (seta na fig. 10C). Internamente é constituído por seis dobras longitudinais, contendo em cada

uma dez apêndices esclerotinizados (Fig. 10D). Foram observados dois tipos de apêndices esclerotinizados: os dois anteriores e algumas vezes o terceiro, caracterizam-se por apresentarem saliências com ápice agudo e arredondado denominados de dentículos medianos, estes dentículos exibem comprimento e número (1 a 9) variado (Fig. 10E).

Os apêndices esclerotinizados anteriores variam quanto à localização dos dentículos medianos e à presença ou ausência de ramificações. No primeiro caso, os dentículos ou estão localizados somente na porção central (Fig. 10E – segundo apêndice), região que recebe o nome de dente médio, ou estão por toda a estrutura (Fig. 10E – primeiro apêndice). Quanto às ramificações, alguns dentículos se encontram isolados, enquanto outros são bi ou trifurcados.

Os demais apêndices esclerotinizados caracterizam-se por serem mais largos e possuírem uma saliência alongada lisa no lugar dos dentículos medianos (Fig. 10G). Os dois apêndices esclerotinizados posteriores da dobra longitudinal apresentam largura menor.

Lateralmente ao dente médio, encontram-se duas pequenas projeções denominadas de dentículos laterais (Figs. 10E e 10G - asterisco); caracterizados por serem sub-retangulares, truncados e côncavos em suas extremidades.

Acima do dente médio e mais afastado do que os dentículos laterais, localizam-se duas projeções denominadas de dentes laterais, cuja superfície lateral é formada por pequenas calosidades arredondadas e com a margem posterior tendo dois lobos longos de ápices arredondados e voltados para a região distal, sendo um lobo 2 a 3x maior que o outro (Fig. 10H).

Atrás dos apêndices esclerotinizados ocorrem estruturas denominadas de lobos barbados internos (Fig. 10H), cuja superfície é preenchida com cerdas longas e finas, sendo que as voltadas para o lúmen são mais robustas (Figs. 10F e 10H – seta cheia).

Lateralmente aos apêndices esclerotinizados ocorrem estruturas denominadas de lobos barbados externos (Fig. 10F – seta vazia), cuja superfície é provida de cerdas longas e finas em algumas áreas. Na extremidade posterior mais próxima a todos os apêndices esclerotinizados, existe um conjunto de cerdas, semelhantes às que são voltadas para o lúmen dos lobos barbados internos (Fig. 10F - cabeça de seta); separando cada dobra longitudinal existem partições esclerotinizadas, que possuem

cerdas finas (menores que as anteriores) nas laterais de sua parede, enquanto que o restante da parede possui superfície lisa (Fig. 10F - asterisco).

Numerosos micro-espinhos ocorrem na porção anterior e posterior do proventrículo. No primeiro caso, essas estruturas estão em multispinose, sobrepostas, voltadas para a região posterior e encontradas em grande densidade (Fig. 10I); enquanto que na extremidade oposta, as mesmas estão em estado unispinoso, formadas por filamentos longos e finos, como as cerdas mencionadas anteriormente e bastante espaçadas entre si (Fig. 10J), alguns poucos em multispinose são encontrados nas laterais dessa região.

### 4.3. Morfologia da tégmina

A morfologia da tégmina foi examinada em 30 machos da população da Trilha e 30 machos da população do rio Indaiá, as análises de microscopia eletrônica de varredura foram realizadas em quatro indivíduos da população da trilha e em seis indivíduos da população do rio Indaiá.

As tégminas dos machos de ambas as populações cobrem um pouco menos da metade do abdome, alcançando até o tergito IV. A superfície da face dorsal é formada por projeções cuticulares hexagonais, inclusive sobre as nervuras (Fig. 10L). Sensilas longas, finas, curvas, bastante espaçadas entre si de maneira regular e em pequeno número foram observadas sobre todas as nervuras, células da área apical e na margem posterior da tégmina (Fig. 10M). Sensilas curtas e pouco afiladas inseridas em cavidades, também foram encontradas sobre as nervuras ou próximo a elas, este tipo morfológico está em número superior em comparação ao anterior (Fig. 11A).

A face ventral é formada por numerosas e pequenas cerdas (Fig. 11B - seta) denominadas por DESUTTER-GRANDCOLAS (1995) de “microtrichia”. Na margem da tégmina, próximo à *pars stridens*, destaca-se um agrupamento de sensilas longas e extremamente finas (Fig. 11B - cabeça de seta).

A área basal contém três nervuras (Fig. 12A): primeira, segunda e terceira anal (1A, 2A e 3A, respectivamente); posicionadas de modo retilíneo e oblíquo na tégmina, sendo que em alguns exemplares, pequenas ramificações arqueadas no início e próxima ao centro da terceira anal foram observadas. Em todas as tégminas, as nervuras fundem-se na região posterior da área basal, perto da segunda cubital (Cu<sub>2</sub>).

A área cordal contém todas as nervuras mencionadas acima e a parte posterior da nervura segunda cubital ( $Cu_2$ ). Entretanto, posicionam-se de forma longitudinal e são do tipo anelada (Fig. 11C). A terceira anal (3A) tem a forma de um arco com a curvatura voltada para o lado externo; a segunda anal (2A) apresenta uma leve sinuosidade tanto na parte anterior como na posterior, as nervuras primeira anal (1A) e segunda cubital apresentam uma curvatura mais acentuada para dentro, na região posterior.

A harpa é bastante desenvolvida, cobrindo grande parte da área dorsal e com uma única corda. Esta é bem longa, oblíqua, levemente sinuosa e do tipo plana (Fig. 11D - seta) origina-se próximo ao início do trecho transversal da nervura  $Cu_2$ , atingindo a nervura primeira cubital ( $Cu_1$ ) na borda da área apical.

A área apical é formada por diversas nervuras aneladas que formam numerosas células pequenas e de tamanho médio, o número de células mostrou grande variação inter-individual em ambas as populações.

O campo lateral possui as nervuras subcostal (Sc), radial (R) e mais três que não foram nominadas; todas estão posicionadas longitudinalmente, são do tipo espessada (Fig. 11E) e retilíneas na maior parte de sua extensão. Uma leve curvatura aparece na parte posterior da nervura radial e no início e fim da subcostal; enquanto que as três restantes exibem uma curvatura mais acentuada somente na parte anterior.

As nervuras segunda cubital, diagonal e média (M) marcam os limites entre as áreas das tégminas.

O terço anterior e médio da segunda cubital delimita a área basal da harpa. Esta nervura exhibe diferenças morfológicas bem acentuadas ao longo de sua extensão: o terço anterior é oblíquo e do tipo espessado; o terço médio é retilíneo, transversal e corresponde à *pars stridens*, enquanto que o terço posterior (localizado na área cordal) é anelado.

A nervura diagonal delimita a área cordal da harpa e também é do tipo anelado.

A nervura primeira cubital ( $Cu_1$ ) é do tipo espessada e faz parte de um dos lados da harpa.

A nervura média (M) é do tipo espessado e faz a fronteira entre o campo dorsal e o lateral.

Curtas ramificações transversais aneladas foram observadas entre as nervuras média e primeira cubital.

Nos exemplares analisados foi notado a ausência do espelho e da *median fan*.

As asas posteriores dos machos e das fêmeas não foram analisadas, pois estão reduzidas a escamas alares triangulares. Uma única fêmea da população do rio Indaiá apresentou tégminas desenvolvidas (Fig. 2C). Entretanto, não foi possível sua análise, uma vez que ela encontra-se deteriorada em virtude de uma tentativa mal sucedida de criação em cativeiro.

A coloração das tégminas é marrom clara, a maioria do material apresentando diversas regiões marrom escura, sendo observado uma grande variação inter-individual quanto ao tamanho e localização dessas manchas escuras.

#### **4.4. Morfologia da *pars stridens***

A morfologia da *pars stridens* foi examinada em cinco indivíduos (uma tégmina direita e quatro tégminas esquerdas) da população da trilha e seis indivíduos (quatro tégminas direitas e duas tégminas esquerdas) da população do rio Indaiá.

A estrutura mostrou-se semelhante nas duas populações e também em ambas as tégminas; dois tipos de dentes foram observados, sendo ambos com superfície lisa (Fig. 11D). Um grupo localiza-se entre a curvatura da nervura segunda cubital ( $Cu_2$ ) e ultrapassa um pouco o início da corda da harpa; estes dentes são ovais, menores, inclinados em direção à parte externa e com espaçamento maior (Fig. 11F). O outro grupo é mais numeroso, do final do anterior até a margem da tégmina; estes dentes são elípticos, formando ângulo reto com a superfície da tégmina e com tamanho e espaçamento homogêneos (Fig. 11G). Dentes assimétricos nas extremidades não foram detectados (Fig. 11H).

#### **4.5. Morfologia do ovo**

A morfologia do ovo só pode ser examinada na população da trilha (n=3 ovos de 2 fêmeas).

Os ovos são cilíndricos e com as extremidades arredondadas, a coloração varia de amarelo-creme a branco (Fig. 11I). Uma das extremidades possui pequenas projeções de formato elíptico, dispostas de maneira isolada ou agrupada (Fig. 11J), o restante da

superfície, incluindo a outra extremidade, possui um padrão homogêneo formado por impressões hexagonais (Fig. 11L).

#### **4.6. Morfologia do complexo fállico**

O complexo fállico foi analisado em cinco machos de cada população, não havendo diferenças entre os indivíduos de uma mesma população.

A descrição a seguir refere-se às duas populações, visto que o padrão geral do complexo fállico foi o mesmo para ambas. Pequenas diferenças foram observadas entre as duas populações quanto ao tamanho, morfologia e posicionamento de cada esclerito constituinte, e que também estão descritos abaixo.

Os escleritos ectofállicos proximais (EEcP) localizam-se lateralmente e possuem a forma de duas barras alongadas, estão conectados ao esclerito ectofállico distal (EEcD) por meio de um tecido flexível (Figs. 13A e 13B). As diferenças observadas entre as populações foi o tamanho do EEcP e a distância entre o EEcP e o EEcD; na população do rio Indaiá as estruturas apresentam comprimento maior e estão mais próximas ao esclerito ectofállico distal (Fig. 13A); enquanto que nos machos da trilha o oposto é observado (Fig. 13B).

O esclerito ectofállico distal (EEcD) é uma placa única que cobre a porção dorsal e lateral do complexo fállico, ele também se prolonga na face ventral, mas levemente. Na população do Rio Indaiá essa estrutura apresenta-se, em vista dorsal, emarginado no centro das margens proximal e distal, dando ao esclerito o formato de um "H"; as extremidades distais são arredondadas, enquanto que as proximais são afiladas (Fig. 13A). Em vista lateral, a margem ventral também é emarginada resultando em um formato bilobado; enquanto que a margem latero-proximal é um arco bem aberto (Fig. 13E). Na população da trilha, o esclerito ectofállico distal, em vista dorsal, tem formato sub-quadrado, pouco emarginado na margem distal e levemente na margem proximal (Fig. 13B). Em vista lateral, a estrutura tem aspecto sub-securiforme. Na população do rio Indaiá, uma pequena placa escura em forma de gota ocorre no terço médio e apical da margem lateral do esclerito ectofállico distal, essa estrutura está ausente na outra população.

Os escleritos endofállicos proximais (EEnP), à semelhança do outro par de escleritos proximais, também tem a forma de duas barras alongadas; diferem dos EEcP

pelo tamanho maior e por se fusionarem, sendo que na população do rio Indaiá, a fusão ocorre próximo à margem terminal do esclerito ectofálico distal, enquanto que nos grilos da trilha, a união ocorre no centro deste mesmo esclerito (Figs. 13A e 13B).

Os escleritos endofálicos distais (EEnD) não foram observados, estando provavelmente ausentes ou reduzidos.

O estilete (Est) localiza-se na região centro-anterior e possui a forma de uma gota invertida; na região central perto da margem proximal existe uma pequena projeção perpendicular inclinada em direção à cabeça (Figs. 13A e 13B). Em sua porção latero-distal encontram-se quatro esclerotizações secundárias (Es). O par mais interno é menor, com forma sub-elíptica e convergindo para dentro; os outros dois escleritos são maiores e triangulares.

O canal ventral (CV) estende-se da extremidade distal do estilete até alcançar os lobos dorsais (Figs. 13C e 13D). Em vista lateral, a estrutura apresenta uma curvatura em sua porção distal, voltada para o lado dorsal (Figs. 13E e 13F).

O lobo dorsal (LD) apresentam uma reentrância em sua região central, que o divide parcialmente (Figs. 13A e 13B). Em vista lateral, essa estrutura é levemente emarginada na margem latero-distal da população da trilha; na população do rio Indaiá o aspecto é oval, em ambos os casos sua extremidade é direcionada para o lado ventral (Figs. 13E e 13F).

O esclerito ectofálico distal apresenta numerosas sensilas finas e longas na região lateral. O lobo dorsal também apresenta as sensilas acima e também uma outra de menor tamanho que está inserida numa base circular (Fig. 11M).

O complexo fálico de ambas as populações apresenta grande variação intra-populacional quanto a coloração, sendo observado escleritos amarelo-ouro, marrom claro e marrom escuro.

Outra variação intra-populacional encontrada diz respeito à posição relativa de cada esclerito. Em alguns indivíduos os escleritos ectofálicos proximais estão paralelos, em outros estão convergindo. Em vista lateral, a posição deste esclerito também não é fixa, podendo estar localizado dorsalmente (Fig. 13E) ou ventralmente (Fig. 13F). A mesma variação é observada para a curvatura do canal ventral (Figs. 13C e 13D) e para a distância entre as margens da face ventral do esclerito ectofálico distal (Figs. 13E e 13F). Essas variações podem ser inter-individuais ou mais provavelmente

alterações resultantes da remoção dos tecidos e musculatura durante o processo de dissecação e limpeza.

#### **4.7. Morfometria dos caracteres externos, da *pars stridens* e dimorfismo sexual no tamanho**

Foram medidos 40 indivíduos de cada sexo de cada população para a análise dos caracteres externos, e 30 indivíduos de cada população para a morfometria da *pars stridens*.

Nas tabelas 2 e 3 são apresentados a média, o desvio-padrão e a amplitude das medidas obtidas dos exemplares machos e fêmeas respectivamente.

A população do rio Indaiá apresenta tamanho maior, em ambos os sexos, nos seguintes caracteres externos: largura da cabeça, diâmetro vertical do olho, comprimento e largura do pronoto, comprimento do fêmur posterior, da tégmina e do ovipositor, sendo que esses resultados são estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ) (Figs. 14 e 15).

O diâmetro vertical do olho (Fig. 14D e 15D) e o comprimento do fêmur posterior (Fig. 14E e 15E) são os caracteres, em ambos os sexos, que melhor separam as duas populações, pois não houve, dentro de cada grupo, indivíduos cujo valor alcançasse o do outro.

As diferenças morfométricas entre as duas populações relatadas acima são bastante perceptíveis no campo.

O número de sensilas adjacentes à *pars stridens* é superior para os machos do rio Indaiá, sendo também estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) (Fig. 16D).

O comprimento da *pars stridens* é o mesmo para ambas as populações (Fig. 16A), entretanto o número de dentes e sua densidade (dentes/mm) foi maior para a população da trilha, sendo esta diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) (Figs. 16B e 16C).

O teste t-student mostrou que há dimorfismo sexual no tamanho (comprimento do pronoto, largura do pronoto, largura da cabeça e comprimento do fêmur posterior) para ambas as populações, sendo as fêmeas significativamente maiores que os machos ( $p < 0,05$ ).

## 4.8. Análise acústica

O som de chamado foi analisado em cinco indivíduos de cada população. O som de corte só foi observado na população do rio Indaiá, tendo sido registrado em cinco indivíduos.

As gravações apresentaram reverberação, por conta disso, os sons tiveram que ser filtrados e alguns parâmetros físicos não puderam ser calculados (faixa de frequência do som de corte e duração do pulso nos dois tipos de sinais).

### 4.8.1. Som de chamado das duas populações

A estrutura do som de chamado mostra-se semelhante em ambas. Não houve diferenças estatisticamente significativas nos diversos parâmetros físicos do sinal ( $p > 0,05$ ).

Ao ouvido humano, o som é rápido, abrupto e ininterrupto (disquete em anexo). A intensidade do sinal é bem fraca, sendo que no campo, é imperceptível ao ouvido humano na população do rio Indaiá devido ao barulho de fundo gerado pela correnteza.

Analisando o sonograma, observa-se que as notas são curtas, tendo de quatro a sete pulsos. Estes não apresentam modulação de frequência e de intensidade, sendo todos praticamente iguais (Fig. 17).

Observou-se variação intra-individual no número de pulsos/nota em dois exemplares da população da trilha e um indivíduo do rio Indaiá (Tabelas 4 e 5). Nos demais indivíduos o número de pulsos mostrou-se constante.

A população do rio Indaiá apresenta notas com duração média de  $0,10 \pm 0,15$ s; o intervalo médio entre as notas é ligeiramente maior ( $0,15 \pm 0,05$ s). Cada nota é composta de quatro a cinco pulsos ( $4,40 \pm 0,49$ ). A frequência tem amplitude de  $4,08 \pm 0,22$  kHz ( $3,79-4,31$ ) a  $6,79 \pm 0,50$  kHz ( $6,29-7,41$ ). Os dados estão sumarizados na tabela 6. A temperatura do ar durante as gravações foi de 25 a  $25,5^{\circ}\text{C}$ .

A população da trilha apresenta notas com duração média de  $0,13 \pm 0,02$ s; o intervalo entre as notas é de  $0,16 \pm 0,01$ s. Cada nota é composta de cinco a sete pulsos ( $5,54 \pm 0,81$ ); a frequência tem amplitude de  $4,18 \pm 0,19$  kHz ( $3,96-4,48$ ) a  $7,04 \pm 0,40$  kHz ( $6,46-7,58$ ). Os dados estão sumarizados na tabela 6. A temperatura do ar durante as gravações foi de 25 a  $26^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.8.2. Som de corte da população do rio Indaiá

O som de corte é formado por um trinado emitido de modo contínuo, com cerca de  $26,74 \pm 5,98$  pulsos, a duração média de cada trinado é de  $0,66 \pm 0,10$ s e o intervalo é de  $1,55 \pm 0,49$ . Semelhante ao som de chamado, este sinal não apresenta modulação de frequência e de intensidade, sendo todos os pulsos praticamente iguais (Fig. 18).

Ao ouvido humano (disquete em anexo), o som de corte mostra-se mais lento do que o som de chamado, em virtude do maior número de pulsos.

#### 4.9. Comportamento de corte e cópula

O comportamento de corte e cópula foi estudado de maneira ocasional, de modo que a descrição abaixo devem ser considerados como um apontamento preliminar.

O comportamento reprodutivo é similar nas duas populações. Após o primeiro contato físico do par, o macho gira o corpo, de modo que o seu dorso fique de frente à cabeça da fêmea. Em seguida o macho começa a emitir o som de corte. Após cerca de 5 minutos, o macho everte o espermatóforo e continua a emitir o som de corte. Depois de algum tempo, o macho começa a movimentar o corpo para trás e para frente e simultaneamente emite um outro sinal (não gravado) que consiste num trinado de duração superior ao do som de corte. A fêmea responde a esse sinal, subindo no dorso do macho e copulando com ele (a duração é de 2 a 5 segundos). Nesse processo o espermatóforo é transferido para a fêmea. Após alguns minutos, em que ambos permaneceram imóveis, o macho começa a emitir novamente o som de corte.

O espermatóforo foi ingerido pelas fêmeas da trilha em três observações. Na população do rio Indaiá, essa estrutura foi ingerida pelo macho em uma única ocasião. Esse mesmo macho emitiu outro espermatóforo decorridos 6 minutos após a ingestão do primeiro, e ao final do experimento não houve cópula.

#### 4.10. Observações ecológicas

Em todas as atividades de campo, foram realizadas coletas diurnas, onde se observou que os *Hygronemobius* estavam bastante ativos, sendo que diversos indivíduos

de ambas as populações, foram observados deslocando-se. Além disso, era comum ouvir o som de chamado e o de corte da população da trilha. Na população do rio Indaiá existe o problema do ruído de fundo produzido pela correnteza, de modo que não foi possível averiguar a atividade acústica.

Coleta no período noturno só foi possível em uma ocasião e de duração reduzida (aproximadamente 1 hora), onde se verificou uma drástica diminuição na atividade acústica da população da trilha e onde nenhum indivíduo foi avistado. Na população do rio Indaiá existe o problema do ruído de fundo mencionado anteriormente, de modo que a busca foi somente através de procura visual; nesse dia somente duas fêmeas foram avistadas, as quais permaneceram paradas nas margens do rio. Algumas rochas foram removidas para verificar se existia algum grilo abrigado, mas nenhum foi encontrado.

Em laboratório, os machos de ambas as populações exibiam comportamento diverso, pois emitiam o som de chamado tanto no período diurno como noturno.

Os indivíduos da trilha foram observados caminhando no solo e na vegetação baixa. A população do rio Indaiá mostrava-se bastante ágil; quando um grilo era perturbado, realizava diversos saltos e em muitos casos, quando estavam perto de poças escavadas sob as rochas ou próximos da margem do rio, deslocavam-se sobre a superfície da água com bastante desenvoltura, entretanto, não permaneciam nesse ambiente.

No local de estudo, os *Hygronemobius* só foram avistados em áreas abertas, com grande incidência de luz solar. Nenhum indivíduo foi observado em ambiente escuro, tais como a serrapilheira da plantação de cacau abandonada e sob pedras e troncos podres. Nesses outros micro-ambientes foram coletados grilos pertencentes a outros gêneros; no caso da serrapilheira foi coletado *Zucchiella atlantica*, *Amanayara jutinga* (Gryllidae, Nemobiinae) e *Aracamby picinguabensis* (Gryllidae, Phalangopsinae), enquanto que sob as pedras e troncos podres, foram capturados exemplares de *Paranurogryllus capricornio* e uma espécie nova de *Anurogryllus* (Gryllidae, Gryllinae) (GARCÍA-NOVO, 2004).

Os indivíduos da população da trilha foram coletados em março, abril, maio, agosto, outubro e dezembro. Os da população do rio Indaiá foram coletados em março, maio, julho, agosto, setembro, outubro e dezembro. Em todas essas atividades de

campo, observou-se a presença de ninfas, pré-adultos e adultos, sem o predomínio de um estágio ou de um sexo sobre as demais.

Algo que chamou a atenção foi a alta densidade populacional tanto de ninfas, pré-adultos e adultos de ambas as populações e sexos, como atestado pelo número de exemplares observados e os capturados.

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. Morfologia externa

A presença de três espinhos dorsais internos e três espinhos dorsais externos, além de três esporões apicais externos e apenas dois esporões apicais internos; aliado à morfologia geral da genitália masculina, confirmaram que as populações pertencem a *Hygronemobius* (HEBARD, 1915; DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993; OTTE & PECK, 1998).

As duas populações não apresentaram variações na coloração geral do corpo e no padrão das manchas e pontuações. A coloração dos palpos maxilares foi a única estrutura que apresentou diferenciação e serviu como uma característica útil para o reconhecimento entre ambas. A semelhança na morfologia externa entre espécies aparentadas de grilos é bastante comum, nesse caso o reconhecimento específico só é possível através da análise da genitália masculina, som de chamado ou morfologia da *pars stridens*, sendo que em muitos grupos é necessário o uso de todos esses parâmetros em conjunto, acrescidos de outros (NICKLE, 1981; OTTE & ALEXANDER, 1983; ZEFA, 1995; BROZA, et al., 1998; OTTE & PECK, 1998; SU & RENTZ, 2000; GARCÍA-NOVO, 2002).

Comparando-se a morfologia externa das duas populações com as outras espécies do gênero, observaram-se semelhanças e diferenças quanto ao padrão de coloração de diversas estruturas. As características que mais distinguem os grilos aqui estudados de outras espécies de *Hygronemobius* foram o formato das manchas e pontuações do disco do pronoto e a presença de faixas no vértice da cabeça. Esse padrão só foi observado em *H. alleni* (WALKER & MOORE, 2006), entretanto essa espécie difere no número de dentes da *pars stridens* (mencionado mais à frente) (WALKER & CARLYSLE, 1975). As diferenças apontadas acima parecem indicar que as duas populações são espécies novas.

O gênero *Hygronemobius* foi revisado recentemente por DESUTTER-GRANDCOLAS (1993). Entretanto a autora não analisou todas as espécies conhecidas, de modo que muitas espécies continuam com descrições muito resumidas, com ilustrações pobres e sem informações bioacústicas. Tal fato mostra que o gênero necessita ser revisado novamente e diversas espécies redescritas.

As análises em microscopia eletrônica de varredura mostraram que não existem variações na ultramorfologia entre as duas populações. Entretanto, alguns aspectos interessantes foram observados, quanto à ultramorfologia dos cercos e ovipositor, em relação a trabalhos já realizados em outros grilos. No caso dos cercos, a superfície do terço basal e médio foi semelhante àquela descrita por DESUTTER-GRANDCOLAS (1998a) para diversos gêneros de Grylloidea, indicando que essa estrutura não possui importância taxonômica. Entretanto, a autora nada comenta sobre os segmentos contendo cristas transversais do terço apical, de modo que esse tipo de estudo continua incompleto e pode fornecer informações taxonômicas importantes.

A morfologia do ovipositor ainda permanece pouco explorada; as características taxonômicas que vem sendo utilizada referem-se ao grau de curvatura da estrutura e à morfologia da extremidade (OTTE & ALEXANDER, 1983). Até onde foi possível averiguar, estudos ultra-morfológicos só foram realizados para *Teleogryllus commodus* e *G. assilimis* (Gryllinae) (AUSTIN & BROWNING, 1981; SEVERIN, 1935 apud AUSTIN & BROWNING, 1981; SUGAWARA & LOHER, 1986). Comparando os resultados obtidos com as duas espécies acima, verificou-se diferenças quanto às escamas, cerdas e sensilas. *Teleogryllus commodus* e *G. assilimis* apresentaram dois conjuntos de cerdas, sendo um na base do ápice e outro na região mediana do mesmo, ambos estando enfileirados; nas duas populações de *Hygronemobius*, só existe um conjunto situado na base do ápice, que se encontra de forma agrupada. Outra diferença observada foi a presença de escamas cuticulares e ausência de sensilas na face externa de ambas as valvas do ovipositor de *T. commodus* e *G. assilimis*; nas duas populações de *Hygronemobius*, a parte externa de ambas as valvas apresentaram superfície lisa e continham diversas sensilas.

Outra diferença foi em comparação à morfologia e disposição das escamas cuticulares em *T. commodus*. Nesta espécie, as escamas eram arredondadas e agrupadas na região central e dispersas nas laterais (AUSTIN & BROWNING, 1981), enquanto

que nas duas populações de *Hygronemobius* aqui estudadas, a morfologia das escamas foi subtriangular e com sua quantidade variando ao longo da estrutura.

Em outros dois gêneros de grilos (*Eneoptera surinamensis* e *Phylloscirtus* sp.), o ovipositor possui padrões morfológicos ainda não relatados, indicando que a ultramorfologia do ovipositor tem uma importância taxonômica negligenciada (MIYOSHI, dados não publicados).

## 5.2. Morfologia do proventrículo

O formato externo do proventrículo das duas populações foi o mesmo apresentado por outras espécies (DuPORTE, 1918; ELZINGA, 1996; FONTANETTI & ZEFA, 2000; FONTANETTI et al., 2002; JUDD, 1948; MALAVASI et al., 1981; NATION, 1983).

A comparação da morfologia dos dois tipos de apêndices esclerotinizados das duas populações de *Hygronemobius* aqui estudadas, com as espécies *Scapteriscus vicinus*, *S. acletus*, *S. abbreviatus*, *Neocurtilla hexadactyla*, *Gryllotalpa gryllotalpa*, *G. africanus* (Gryllotalpidae, Gryllotalpinae) (JUDD, 1948; MURALIRANGAN, 1980; NATION, 1983; ELZINGA, 1996), *Acheta domesticus*, *Gryllus pennsylvanicus*, *G. assimilis*, *G. domesticus*, *Gryllus* sp., *Miogryllus verticalis*, *M. piracicabensis*, *Anurogryllus muticus* (Gryllidae, Gryllinae) (JUDD, 1948; DuPORTE, 1918; MALAVASI et al., 1981; ELZINGA, 1996; FONTANETTI & ZEFA, 2000; MESA et al., 2004), *Endecous betariensis*, *E. itatibensis*, *E. cavernicolus* (Gryllidae, Phalangopsinae) (FONTANETTI et al., 2002), *Allonemobius fasciatus* (Gryllidae, Nemobiinae) (JUDD, 1948; ELZINGA, 1996), *Falculica hebaridi*, *Anaxipha exigua*, *Phyllopalpus pulchellus*, *Cyrtoxipha columbiana* (Gryllidae, Trigonidiinae) (JUDD, 1948), *Hapithus agitator*, *H. brevipennis*, *Orocharis saltator* (Gryllidae, Podorscirtinae) (JUDD, 1948; ELZINGA, 1996), *Tafalisca lurida* (Gryllidae, Eneopterinae) (JUDD, 1948), *Oecanthus nigricornis*, *Neoxabea bipunctata* (Gryllidae, Oecanthinae) (JUDD, 1948; ELZINGA, 1996), *Cycloptilum squamosum* (Mogoplistidae, Mogoplistinae) (JUDD, 1948) e *Myrmecophila oregonensis* (Myrmecophilidae, Myrmecophilinae) (JUDD, 1948) evidenciou, até onde foi possível averiguar, que o padrão da morfologia interna das duas populações de *Hygronemobius* é novo nos grilos.

As espécies que apresentam maiores semelhanças são *Allonemobius fasciatus* e *Scapteriscus vicinus* (JUDD, 1948). Entretanto, em *A. fasciatus*, o dente médio tem uma projeção central posterior com bordas subparalelas e com três ou quatro dentículos medianos em sua extremidade, enquanto que nos *Hygronemobius* essa projeção está ausente. *Scapteriscus vicinus* apresenta dentículos medianos por todo o apêndice esclerotinado, os dentículos laterais são projetados lateralmente e a partição esclerotinizada apresenta escamas cuticulares. Nos *Hygronemobius*, o dentículo mediano não ocorreu em todos os apêndices esclerotinizados, os dentículos laterais estão mais voltados em direção ao lúmen e escamas cuticulares nas partições esclerotinizadas estão ausentes.

A ocorrência de dois tipos diferentes de apêndices esclerotinizados numa mesma dobra longitudinal, não foi relatada nas espécies citadas acima, nem por BLAND & RENTZ (1991), em seu estudo sobre morfologia interna do proventrículo de Gryllacrididae australianos, nem por JUDD (1948), referente a diversas espécies de Tettigoniidae e Gryllacrididae (procedência não fornecida em nenhum dos casos), de modo que até onde foi possível averiguar, essa condição é inédita na subordem Ensifera.

A única variação encontrada dentro de uma mesma dobra longitudinal foi aquela observada por JUDD (1948) referente ao comprimento dos apêndices esclerotinizados dos grilos. Segundo o autor, as espécies *Oecanthus nigricornis*, *Neoxabea bipunctata*, *Hapithus brevipennis*, *Orocharis saltator*, *Tafalisca lurida*, *Allonemobius fasciatus*, *Gryllus domesticus*, *G. assimilis*, *Miogryllus verticalis*, *Anurogryllus muticus*, *Myrmecophila oregonensis*, *Scapteriscus vicinus* e *Neocurtilla hexadactyla* apresentam uma diminuição gradual de tamanho dos apêndices esclerotinizados em direção à região posterior, sendo o tamanho da última unidade, a metade do valor do primeiro. Essa mesma característica foi exibida por espécies brasileiras de *G. assimis* (FONTANETTI & ZEFA, 2000) e por *Miogryllus piracicabensis* (MESA et al., 2004).

Em relação as duas populações de *Hygronemobius* aqui estudadas, os apêndices esclerotinizados também apresentam uma diminuição gradual de tamanho. Entretanto, essa variação não se mostra tão drástica a ponto do último apêndice esclerotinado ter a metade do comprimento do primeiro.

Os micro-espinhos são encontrados no estomodeu e proctodeu de diversos artrópodes (ELZINGA, 1998; MIYOSHI, 2005) e nos grilos, sua ocorrência foi

registrada para a cavidade bucal, faringe, esôfago, papo, pescoço, reto e íleo de algumas poucas espécies (ELZINGA, 1996; MALAVASI et al., 1981). Como nenhum dos trabalhos já citados relataram sua presença no proventrículo, aparentemente os dados obtidos evidenciaram mais uma característica inédita, agora em relação aos Grylloidea.

O estudo das demais espécies de *Hygronemobius* mostra-se necessário, para se determinar se as características observadas são exclusivas das duas populações ou é comum no gênero.

Através dos dados obtidos e informações já disponíveis, podemos afirmar que o estudo da morfologia interna não só do proventrículo, mas de todo o canal alimentar tem um grande potencial taxonômico e filogenético (ELZINGA, 1996; 1998; TOMOTAKE, 1996). Estudos preliminares em outros gêneros de grilos mostraram padrões morfológicos ainda não relatados, confirmando a afirmação acima (MIYOSHI, dados não publicados).

### 5.3. Morfologia das tégminas

O padrão geral das principais nervuras foi o mesmo apresentado para *H. daphne* (OTTE & PECK, 1998), *H. albolineatus*, *H. torquatus*, *H. benoisti* e *H. tetraplagion* (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993), *H. liura*, *H. dissimilis*, *H. albipalpus* (HEBARD, 1915) e *H. alleni* (WALKER & MOORE, 2006), de modo que não apresenta valor taxonômico.

Ambas as tégmina das duas populações aqui estudadas não apresentaram a região denominada de espelho, tal fato também é observado nas demais espécies do gênero (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993). O espelho atua como um ressonador acústico, sua ausência talvez explique a baixa intensidade do sinal acústico.

A análise ultramorfológica dos tipos de nervuras indicou a ocorrência das três formas (anelada, plana e espessada) observada também em *Anaxipha bradephona*, *A. tachephona*, (Gryllidae, Trigonidiinae), *Lerneca fuscipennis*, *Lerneca* sp. (Gryllidae, Phalangopsinae), *Oecanthus pellucens* (Gryllidae, Oecanthinae) e *Gryllus campestris* (Gryllidae, Gryllinae) (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1995; 1998b; DESUTTER-GRANDCOLAS & NISCHK, 2000; MIYOSHI, 2002).

As estruturas cuticulares hexagonais não foram idênticas a nenhuma das espécies mencionadas acima, mas há semelhanças com estruturas encontradas em *Oecanthus pellucens* (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1995).

DESUTTER-GRANDCOLAS (1995) observou que a localização, tamanho e morfologia das estruturas citadas acima diferiram entre espécies. Segundo a autora, esses elementos determinam áreas mais rígidas (estruturas cuticulares hexagonais, nervuras espessadas) e outras flexíveis (nervuras planas e aneladas) da tégmina, as quais poderiam influenciar as características acústicas (frequência, intensidade e duração do sinal sonoro) das espécies. A partir dessa observação, surge a importância de se verificar nas duas populações, quais as áreas da tégmina são importantes na produção e dispersão sonora.

O agrupamento de sensilas observado entre a margem da tégmina e a *pars stridens* foi observado em *Urogryllus toledopizai* (Gryllidae, Gryllinae) (GARCÍA-NOVO, 2002), em diversas espécies de *Gryllus* (Gryllidae, Gryllinae) (ELLIOT & KOCH, 1983; PEREIRA et al., 2005; ZEFA & FONTANETTI, 2002) e em *Eneoptera surinamensis* (Gryllidae, Eneopterinae) (MIYOSHI, dados não publicados). Nessas espécies, as sensilas são longas e extremamente finas, dispostas de forma agrupada (mais espaçada em *U. toledopizai*) e de número superior a vinte. Nas duas populações de *Hygronemobius* aqui estudadas, a morfologia foi semelhante; entretanto estas estruturas apresentavam-se enfileiradas e a quantidade foi inferior (4 a 9 nos grilos do rio Indaiá e 1 a 7 na população da trilha).

Até onde foi possível averiguar, não existe nenhum relato para Nemobiinae quanto as estruturas cuticulares hexagonais e ao agrupamento de sensilas, que possam confirmar a sua utilidade taxonômica para definir gêneros ou mesmo espécies. Mas como os resultados mostraram-se aspectos novos, essas estruturas devem ser melhor analisadas.

#### **5.4. Morfologia e morfometria da *pars stridens***

As únicas informações disponíveis sobre a *pars stridens* refere-se ao número de dentes. Nesse caso, as espécies que apresentam maiores diferenças são *Hygronemobius nigrofasciatus* com 41 dentes (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993) e *H. alleni* com 46

dentes (WALKER & CARLYSLE, 1975), estas espécies são as que apresentam os menores valores conhecidos para o gênero.

As espécies *H. albolineatus* (64-73 dentes), *H. boreus* (60-70 dentes), *H. amoenus* (55-90 dentes), *H. stellatus* (48-63 dentes) e *H. nanus* (56 dentes) (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993) estão dentro da faixa de amplitude da população do rio Indaiá (50-72 dentes), enquanto que, *H. amoenus* (55-90 dentes), *H. torquatus* (74-78 dentes), *H. diplagion* (66-73 dentes), *H. elegans* (84 dentes), *H. benosti* (81-89 dentes) e *H. speculi* (78-94 dentes) (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993; OTTE & PECK, 1998) apresentam valores semelhantes aos encontrados para a população da trilha (69-89 dentes).

A diferença no número dentes nas duas populações analisadas neste trabalho foram estatisticamente significativas para separá-las. Entretanto, o mesmo não pode ser dito para o comprimento da *pars stridens*. Esse resultado mostra que, provavelmente, o espaçamento entre os dentes dentro da fileira estridulatória deve ser diferente entre as populações, porém bastante sutil, pois não é perceptível ao microscópio eletrônico de varredura.

OTTE & PECK (1998) relataram o fato descrito acima para *Pteronemobius santacruzensis* e *P. cristobalensis* (Gryllidae, Nemobiinae), essas espécies são similares morfológicamente, sendo o som de chamado e o espaçamento dos dentes da *pars stridens*, os caracteres que separaram com segurança uma espécie da outra.

A ocorrência de dentes diferentes numa mesma fileira é um fato com poucos relatos; até o momento foi citado para *Eneoptera guyanensis* (Gryllidae, Eneopterinae) (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1998a) e oito espécies de *Anurogryllus* (Gryllidae, Gryllinae) (GARCÍA-NOVO, 2004). Os demais trabalhos realizados citaram somente diferenças quanto ao tamanho dos dentes ao longo da estrutura e/ou presença de dentes assimétricos nas extremidades (ANGULO et al., 1987; DAVID et al., 2003; GARCÍA-NOVO, 2002; MIYOSHI, 2002; PEREIRA JUNIOR et al., 2003/2004/2005; ZEFA & FONTANETTI, 2002; WALKER & CARLYSLE, 1975).

### 5.5. Morfologia dos ovos

A morfologia e coloração dos ovos da população da trilha foi similar à de sete espécies de *Oecanthus*, *Neoxabea bipunctata* (Gryllidae, Oecanthinae) (FULTON, 1915) e *Gryllus bimaculatus* (Gryllidae, Gryllinae) (SARASHINA et al., 2005). Estas espécies apresentaram diferenças quanto ao tamanho (comprimento e diâmetro do ovo), e em vista lateral, ao ângulo e localização da curvatura.

FULTON (1915) e SU & RENTZ (2000) mencionaram a existência de projeções em uma das regiões terminais, como as observadas nas duas populações aqui estudadas. Segundo FULTON (1915), a extremidade em questão corresponde à cefálica. Tanto FULTON (1915) como SU & RENTZ (2000) notaram diferenças entre as espécies, quanto à morfologia, distribuição e tamanho dessas estruturas, de modo que ela aparenta ser uma característica taxonômica importante. As impressões hexagonais foram relatadas por SU & RENTZ (2000) para grilos do gênero *Bobilla*, nenhuma diferença foi observada por esses dois autores para as espécies por eles analisadas.

Como os ovos da população do rio Indaiá não foram estudados, comparações com os grilos da trilha não foram possíveis. Entretanto, como observado nos trabalhos mencionados acima, os ovos podem ser importantes em termos taxonômicos; análises com um número amostral maior nas duas populações podem resultar em informações importantes. Vale ressaltar, o fato das duas populações terem habitat diferentes; seria interessante descobrir o sítio de oviposição de cada uma e também verificar se a morfologia dos ovos refletem esses micro-ambientes distintos.

### 5.6. Morfologia do complexo fático

O padrão geral do complexo fático observado nas duas populações foi o mesmo exibido por *H. albolineatus*, *H. amoenus*, *H. benoisti*, *H. boreus*, *H. torquatus*, *H. stellatus*, *H. nanus*, *H. nigrofasciatus*, *H. diplagion*, *H. elegans*, *H. tetraplagion*, *H. daphne* e *H. speculi* (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993; OTTE & PECK, 1998) confirmando que ambas as populações pertencem a *Hygronemobius*.

A genitália masculina de ambas as populações apresentou diferenças; dentre elas o tamanho da estrutura, maior nos machos do rio Indaiá. Quanto à morfologia dos

escleritos, o esclerito ectofálico distal e os lóbulos dorsais foram os que apresentaram maiores diferenças. Essas diferenças é um dos elementos que permitem considerar as duas populações como pertencentes a espécies distintas.

A genitália masculina das duas populações diferiram das espécies *H. albolineatus*, *H. amoenus*, *H. benoisti*, *H. boreus*, *H. torquatus*, *H. stellatus*, *H. nanus*, *H. nigrofasciatus*, *H. diplagion*, *H. elegans*, *H. tetraplagion*, *H. daphne* e *H. speculi* (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993; OTTE & PECK, 1998), para as demais 11 espécies do gênero não existem informações.

Comparando os desenhos apresentados por DESUTTER-GRANDCOLAS (1993), verificaram-se algumas discordâncias quanto à nomenclatura e interpretação dos escleritos, que são citadas a seguir:

- a) A autora utiliza o nome epifalo para o esclerito ectofálico distal (EEcD). De acordo com os critérios de Mesa (informação verbal)<sup>3</sup>, o termo epifalo é válido somente para os Acridoidea;
- b) Os escleritos apódema ectofálico e rami foram substituído no presente trabalho pelos termos esclerito endofálico proximal (EEnP) e esclerito ectofálico proximal (EEcP), respectivamente;
- c) O conjunto estilete (Est) e esclerotinizações secundárias foram denominados pela autora como escleritos endofálicos; segundo a interpretação do presente trabalho, o estilete é ectofálico;

## 5.7. Morfometria dos caracteres externos e dimorfismo sexual no tamanho

A análise morfométrica é rotineiramente utilizada na taxonomia de diferentes grupos animais, com a finalidade de distinguir espécies, sobretudo naquelas que exibem uma alta similaridade morfológica (espécies crípticas) e que vivem numa mesma área geográfica, como o que ocorre em fêmeas de *Anopheles* do subgênero *Nyssorhunchus* (Culicidae) (CALLE et al., 2002); ou inversamente, em espécies que exibem elevado polimorfismo, como no tetigonídeo *Pterophylla* (Pseudophyllinae) (DEN HOLLANDER & BARRIENTOS, 1994). Outra função de análise morfométrica é

---

<sup>3</sup> MESA, A. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

verificar a ocorrência de dimorfismo sexual no tamanho (GIASSON, 2003; LUGLI, 2006; RODRIGUES et al., 2003; VERRASTRO, 2004) e atuar na montagem de chaves de identificação ou no agrupamento de espécies proximalmente relacionadas (CALLIGARIS et al., 2005; KERR et al., 1967).

As diferenças morfométricas dos caracteres externos exibido por ambos os sexos das duas populações, mostraram ser um dos resultados que melhor separaram-nas. As médias obtidas em cada estrutura, em ambos os sexos, entre as duas populações foram bastante discrepantes, com pouca sobreposição de valores. Também chamou atenção o fato das diferenças morfométricas serem perceptíveis no campo.

O dimorfismo sexual observado em ambas as populações, com as fêmeas sendo maiores que os machos, não é algo incomum, sendo verificado em vários grupos de animais (FOELIX, 1996; SHINE, 1979; 1988; ANDERSSON, 1994). Apesar de existirem muitas exceções, é considerada a regra nos invertebrados (citações em FAIRBAIRN, 1997).

O maior tamanho corporal das fêmeas das duas populações permite que um número maior de ovos seja produzido (DARWIN, 1874 apud SHINE, 1988). Além disso, também possibilita que uma maior quantidade de reserva energética, para fins reprodutivos (maturação, oviposição) seja estocada (ANDERSSON, 1994).

Os machos provavelmente devem estar alocando recursos na conversão da energia muscular em energia sonora, ao invés do aumento no tamanho corporal, pelo fato da atividade acústica demandar um alto custo energético (PRESTWICH & WALKER, 1981) e também porque nos encontros agonísticos, as disputas ocorrem por meio de sinais sonoros (som de agressividade), ao invés de combates físicos.

Outro fator que pode estar envolvido, observado em diversos animais, é que indivíduos de menor tamanho atingem a fase reprodutiva mais rapidamente, de modo que a probabilidade deles copularem com as fêmeas é maior do que indivíduos maiores (ANDERSSON, 1994).

Aspectos ecológicos também podem estar exercendo influência. HOWARD (1981) observou que os machos de *Rana catesbeiana* sofrem uma pressão de predação maior do que as fêmeas, por estarem mais expostos, já que são eles que vocalizam. O mesmo pode estar ocorrendo com os grilos aqui estudados, pois são os machos que emitem os sinais acústicos; sendo atualmente conhecidos vários exemplos de predadores

(BELL, 1979 apud SAKALUK & BELWOOD, 1984; WALKER, 1964a; 1979) e parasitas (CADE, 1975; FOWLER, 1987; ROBERT et al., 1992; ROBERT et al., 1994) de grilos que são orientados acusticamente.

O dimorfismo sexual em tamanho é um assunto ainda não totalmente esclarecido, pois como mencionado acima, muitas exceções são observadas. Além disso, experimentos com machos com o intuito de verificar onde a seleção estaria atuando (emissão do som de corte ou combate físico) necessitam ser realizados.

### 5.8. Análise acústica

A estrutura do som de chamado das duas populações é praticamente a mesma, isso não é estranho, visto que ambas não compartilham o mesmo habitat. Esse fenômeno também foi observado em espécies de *Anurogryllus* (GARCÍA-NOVO, 2004).

O sinal consistindo de notas curtas, como observado nas duas populações foi o mesmo apresentado para *H. albolineatus*, *H. amoenus* (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993) e *H. alleni* (WALKER & MOORE, 2006). Entretanto, as seguintes diferenças foram observadas: *H. albolineatus* apresenta notas com número de pulsos menor (três pulsos) e faixa de frequência mais aguda (6,0-7,5 kHz); *H. amoenus* também exibe uma alta faixa de frequência (7,0-8,0 kHz). A faixa de frequência de *H. alleni* situa-se no extremo oposto (2,24-7,75 kHz).

O som de chamado de *H. tetraplagon* e *H. daphne* difere das espécies acima, pois são formados por trinado (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993; OTTE & PECK, 1998). *Hygronemobius speculi* é a que apresenta o canto mais complexo, o sinal específico consiste de notas formadas por dois a três pulsos ou de um canto misto formado por trinados com número de pulsos variável (OTTE & PECK, 1998).

A variação no número de pulsos/nota em dois exemplares da população da trilha e um indivíduo do rio Indaiá, também foi verificada em *H. speculi* (OTTE & PECK, 1998), *H. amoenus* (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993) e *H. alleni* (WALKER & MOORE, 2006), indicando ser uma característica do gênero.

Os resultados mostraram que o som de chamado das duas populações difere de *H. albolineatus*, *H. amoenus*, *H. tetraplagon* (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993), *H.*

*daphne* (OTTE & PECK, 1998) e *H. alleni* (WALKER & MOORE, 2006); com relação a *H. speculi*, nada pode ser afirmado, pois as notas mostram grandes variações no número de pulsos e os autores apresentaram os dados na forma de oscilograma, não sendo possível saber a faixa de frequência desta espécie.

Examinando a literatura descrita acima, verificou-se que o estudo dos sinais acústicos foi qualitativo. Nenhum dos autores menciona o número de indivíduos gravados, bem como o valor dos diversos parâmetros temporais.

OTTE & PECK (1998) não informaram qual o gravador e software utilizado nos cantos de *H. daphne* e *H. speculi*. Além disso, apresentaram os dados na forma de oscilograma e no caso de *H. speculi*, a temperatura não foi mencionada, apesar de diversos autores mostrarem sua influência na estrutura do sinal (SOUROUKIS et al., 1991; WALKER, 1962).

DESUTTER-GRANDCOLAS (1993) também não informou o aparelho utilizado para gravar *H. albolineatus*, *H. amoenus* e *H. tetraplagion*; quanto ao software, a autora não relatou os parâmetros utilizados na elaboração dos sonogramas.

As questões mencionadas acima merecem atenção, pois a comunicação acústica é largamente empregada em diversos grupos animais com finalidade taxonômica (ALEXANDER, 1957; HADDAD & MARTINS, 1994; OTTE, 1994; VIELLIARD, 1989; WALKER, 1964b). A utilização de diferentes métodos e equipamentos de gravação e de análise pode levar a um erro na identificação do animal e/ou interpretação equivocada do sinal acústico, fato já documentado em diversos casos (CASTANHO, 2000; HADDAD & SAZIMA, 1989; KROODSMA et al., 1996; VIELLIARD, 1993; ZINA & HADDAD, 2005).

Uma maneira de lidar com todas essas dificuldades é a padronização do método de gravação, análise e forma de documentação; além da utilização de ferramentas mais modernas (internet, DVD) que possibilitem a manutenção e o fácil acesso dos registros sonoros, assunto que vem sendo debatido por diversos curadores de arquivos sonoros (CÓRDOBA-CÓRDOBA, 2004; GONZÁLES-GARCÍA, 2004; HEYER, 1994; KROODSMA et al., 1996; RANFT, 2004; VIELLIARD, 2000).

Nos Orthoptera esse assunto não é amplamente discutido. Alguns pesquisadores já disponibilizam os seus arquivos sonoros digitalizados na internet (OTTE et al., 2006; OTTE & NASKRECKI, 2006; RIEDE et al., 2006; WALKER & MOORE, 2006).

Entretanto permanece a falta de padronização dos registros e forma de análise e documentação, de modo que as dificuldades apontadas no presente trabalho pretendem chamar a atenção para esse tipo de problema.

Uma outra questão que chama atenção refere-se à população do rio Indaiá, pois estes grilos vivem associados a um ambiente com barulho de fundo intenso gerado pelo rio e de alta reverberação provocada pelas rochas, de modo que a seguinte pergunta surge: até que ponto esses dois fatores interferem na comunicação acústica?

Essa questão já foi abordada para anuros e aves da Mata Atlântica (BASTOS & POMBAL JUNIOR, 1995; HADDAD & GIARETTA, 1999; HADDAD et al., 1996; VIELLIARD & CARDOSO, 1996), Chapada Diamantina (LUGLI & HADDAD, 2006), campos rupestres da Serra do Cipó (VIELLIARD & CARDOSO, 1996) e Himalaia (DUBOIS & MARTENS, 1984), os quais habitam ambiente acústico semelhante (em corredeiras e cachoeiras contendo rochas nas margens).

Nos trabalhos mencionados foi observado que a estrutura sonora dos animais sofreu um processo de convergência acústica, modelado pelo ambiente ruidoso e com alta reverberação. O sinal acústico consistia de um padrão bem definido, formado por trinados e notas com pulsos numerosos e de curta duração (máximo de 50 ms) e separados por intervalos bem longos (duração igual ou maior que a do pulso), com a energia concentrada em frequência mais alta que a do ruído de fundo. Essas características permitiram que o som se destacasse do ruído de fundo e não sofresse os efeitos da reverberação, de modo que ele pode ter um longo alcance e sem perdas e distorções significativas na informação carregada ao longo de seu percurso.

O som de chamado dos *Hygronemobius* de ambas as populações exibiram as características mencionadas acima, de modo que na população do rio Indaiá, a comunicação sonora parece pré-adaptada a esse tipo de ambiente acústico. Vale ressaltar, que diversas espécies de grilos que vivem em habitats com outras características sonoras, possuem padrões sonoros semelhantes ao modelo acima (ALEXANDER & THOMAS; 1959; DESUTTER, 1985; OTTE & ALEXANDER, 1983; OTTE et al., 1987; SU & RENTZ, 2000), mostrando que o som de chamado da população do rio Indaiá não pode ser considerado como resultado da pressão evolutiva exercida pelas características do rio e das rochas, como as aves e anuros mencionados anteriormente; trata-se na verdade de um padrão geral dos grilos.

As observações de campo indicaram que devem existir outras formas de atração sexual atuando; no caso, a comunicação visual parece ser bastante utilizada e realizada através da busca ativa; esse argumento é suportado pelo fato das duas populações possuírem densidade populacional elevada durante todo o ano, os indivíduos de ambos os sexos serem bastante ativos durante o dia e pela coloração clara dos palpos maxilares, que contrasta com a coloração da cabeça; essas características, podem ter favorecido tal tipo de comunicação.

OTTE & CADE (1976) observaram que machos e fêmeas de *Acheta domesticus*, *Gryllus integer* G. sp. (Gryllidae, Gryllinae) produzem feromônios espécie-específicos e sexo-específicos tanto para a atração sexual, como no início da corte (reconhecimento). As duas populações de *Hygronemobius*, provavelmente também devem fazer uso desse canal de comunicação, pois os feromônios são conhecidos como importantes mediadores do comportamento de insetos.

### **5.9. Comportamento de corte e cópula**

O comportamento reprodutivo foi observado por MAYS (1971) para *Hygronemobius alleni*, sendo este o único relato conhecido. As seguintes características em comum foram observadas com relação às populações do presente trabalho: emissão do som de corte, cópula rápida, fêmea que sobe no dorso do macho e ingestão do espermatóforo pelo macho quando a fêmea não está receptiva. O autor também analisou outras dez espécies de Nemobiinae e verificou que o comportamento era o mesmo. ALEXANDER & OTTE (1967) também verificaram que a cópula é rápida em *Nemobius allardi*, indicando que esta é uma característica da subfamília.

O movimento do corpo para trás e para frente com emissão simultânea de um sinal acústico não foi observado em *H. alleni*, mas foi descrito para *Bobilla gullanae* (Nemobiinae) por SU & RENTZ (2000), gênero que só é conhecido para a Oceania (OTTE et al., 2006).

MAYS (1971) não realizou estudos bioacústicos junto com os comportamentais em *H. alleni*, por sua vez SU & RENTZ (2000) agiram de maneira oposta.

### 5.10. Observações ecológicas

O estudo de ciclo de vida pode ser usado para separar espécies. ALEXANDER & BIGELOW (1960) estudaram *Gryllus pennsylvanicus* e *G. veletis* (Gryllidae, Gryllinae), espécies crípticas, simpátricas e que apresentam o mesmo som de chamado. Entretanto, ambas são alocrônicas, sendo que as gerações adultas de uma e outra apresentam uma faixa de superposição muito estreita.

DEL-CLARO (1991) fez um estudo da história natural de *Scaphura nigra* (Tettigoniidae, Phaneropterinae) da Serra do Japi. A observação do ciclo de vida desta espécie evidenciou que ela é polimórfica, mímica batesiana de três espécies de vespas e com a capacidade de mudar o modelo imitado. Estudos taxonômicos anteriores, classificavam erroneamente cada mímico como sendo uma espécie diferente, pois somente se baseavam na morfologia e no padrão de coloração.

ALEXANDER (1968) descreveu sete diferentes tipos de ciclos de vida que podem ser encontrados nos grilos: (1) ocorrência de reprodução contínua, sem diapausa, em ambientes onde não há mudanças marcantes nas estações do ano; (2) uma geração por ano, com diapausa ocorrendo no estágio de ovo durante o inverno ou estação seca; (3) uma geração por ano, com diapausa no estágio de jovem durante o inverno; (4) uma geração a cada dois anos, com diapausa nos estágios de ovo e jovem durante o inverno; (5) uma geração a cada dois anos, com diapausa nos estágios de jovem e adulto durante o inverno; (6) duas gerações a cada ano, com diapausa no estágio de jovem durante o inverno e (7) duas gerações a cada ano, com diapausa no estágio de ovo no inverno.

MASAKI & WALKER (1987) adotaram uma classificação mais simples, o qual dividiram os tipos de ciclo de vida para os Grylloidea em dois grupos: (1) ciclo de vida homodinâmico, para as espécies que vivem em habitat sem sazonalidade, na qual a reprodução e todos os estágios de vida são observados durante o ano todo e (2) ciclo de vida heterodinâmico, quando existe uma sazonalidade em relação aos estágios de vida.

Em todas as coletas foi constatado a presença de ninfas, pré-adultos e adultos, sem o predomínio de um estágio sobre os demais e também a ocorrência de atividade acústica, indicando que as duas populações de *Hygronemobius* possuem o mesmo ciclo de vida, correspondente ao grupo homodinâmico, segundo a classificação de MASAKI & WALKER (1987), o qual equivale ao tipo (1) de ALEXANDER (1968).

O fato da porção costeira da Mata Atlântica ter um clima que se mantém constante ao longo do ano, sem uma estação seca (MORELLATO & HADDAD, 2000) deve ser um dos fatores das duas populações apresentarem ciclo de vida homodinâmico, uma vez que variações de temperatura, umidade e fotoperíodo são consideradas como os fatores abióticos que mais afetam o ciclo de vida e a escolha do habitat dos Grylloidea (MASAKI & WALKER, 1987).

Observando as datas de coleta do trabalho de DESUTTER-GRANDCOLAS (1993), verificou-se o mesmo padrão de ciclo de vida para *Hygronemobius amoenus* e *H. tetraplagion*; para as demais espécies não há informações suficientes, já que os períodos de coleta foram feitos em alguns meses e na maioria dos casos, não foi relatado a ocorrência ou coleta de ninfas.

Alguns autores afirmam que em várias espécies de grilos, a divergência sonora precede a divergência morfológica, levando à ocorrência de espécies crípticas (GARCÍA-NOVO, 2004; LEROY, 1965; NICKLE, 1981; OTTE, 1992; WALKER, 1964b). A análise do som de chamado contraria a informação acima, pois a estrutura do sinal específico foi semelhante em ambas as populações. Observando o habitat de cada uma, verificou-se diferença quanto ao substrato, pois um é formado por vegetação baixa (Fig. 1B), enquanto que o outro é composto de areia e rochas (Fig.1C). Esse fato mostrou que o mecanismo de isolamento pré-zigótico que houve entre as duas populações parecer ser ecológico (habitat) e não etológico (som de chamado).

O processo descrito acima também foi observado por ALEXANDER et al. (1972) em *Scudderia furcatae* e *S. fasciata* (Tettigoniidae, Phaneropterinae), e *Oecanthus pini* e *O. laricis* (Gryllidae, Oecanthinae), ambos os pares são espécies crípticas arbóreas com som de chamado quase idênticos. Segundo os autores, o isolamento ecológico ocorreu pela mudança na especificidade da planta-hospedeiro como uma resposta na mudança de coloração (camuflagem) para evitar a predação por aves.

Algun tipo de pressão ecológica semelhante deve ter ocorrido com ambas as populações de *Hygronemobius*, sendo que diversos fatores isolados ou em conjunto podem ser considerados (parasitas, predadores, abrigo, alimento, local mais adequado de oviposição, dentre outros). Esta questão permanece em aberto, pois não visa aos objetivos deste trabalho.

Algumas informações existem quanto ao habitat das outras espécies. OTTE & PECK (1998) observaram que *H. daphne* e *H. speculi* (ambos das ilhas Galápagos) ocupam ambientes diferentes. No primeiro caso, a espécie foi coletada em solo exposto da zona subtidal de um mangue, enquanto que *H. speculi* habita as fendas de penhascos de origem basáltica. MORSE (1905) também relatou a ocorrência de *H. alleni* em solo de mangue em Moraine Cay (Bahamas). DESUTTER-GRANDCOLAS (1993) comentou que *H. albolineatus* ocorre em todos os estágios de regeneração florestal de Loreto (Peru), enquanto que *H. boreus* encontra-se ausente nos estágios iniciais e nunca junto com *H. albolineatus*. Por sua vez, *H. torquatus* é encontrada somente nos últimos anos da regeneração e *H. stellatus* está restrita a florestas baixas de Iquitos (Peru) que sofrem inundação.

MELLO (1997) constatou que os *Hygronemobius* que habitam os riachos da Serra do Mar ocorrem somente nas rochas nuas, aquelas cobertas por musgos eram desprovidas de indivíduos; essas populações devem ser a mesma ou próximas à que habita o rio Indaiá. A observação de MELLO (1997) quanto à importância da presença dos musgos não foi averiguada na população do rio Indaiá.

Os resultados e os exemplos mencionados mostraram que o gênero *Hygronemobius* apresenta grande amplitude ecológica (euriécia) visto que ocupa diversos tipos de ambientes. Por sua vez, quando analisando as espécies, constata-se que cada uma está restrita a um micro-ambiente específico, indicando a existência de alta fidelidade ecológica (estenoécia) de modo que esta questão ecológica aparentemente possa ter um valor taxonômico importante para o gênero e talvez mostre que cada espécie de *Hygronemobius* possa atuar como um organismo bioindicador em seu habitat específico.

Outra característica marcante foi a grande densidade populacional observada. Esse fato foi relatado para *H. alleni* (MORSE, 1905), *H. albolineatus*, *H. amoenus*, *H. torquatus* (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1993), *H. daphne* e *H. speculi* (OTTE & PECK, 1998) e talvez seja mais uma das características ecológicas do gênero.

Cabe ressaltar que os dados obtidos, assim como as informações da literatura referente a *Hygronemobius*, são pequenas observações ocasionais realizadas em campo e não propriamente resultados de pesquisas ecológicas extensas. Mesmo assim, merecem consideração visto que podem explicar questões evolutivas referentes ao

gênero e também fornecer informações importantes relacionadas à área de biologia da conservação.

### **5.11. Polimorfismo alar**

A coleta de uma fêmea com asas anteriores desenvolvidas evidencia um possível caso de polimorfismo alar no gênero. MELLO (1997) observou fato semelhante no mesmo gênero. O autor coletou quatro fêmeas dentro de um total de 379 indivíduos, em populações de dois rios da Serra do Mar, observando que machos “típicos” cortejaram todas as fêmeas, evidenciando serem todos da mesma espécie.

O polimorfismo da asa nos Grylloidea é um fenômeno comum, principalmente nas subfamílias Trigonidiinae e Nemobiinae (MASAKI & WALKER, 1987). As causas vão desde diferenças genéticas até influência de condições ambientais, tais como fatores abióticos (fotoperíodo e temperatura) e condições do habitat (disponibilidade de alimento e densidade populacional) (MASAKI & WALKER, 1987).

ROFF (1986) apud WALKER & MASAKI (1989) verificou que em espécies com polimorfismo alar, as formas micrópteras reproduzem-se mais cedo e possuem mais fecundidade do que as formas macrópteras; tal fato poderia explicar o baixo número de fêmeas aladas aqui coletadas: 1 fêmea, numa amostra de 225 indivíduos de ambos os sexos das duas populações.

### **5.12. Sobre o agrupamento de espécies elaborado por DESUTTER-GRANDCOLAS (1993)**

Baseado no padrão de coloração do corpo e da morfologia da genitália masculina, DESUTTER-GRANDCOLAS (1993) elaborou uma chave de identificação, dividindo 11 espécies de *Hygronemobius* do Peru e Guiana Francesa em três grupos: *amoenus*, *stellatus* and *benoisti*.

Uma tentativa de percorrer essa chave nas duas populações mostrou-se impossível pelas seguintes razões: o tamanho e forma dos lobos apicais da genitália masculina foi similar ao grupo *amoenus*. Entretanto o padrão de coloração e a forma do

esclerito ectofálico distal não se enquadrou nesse grupo, sendo similar ao do grupo *stellatus*.

O problema acima provavelmente decorreu das 11 espécies localizarem-se no norte da América do Sul. Talvez seja necessário a descrição de novas espécies das partes central e sul do continente sul-americano, junto com maiores informações biológicas para que os grupos aparentados possam ser corretamente formados.

## 6. CONCLUSÕES

1. O padrão morfológico da genitália masculina é o mesmo observado em outras espécies de *Hygronemobius*. Entretanto, as duas populações mostram diferenças entre si nessa estrutura e em relação as de outras espécies.
2. As duas populações apresentam diferenças na morfometria dos caracteres externos, sendo os indivíduos que habitam as margens do rio Indaiá os que apresentam maior tamanho corporal. Esse fato é facilmente perceptível no campo.
3. As duas populações são semelhantes quanto à morfologia e ultramorfologia externa, sendo a coloração dos palpos maxilares a única diferença encontrada nestes aspectos.
4. As sensilas presentes nos cercos não apresentam nenhuma característica nova. Os segmentos contendo cristas transversais do terço apical chamam atenção, pois nunca foram descritas nos grilos.
5. As sensilas e escamas cuticulares do ovipositor apresentam padrões morfológicos e de distribuição novos em relação as espécies estudadas.
6. A morfologia externa do proventrículo das duas populações é a mesma observada em outras espécies.
7. A ultramorfologia interna do proventrículo é a mesma nas duas populações
8. Os dois tipos de apêndices esclerotinizados do proventrículo apresentam um padrão inédito nos grilos.

9. A ocorrência de dois tipos diferentes de apêndices esclerotinizados numa mesma dobra longitudinal é descrita pela primeira vez na subordem Ensifera.
10. O padrão de nervuras da tégmina é o mesmo observado em outras espécies de *Hygronemobius*.
11. Os três tipos de nervuras e as estruturas cuticulares hexagonais presentes na tégmina, é o mesmo descrito em outros gêneros. Entretanto, as estruturas cuticulares hexagonais mostram um padrão morfológico diferente do registrado na literatura.
12. A tégmina não possui espelho, como ocorre nas outras espécies do gênero; sua ausência talvez explique o som de baixa intensidade emitido pelos machos, pois essa região atua como um amplificador.
13. A morfologia do agrupamento de sensilas observado entre a margem da tégmina e a *pars stridens* é semelhante ao das espécies analisadas. Entretanto, nas duas populações de *Hygronemobius*, o número é reduzido e as sensilas estão enfileiradas, condição essa observada pela primeira vez nos grilos.
14. A existência de dois grupos morfológicos de dentes na *pars stridens* é interessante, pois é pouco relatado nos grilos.
15. A morfologia geral do ovo das duas populações é similar em relação ao de outras espécies de distintas famílias, porém como detalhes não foram averiguados, mais estudos são necessários.
16. As duas populações apresentam dimorfismo sexual no tamanho, sendo as fêmeas maiores que os machos.

17. O som de chamado é similar nas duas populações e formado por notas com pulsos curtos e de número reduzido. Variação interespecífica no número de pulsos/nota é observado nas duas populações.
18. Os parâmetros físicos do som de chamado apresentam características, que permitem que o sinal acústico da população do rio Indaiá se destaque do intenso ruído de fundo e também da reverberação gerado pelas rochas da margem. Cabe ressaltar que outras espécies de grilos que habitam outros tipos de ambientes, possuem som de chamado similares, de modo que não existe uma pressão evolutiva na modelação do sinal, como observado em anuros e aves associados a corredeira.
19. O som de corte da população do rio Indaiá é formado por um trinado.
20. Os machos de ambas as populações emitem um som durante a corte (não registrado), o qual desencadeia a cópula. Fenômeno registrado em *Bobilla gullanae*.
21. A cópula leva alguns segundos nas duas populações, como observado em diversos Nembinae.
22. O ciclo de vida das duas populações é do tipo homodinâmico.
23. As duas populações possuem habitats diferentes.
24. Os dois itens acima mostram que as duas populações não apresentam isolamento temporal, mas sim ecológico.
25. A densidade populacional é elevada nas duas populações.

- 26.** As diferenças observadas no padrão de coloração dos palpos maxilares, na morfometria dos caracteres corporais externos, na genitália masculina e no tipo de habitat, garantem elementos suficientes que asseguram que as duas populações pertencem a espécies diferentes.
- 27.** Polimorfismo alar nas fêmeas foi constatado, sendo um fenômeno não tão incomum.
- 28.** Os três grupos de espécies propostos por Desutter-Grandcolas, (1993) não se encaixa nas duas populações, talvez pela grande distância geográfica entre as espécies consideradas
- 29.** De acordo com os dados da literatura e os resultados obtidos neste trabalho, pode-se afirmar que as duas populações representam espécies novas, as quais deverão ser convenientemente descritas. Cabe ressaltar que a taxonomia do gênero é confusa e precisa ser realizada uma ampla revisão taxonômica.

Tabela 1 - Relação das espécies descritas de *Hygronemobius*

<b>Espécie</b>	<b>Autor, Ano</b>	<b>Localidade-tipo</b>
<i>H. albipalpus</i>	(Saussure, 1877)	Brasil - Rio de Janeiro
<i>H. albolineatus</i>	Desutter-Grandcolas, 1993	Peru – Loreto
<i>H. alleni</i>	(Morse, 1905)	Bahamas
<i>H. amoenus</i>	Chopard, 1920	Guiana Francesa – St. Jean du Maroni
<i>H. araucanus</i>	(Saussure, 1874)	Chile
<i>H. basalis</i>	(Walker, 1869)	Brasil - Pará
<i>H. benoisti</i>	(Chopard, 1920)	Guiana Francesa – Gourdonville
<i>H. boreus</i>	Desutter-Grandcolas, 1993	Peru – Loreto
<i>H. daphne</i>	Otte & Peck, 1998	Ilhas Galápagos
<i>H. darienicus</i>	(Morse, 1905)	Panamá – Rio Cianiati
<i>H. diplagion</i>	Desutter-Grandcolas, 1993	Peru - Loreto
<i>H. dissimilis</i>	(Saussure, 1874)	Brasil
<i>H. elegans</i>	Desutter-Grandcolas, 1993	Peru – Loreto
<i>H. histrionicus</i>	Zayas, 1974	Cuba
<i>H. liura</i>	Hebard, 1915	Guiana – Tukeit
<i>H. longespinosus</i>	Chopard, 1956	Bolívia – Rurrenbaque
<i>H. minutipennis</i>	Bruner, 1916	Brasil
<i>H. nanus</i>	Desutter-Grandcolas, 1993	Peru – Loreto
<i>H. nemoralis</i>	(Saussure, 1874)	Argentina – Corrientes
<i>H. nigrofasciatus</i>	Desutter-Grandcolas, 1993	Guiana Francesa Cayenne
<i>H. speculi</i>	(McNeil, 1901)	Ilhas Galápagos
<i>H. stellatus</i>	Desutter-Grandcolas, 1993	Peru – Iquitos
<i>H. tetraplagion</i>	Desutter-Grandcolas, 1993	Guiana Francesa – Arataye
<i>H. torquatus</i>	Desutter-Grandcolas, 1993	Peru - Loreto

**Tabela 2 - Medidas morfométricas (mm) dos machos das duas populações de *Hygronemobius*. Os valores são expressos como média  $\pm$  desvio-padrão (amplitude) e amostra.**

	<b>Rio Indaiá</b>	<b>Trilha</b>
<b>Comprimento do pronoto</b>	1,42 $\pm$ 0,09 (1,17-1,55) n=40	1,07 $\pm$ 0,09 (0,82-1,27) n=40
<b>Largura do pronoto</b>	1,86 $\pm$ 0,13 (1,50-2,17) n=40	1,46 $\pm$ 0,07 (1,35-1,62) n=40
<b>Largura da cabeça</b>	1,89 $\pm$ 0,07 (1,75-2,02) n=40	1,49 $\pm$ 0,07 (1,35-1,75) n=40
<b>Comprimento do fêmur posterior</b>	4,87 $\pm$ 0,26 (4,19-5,31) n=40	3,42 $\pm$ 0,19 (2,85-3,95) n=40
<b>Diâmetro vertical do olho</b>	0,91 $\pm$ 0,05 (0,82-1,02) n=40	0,68 $\pm$ 0,04 (0,62-0,75) n=40
<b>Comprimento da tégmina</b>	2,86 $\pm$ 0,24 (2,40-3,40) n=40	2,23 $\pm$ 0,19 (1,62-2,62) n=40
<b>Número de Dentes</b>	62,27 $\pm$ 5,13 (50,00-72,00) n=30	77,73 $\pm$ 4,88 (69,00-89,00) n=30
<b>Comprimento da <i>pars stridens</i></b>	0,85 $\pm$ 0,06 (0,74-0,99) n=30	0,86 $\pm$ 0,05 (0,78-0,99) n=30
<b>Densidade da <i>pars stridens</i></b>	73,37 $\pm$ 07,10 (50,50-86,67) n=30	90,93 $\pm$ 6,18 (74,75-102,30) n=30
<b>Número de sensilas adjacentes a <i>pars stridens</i></b>	6,67 $\pm$ 1,45 (4,00-9,00) n=30	4,37 $\pm$ 1,24 (1,00-7,00) n=30

**Tabela 3 - Medidas morfométricas (mm) das fêmeas das duas populações de *Hygronemobius*. Os valores são expressos como média  $\pm$  desvio-padrão (amplitude) e amostra.**

	<b>Rio Indaiá</b>	<b>Trilha</b>
<b>Comprimento do pronoto</b>	1,69 $\pm$ 0,12 (1,50-1,87) n=40	1,34 $\pm$ 0,11 (1,00-1,62) n=40
<b>Largura do pronoto</b>	1,94 $\pm$ 0,13 (1,67-2,25) n=40	1,53 $\pm$ 0,09 (1,35-1,75) n=40
<b>Largura da cabeça</b>	1,98 $\pm$ 0,08 (1,75-2,12) n=40	1,59 $\pm$ 0,07 (1,40-1,75) n=40
<b>Comprimento do fêmur posterior</b>	5,14 $\pm$ 0,24 (4,69-5,62) n=40	3,63 $\pm$ 0,24 (3,20-4,10) n=40
<b>Diâmetro vertical do olho</b>	0,96 $\pm$ 0,06 (0,85-1,07) n=40	0,73 $\pm$ 0,05 (0,60-0,90) n=40
<b>Comprimento do ovipositor</b>	4,17 $\pm$ 0,06 (0,85-1,07) n=40	2,52 $\pm$ 0,16 (2,06-2,81) n=40

**Tabela 4 - Número de pulsos/nota emitidos pelos exemplares coletados na trilha**

<b>Exemplar</b>	<b>Número de pulsos/nota</b>
142M	5-6
148M	5
145M	6-7
143M	5
147M	5

**Tabela 5 - Número de pulsos/nota emitidos pelos exemplares coletados no rio Indaiá**

<b>Exemplar</b>	<b>Número de pulsos/nota</b>
120M	4
129M	4-5
131M	5
132M	4
134M	4

**Tabela 6 - Características físicas do som de chamado dos machos das 2 populações de *Hygronemobius*. Os valores são expressos como média  $\pm$  desvio-padrão (amplitude) e cantos analisados/♂ gravados.**

	<b>Trilha</b>	<b>Indaiá</b>
<b>Frequência máxima (kHz)</b>	7,04 $\pm$ 0,40 (6,46-7,58) 5/5	6,79 $\pm$ 0,50 (6,29-7,41) 5/5
<b>Frequência mínima (kHz)</b>	4,18 $\pm$ 0,19 (3,96-4,48) 5/5	4,08 $\pm$ 0,22 (3,79-4,31) 5/5
<b>Pulsos/nota</b>	5,54 $\pm$ 0,81 (5-7) 46/5	4,40 $\pm$ 0,49 (4-5) 50/5
<b>Intervalo entre notas (s)</b>	0,16 $\pm$ 0,01 (0,14-0,20) 40/4	0,15 $\pm$ 0,05 (0,08-0,24) 40/4
<b>Duração das notas (s)</b>	0,13 $\pm$ 0,02 (0,11-0,17) 40/4	0,10 $\pm$ 0,15 (0,05-0,72) 40/4
<b>Temperatura do ar (°C)</b>	25-26	25-25,5

**Tabela 7 - Características físicas do som de corte de 5 machos da população do rio Indaiá. Os valores são expressos como média  $\pm$  desvio-padrão (amplitude) e cantos analisados.**

<b>Pulsos/nota</b>	26,74 $\pm$ 5,98 (16-38) 50
<b>Intervalo entre notas (s)</b>	1,55 $\pm$ 0,49 (0,96-2,90) 50
<b>Duração das notas (s)</b>	0,66 $\pm$ 0,10 (0,42-0,86) 50
<b>Temperatura do ar (°C)</b>	20-24

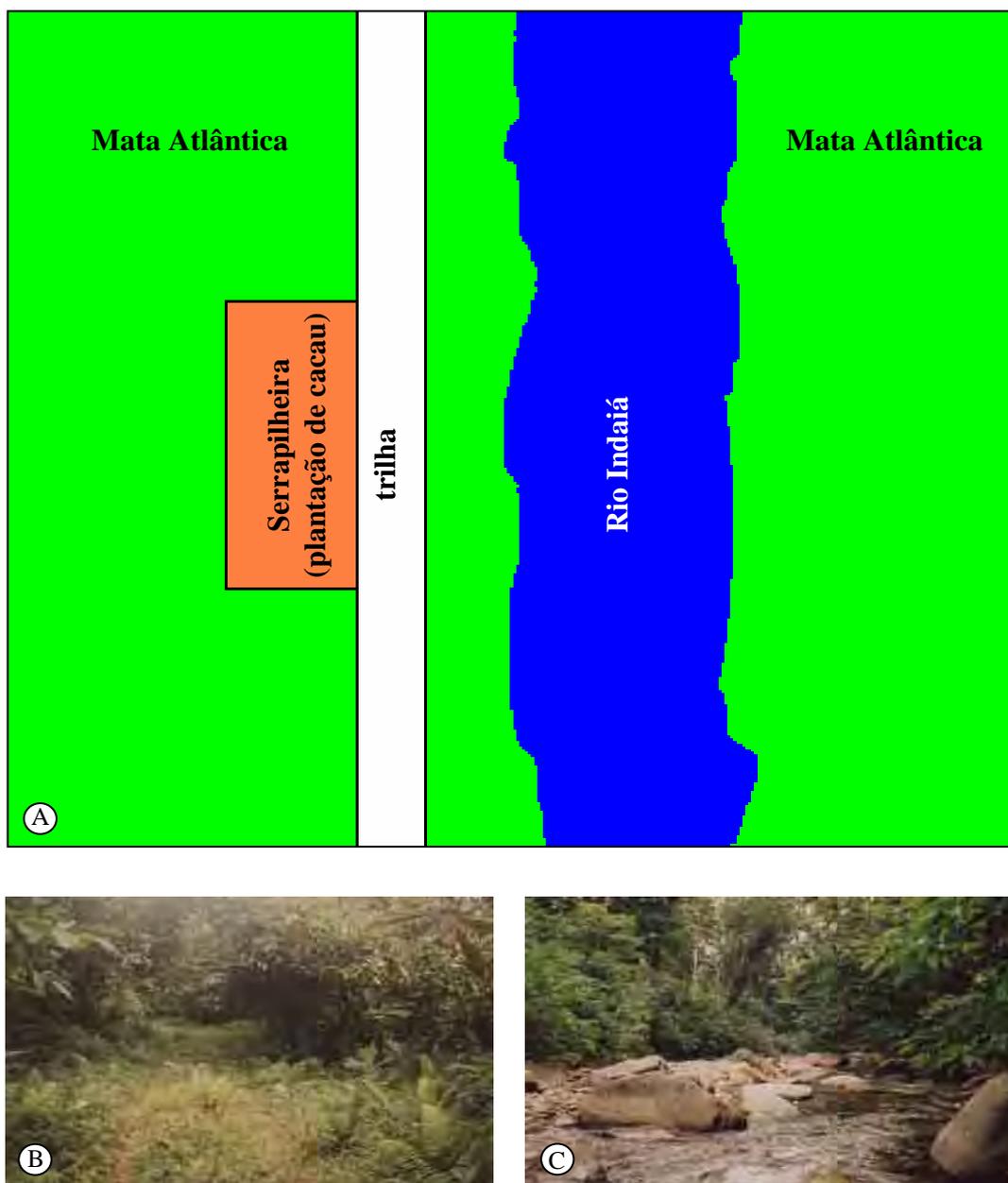


Fig. 1 – Características da área de estudo.

**A.** Esquema geral da região; **B.** Trilha; **C.** Margem do rio Indaiá.

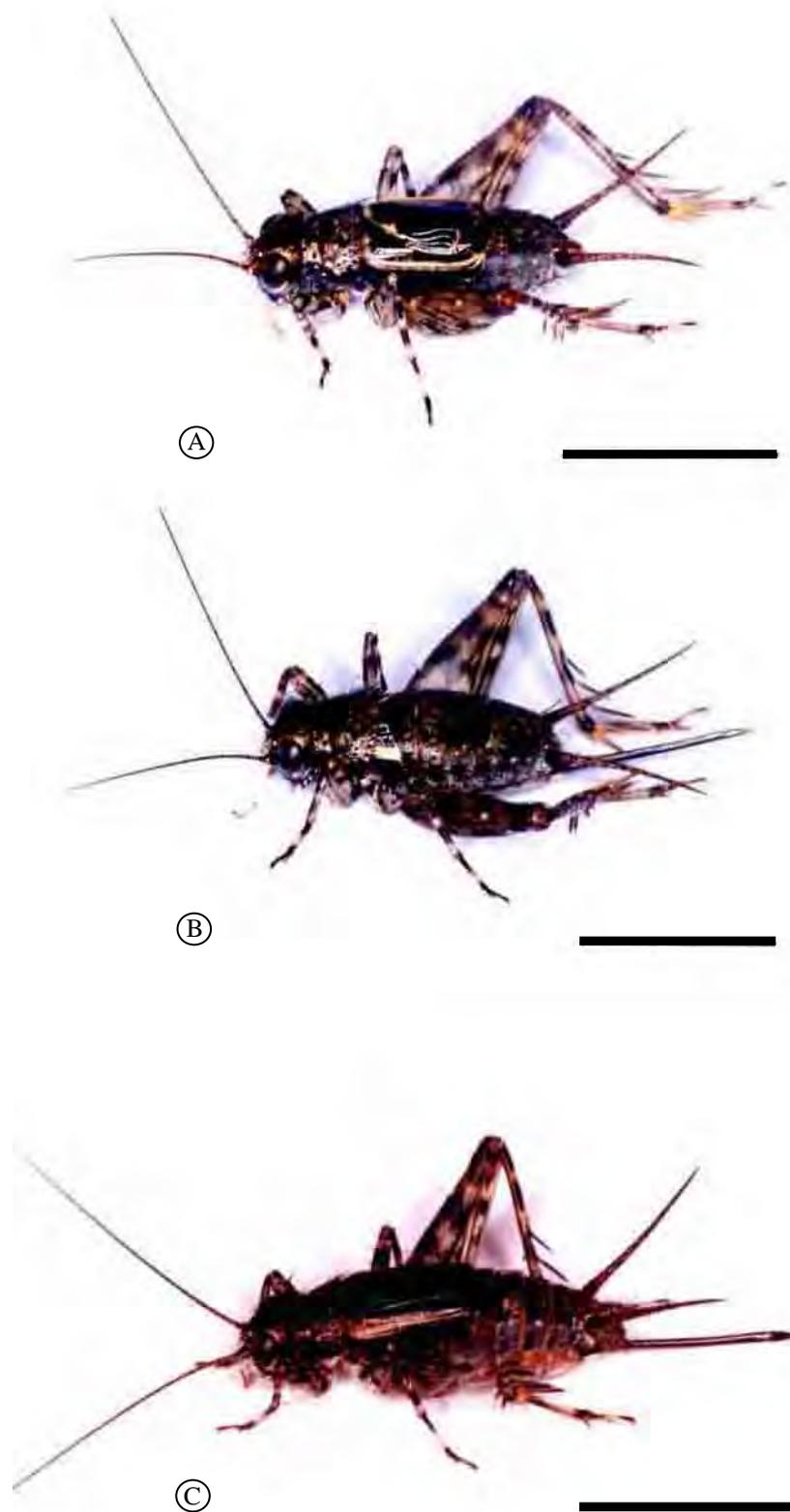


Fig. 2 – Foto dos *Hygronemobius* adultos da população do rio Indaiá. **A.** Macho; **B.** Fêmea típica; **C.** Fêmea alada. Barras=5mm.

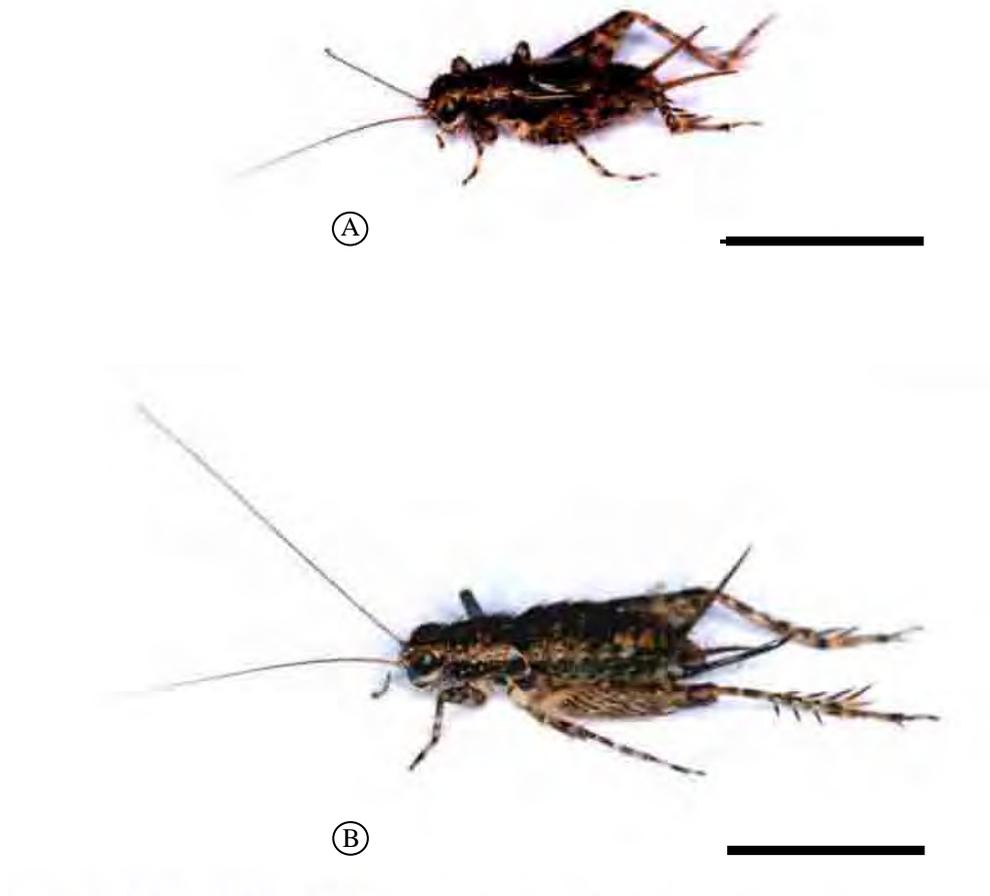


Fig. 3 – Foto dos *Hygronemobius* adultos da população da trilha.  
A. Macho; B. Fêmea. Barras=5mm.



Fig. 4 – Foto da face interna dos palpos maxilares das duas populações.  
A. Rio Indaiá; B. Trilha. Barras=5mm.

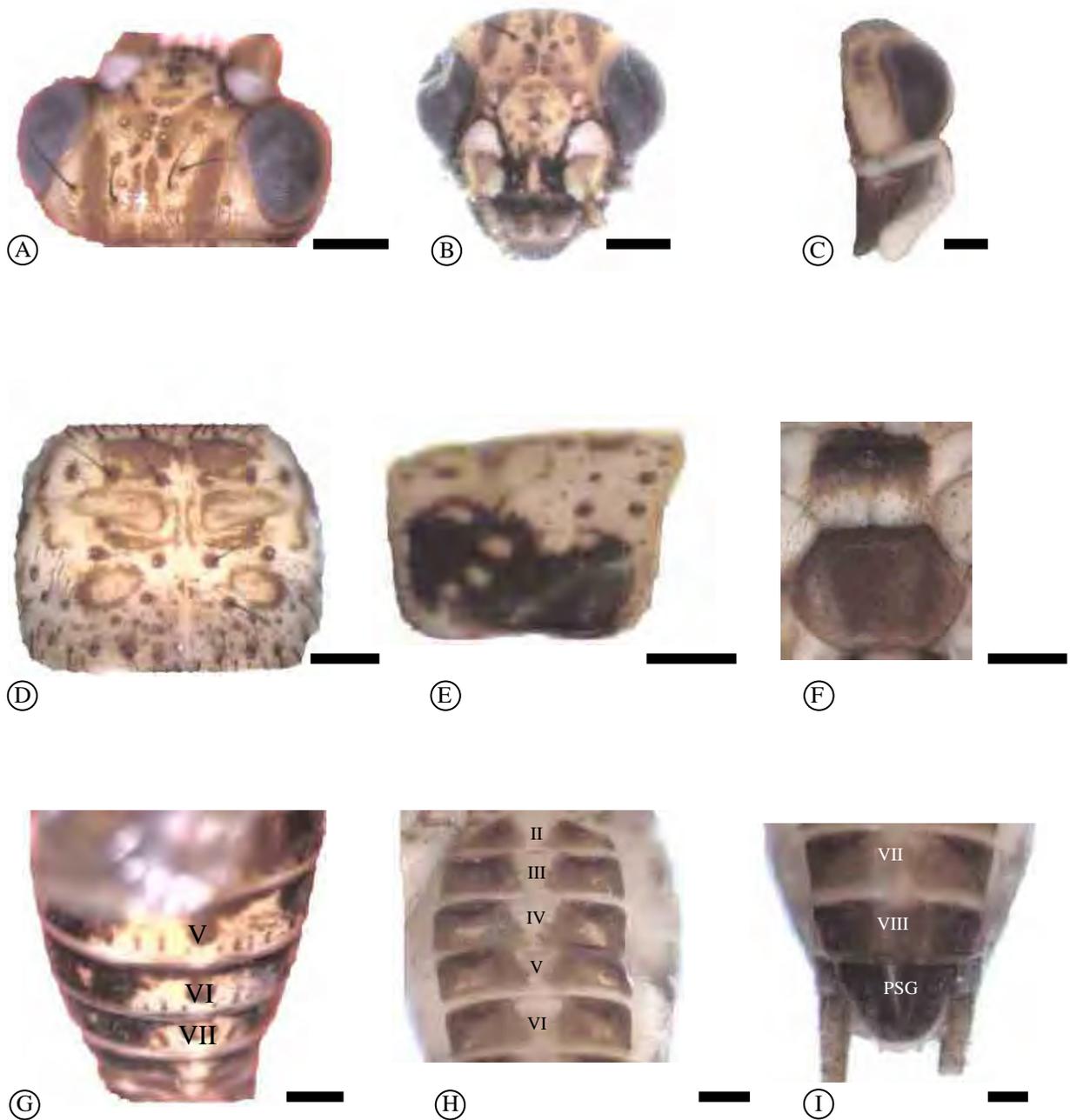


Fig. 5 – Padrão de coloração.

**A.** Cabeça em vista dorsal; **B.** Cabeça em vista frontal; **C.** Cabeça em vista lateral;  
**D.** Disco do pronoto; **E.** Lobo lateral do pronoto; **F.** Mesosterno e metasterno;  
**G.** Tergitos V-VII dos machos; **H.** Esternitos II-VI dos machos; **I.** Esternitos VII-VIII  
e placa subgenital (PSG) dos machos. Barras=5mm.

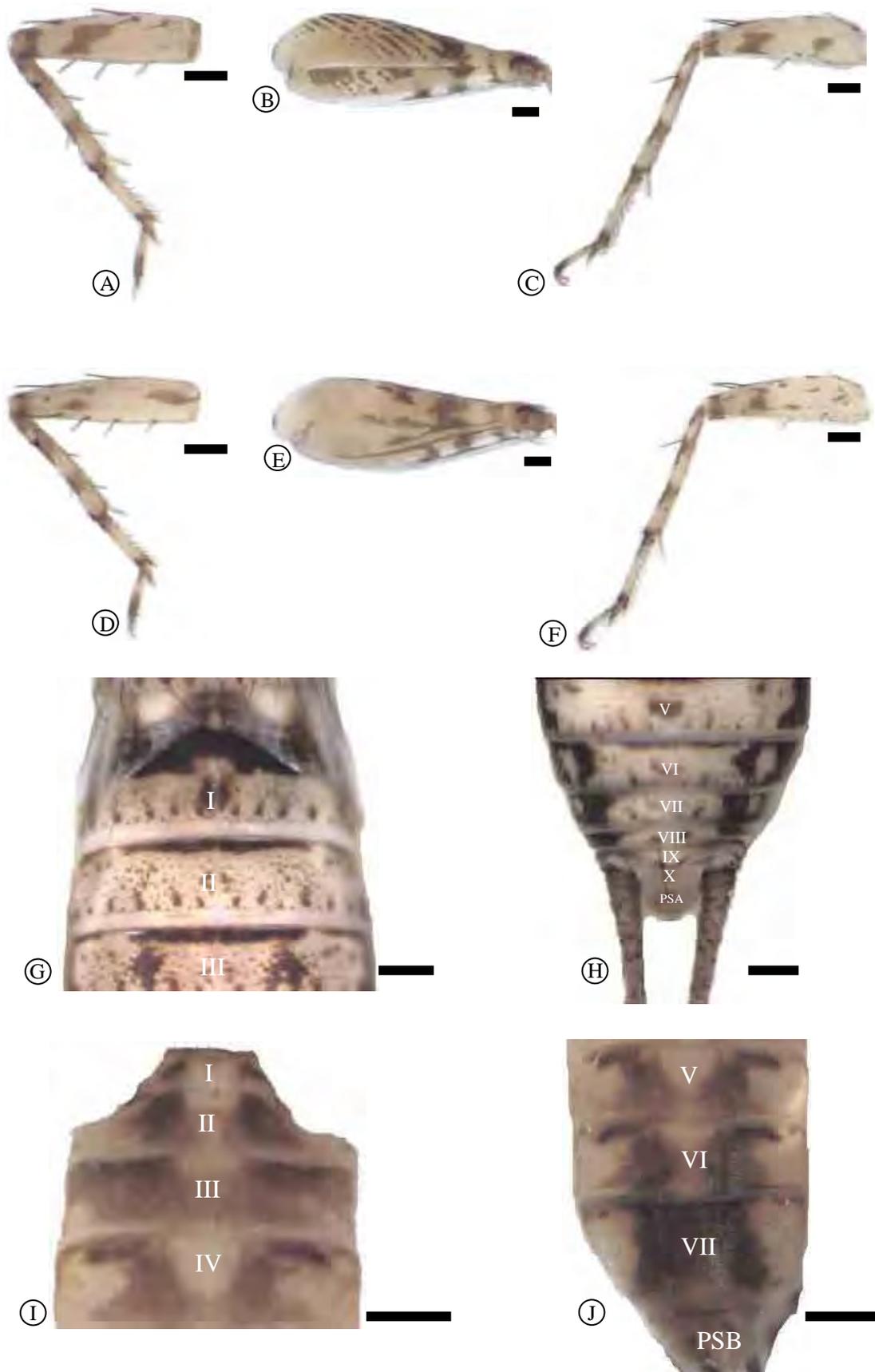


Fig. 6 – Padrão de coloração.

**A.** Face externa da perna I; **B.** Face externa do fêmur III; **C.** Face externa da perna II  
**D.** Face interna da perna I; **E.** Face interna do fêmur III; **F.** Face interna da perna II;  
**G.** Tergitos I-III das fêmeas; **H.** Tergitos V-X e placa supraanal (PSA) das fêmeas;  
**I.** Esternitos I-IV das fêmeas; **J.** Esternitos V-VII e placa subgenital (PSG) das fêmeas.  
 Barras=5mm.

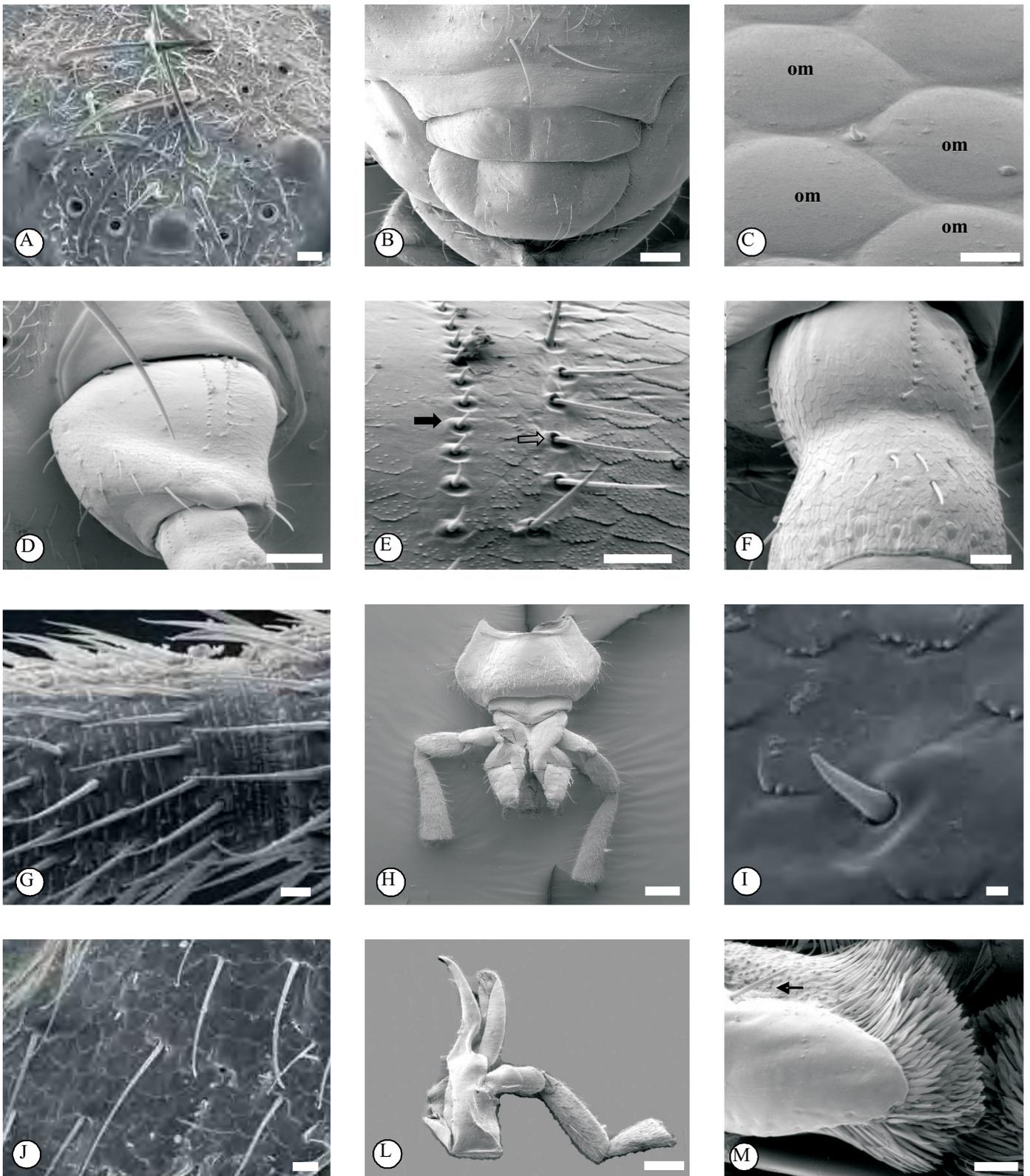


Fig. 7 – Microscopia eletrônica de varredura da cabeça, antenas e peças bucais.

**A.** Vértice da cabeça com os ocelos; **B.** Clípeo e labro; **C.** Sensila curta entre os omatídeos (om); **D.** Vista dorsal do escapo; **E.** Detalhe das fileiras de sensilas da região dorsal do escapo; **F.** Vista dorsal do pedicelo; **G.** Cerdas de um flagelômero; **H.** Vista geral do lábio; **I.** Sensila pequena do submento; **J.** Cerdas longas e finas do submento; **L.** Vista geral da maxila; **M.** Ápice da gálea (seta=cerda fina, longa e reta).

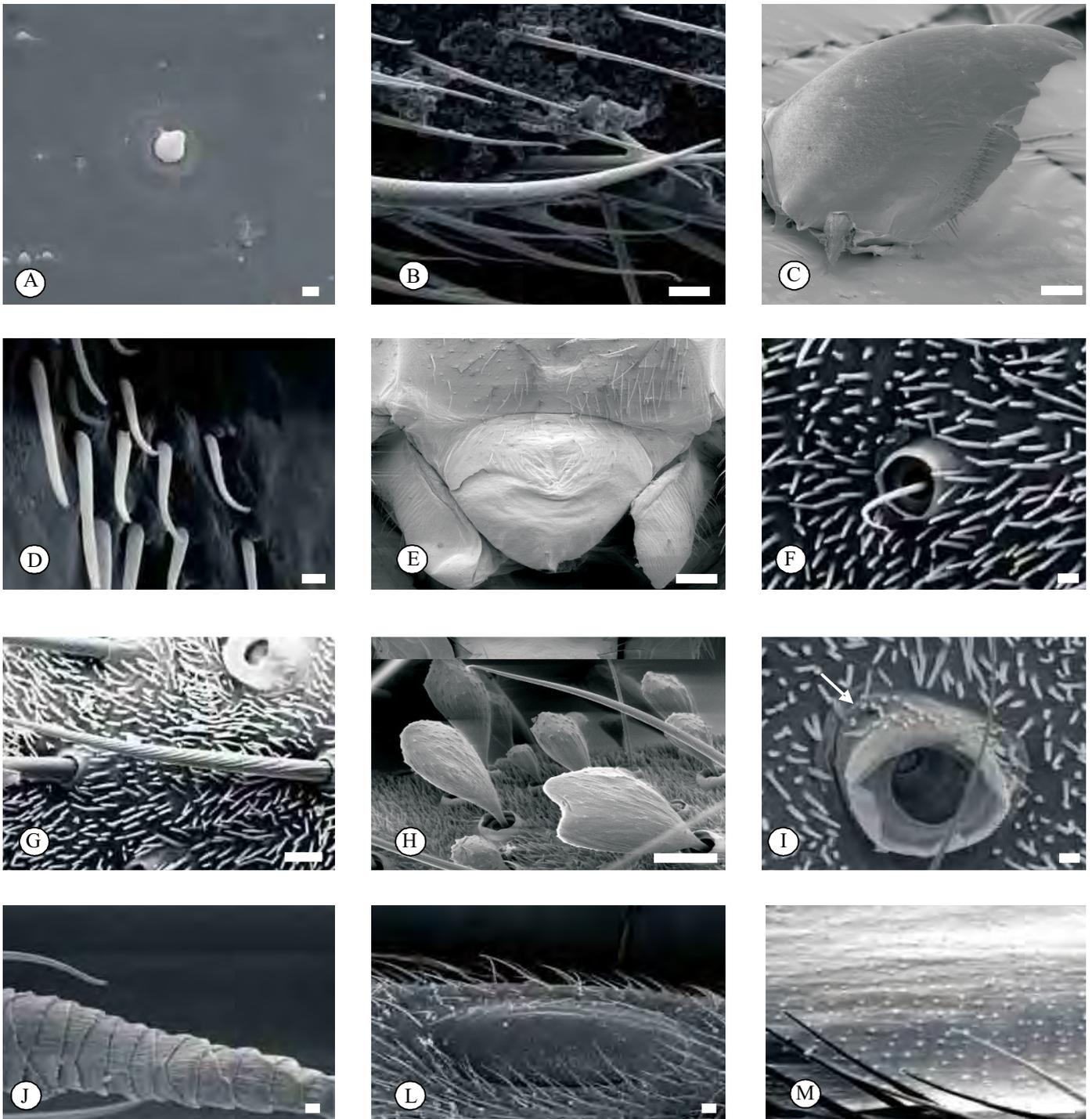


Fig. 8 - Microscopia eletrônica de varredura das peças bucais, placa sub-genital, cercos e tímpano. **A.** Sensila da gálea contendo poro no ápice; **B.** Cerda longa e fina do palpo maxilar; **C.** Vista dorsal da mandíbula; **D.** Detalhe das cerdas da área molar da mandíbula; **E.** Placa subgenital do macho; **F-I.** Morfologia dos cercos; **F.** Cerda pequena; **G.** Cerda grande; **H.** Sensilas claviformes; **I.** Soquete (Seta=poro); **J.** Segmentos do terço apical; **L.** Tímpano; **M.** Superfície da membrana timpânica.

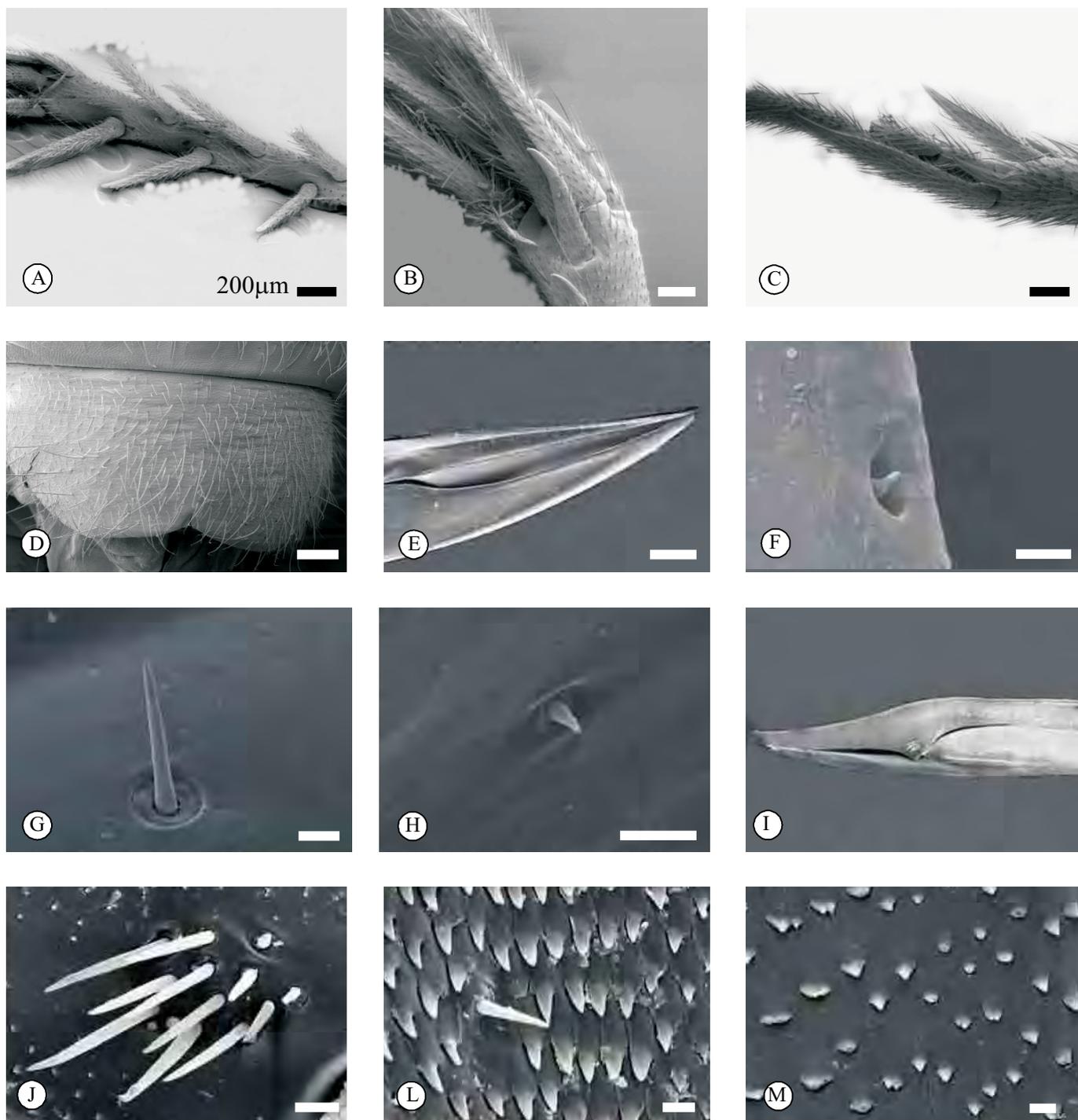


Fig. 9 - Microscopia eletrônica de varredura da tíbia III, placa subgenital e ovipositor.

A-C. Morfologia da tíbia III; **A.** Espinhos dorsais da tíbia III; **B.** Esporões externos; **C.** Esporões internos; **D.** Placa subgenital da fêmea; **E-M.** Morfologia do ovipositor; **E.** Face externa do ápice; **E-H.** Sensilas presentes na face externa; **I.** Face interna do ápice; **J.** Agrupamento de cerdas na base do ápice; **L.** Sensila presente na face interna; **M.** Escamas cuticulares do ápice da valva dorsal.

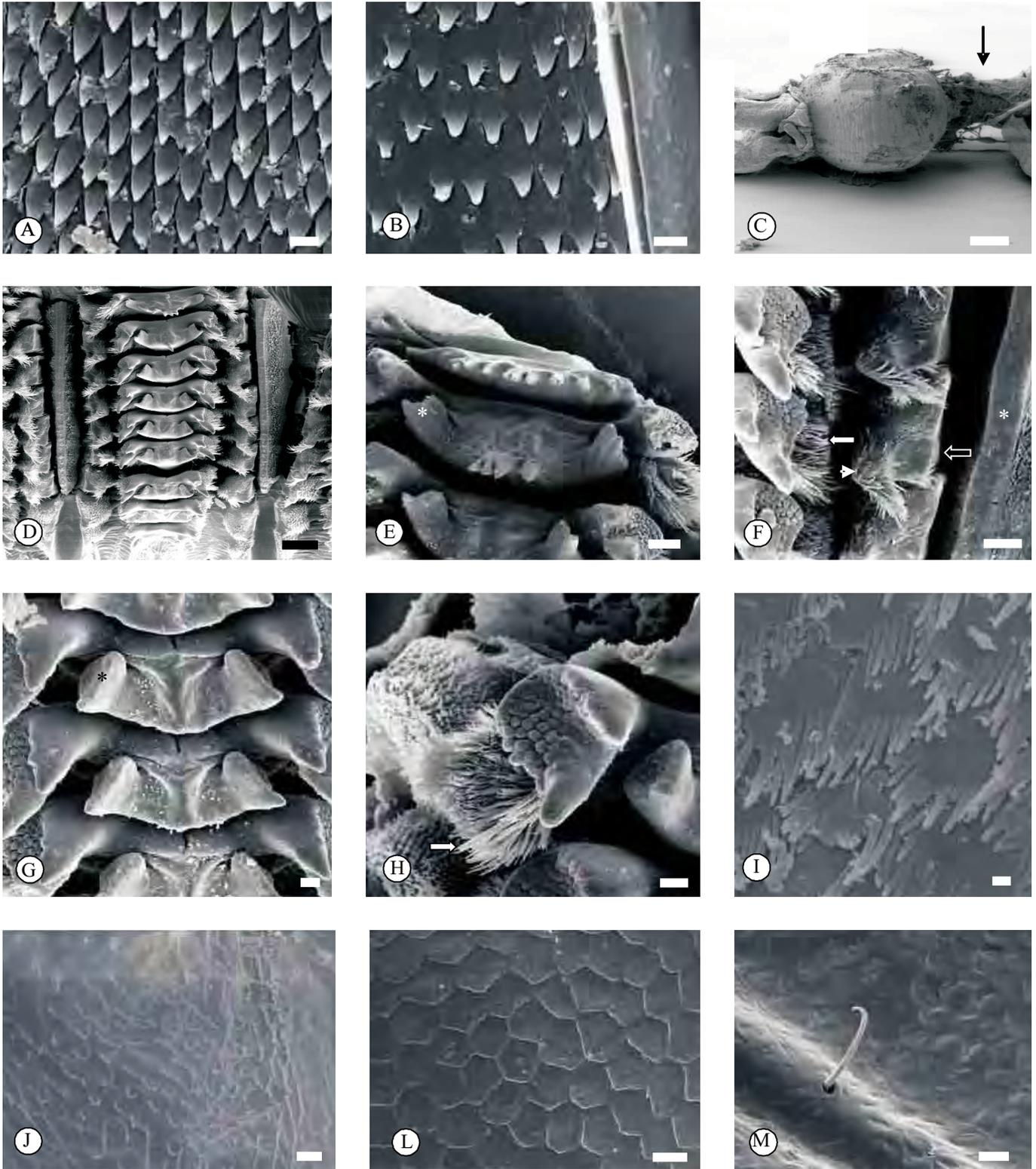


Fig. 10 – Microscopia eletrônica de varredura do ovipositor, proventrículo e superfície dorsal da tégmina. **A-B.** Morfologia do ovipositor; **A.** Escamas cuticulares da base da valva dorsal; **B.** Escamas cuticulares da valva ventral; **C.** Morfologia externa do proventrículo (seta=pescoço do pronventrículo); **D-H.** Morfologia interna do proventrículo; **D.** Vista de uma dobra longitudinal; **E.** Apêndices anteriores (\*=denticulos laterais) **F.** Lobo barbado interno (seta cheia), lobo barbado externo (seta vazia), agrupamento de cerdas (cabeça de seta) e partições esclerotinizadas (\*); **G.** Apêndices da região mediana (\*=denticulos laterais); **H.** Dente lateral (seta=agrupamento de cerdas); **I.** Micro-espinhos em estado multispinoso; **J.** Micro-espinhos em estado unispinoso; **L-M.** Face dorsal da tégmina; **L.** Projeções cuticulares hexagonais; **M.** Sensila sobre nervura.

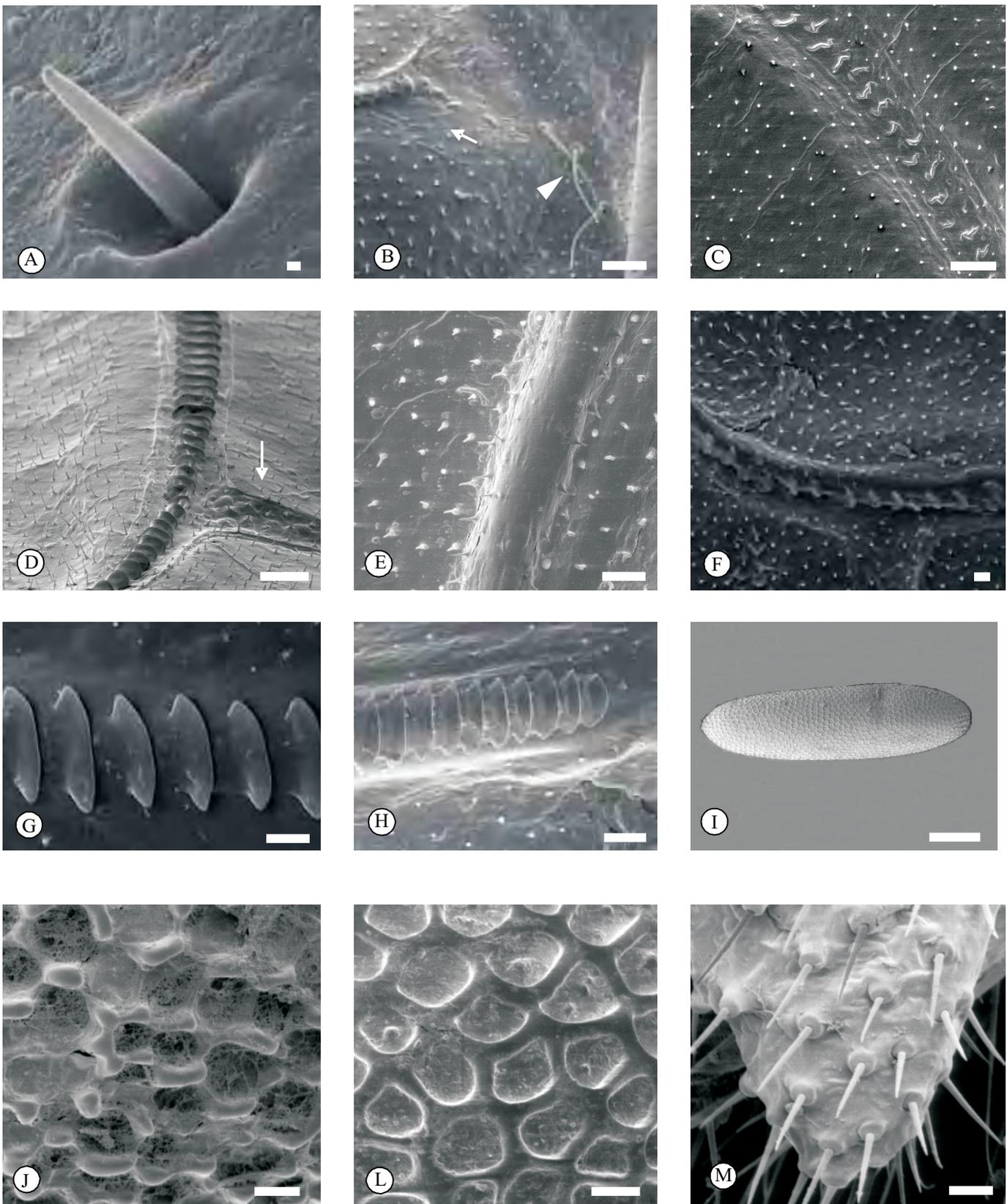
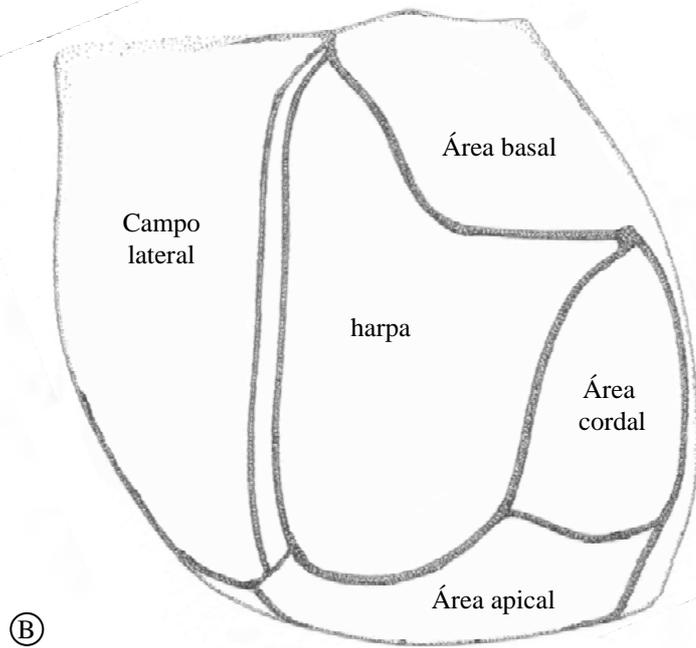
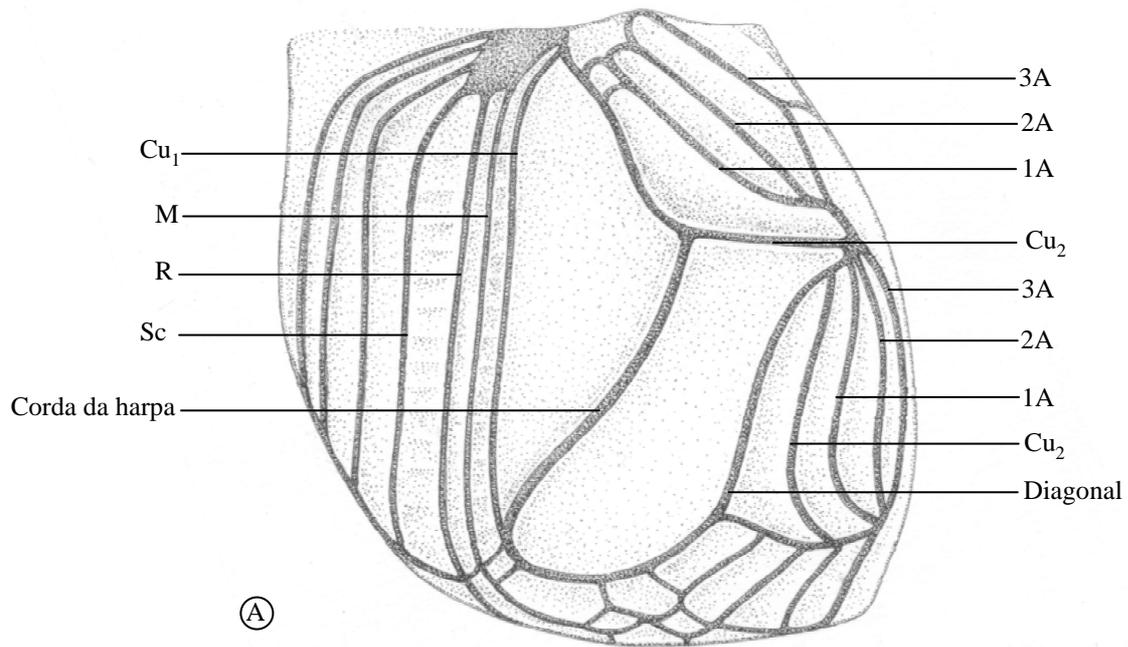


Fig. 11 – Microscopia eletrônica de varredura da tégmina, genitália masculina e ovos.

**A.** Sensila presente na face dorsal da tégmina; **B.** Face dorsal da tégmina (seta=microtrichia, cabeça de seta=grupo de sensilas adjacentes a *pars stridens*). **C-E.** Tipos de nervuras presentes na face ventral; **C.** Nervura anelada; **D.** Nervura plana (seta); **E.** Nervura espessada; **F.** Dentes da extremidade interna da *pars stridens*; **G.** Dentes da região central da *pars stridens*; **H.** Dentes da extremidade externa da *pars stridens*; **I-L.** Morfologia do ovo; **I.** Vista geral do ovo; **J.** Extremidade; **L.** Extremidade oposta a anterior; **M.** Sensilas presente na genitália masculina.



1 mm

Fig. 12 – Caracterização da tégmina  
**A.** Principais nervuras; **B.** Áreas de ressonância.

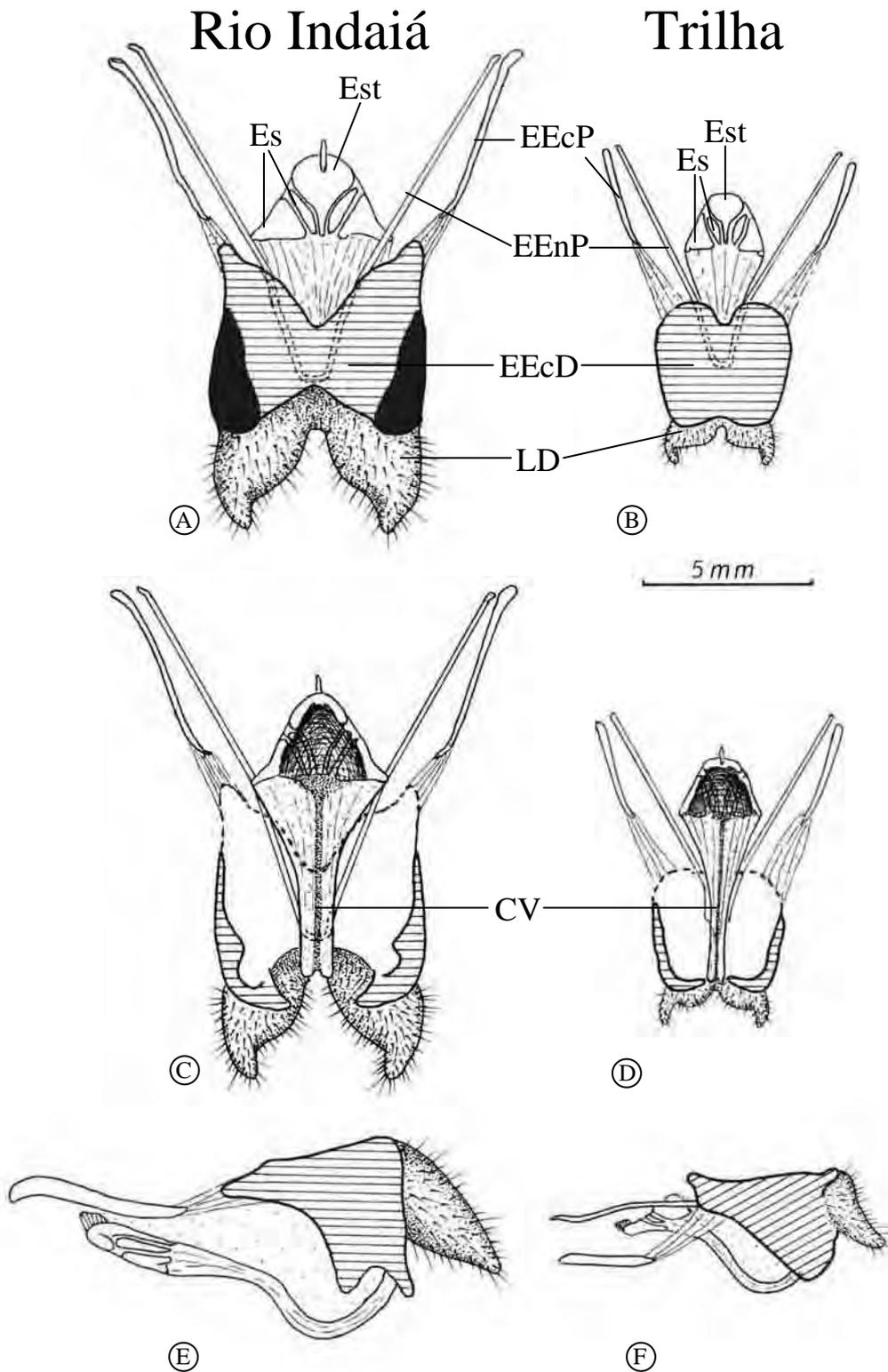
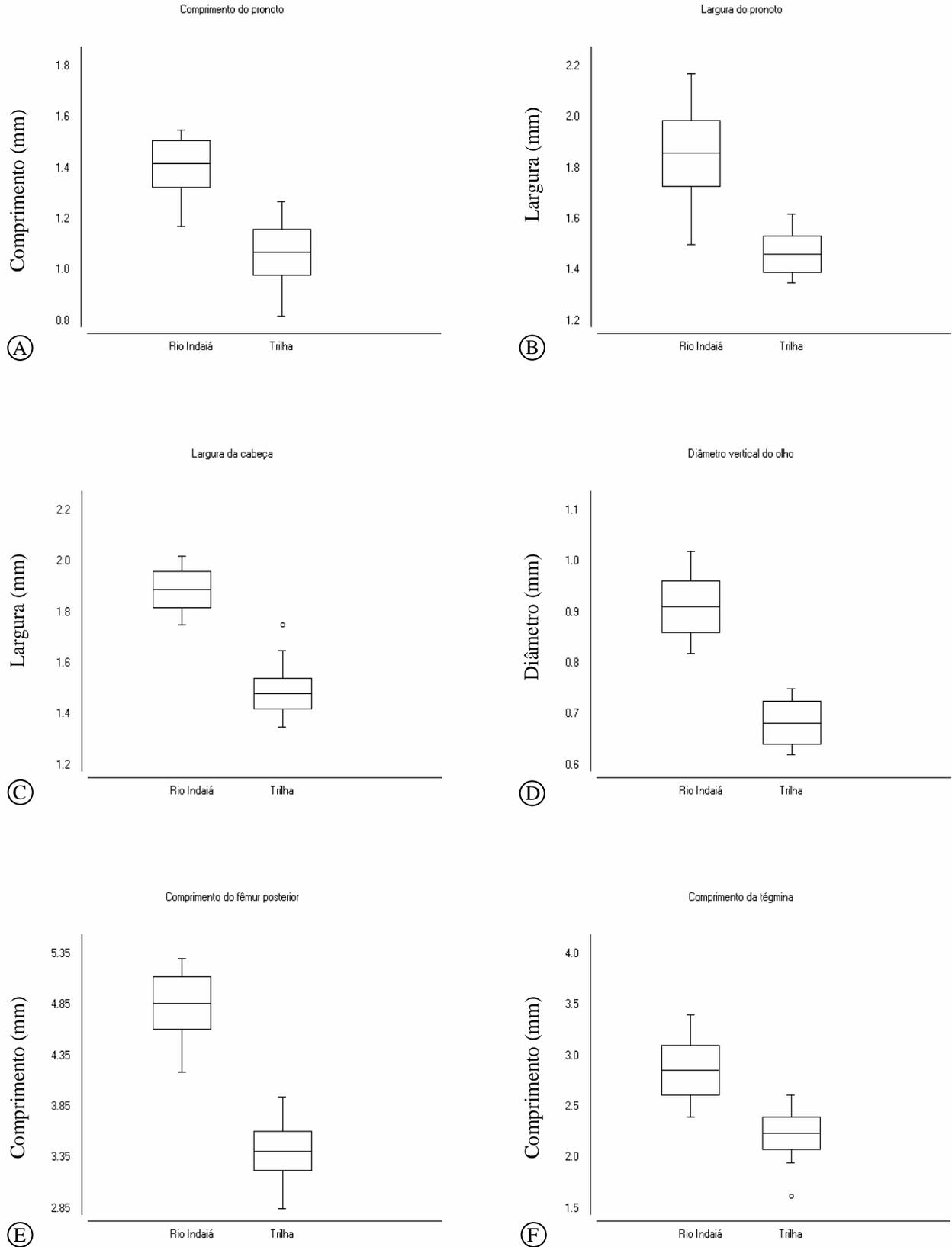


Fig. 13 – Esquema da genitália masculina.

**A.** e **B.** Vista dorsal; **C.** e **D.** Vista ventral; **E.** e **F.** Vista lateral. CV=canal ventral; EEnD=esclerito endofálico distal; EEnP=esclerito endofálico proximal; EEcD=esclerito ectofálico distal; EEcP=esclerito ectofálico proximal; Est=estilete; LD=lobo dorsal.



**Fig. 14 – Morfometria corporal externa dos machos.**  
 Os boxes representam a média e desvio-padrão; a linha vertical, abaixo e acima, representam o menor e maior valor, respectivamente; os pontos representam indivíduos outliers.

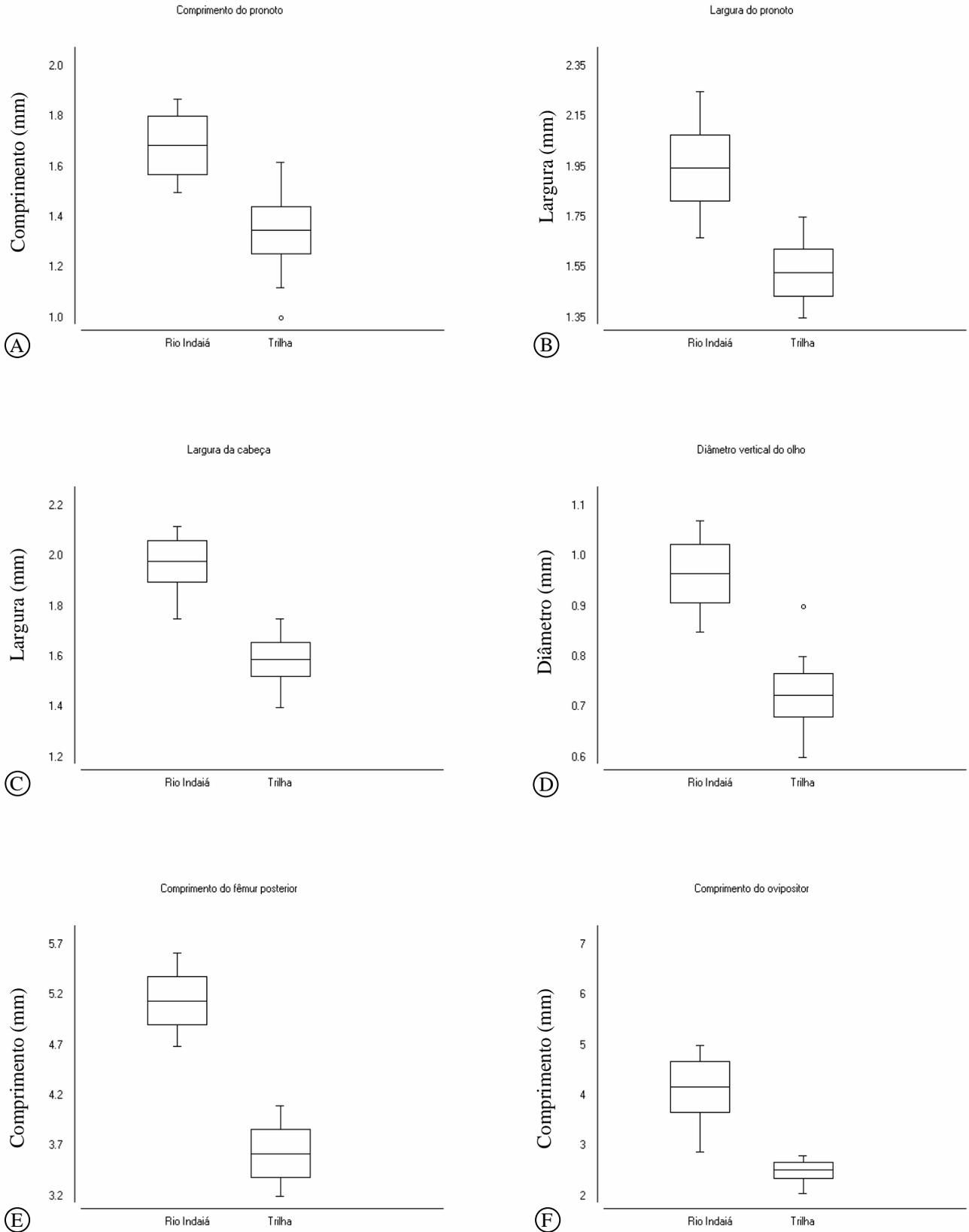


Fig. 15 – Morfometria corporal externa das fêmeas.

Os boxes representam a média e desvio-padrão; a linha vertical, abaixo e acima, representam o menor e maior valor, respectivamente; os pontos representam indivíduos outliers.

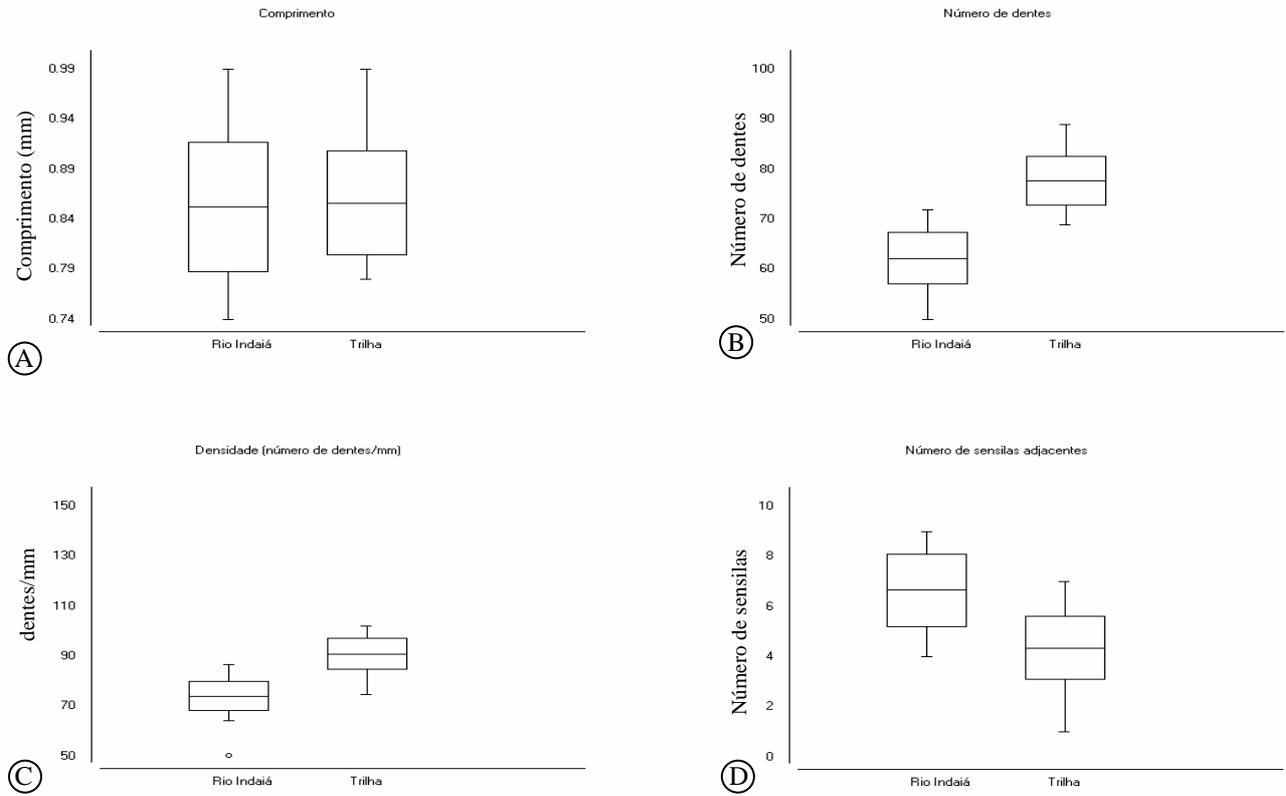


Fig. 16 – Morfometria da *pars stridens* e do número de sensilas adjacentes. Os boxes representam a média e desvio-padrão; a linha vertical, abaixo e acima, representam o menor e maior valor, respectivamente; os pontos representam indivíduos outliers.

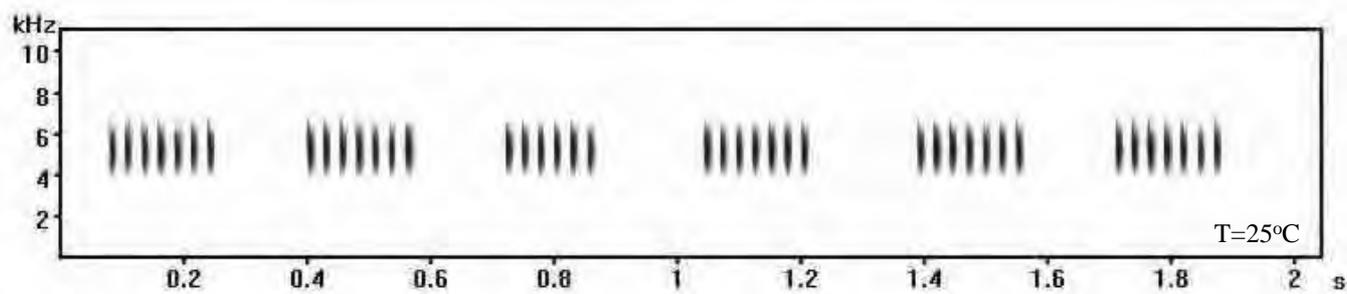


Fig. 17 – Sonograma do som de chamado, notas com 6 e 7 pulsos

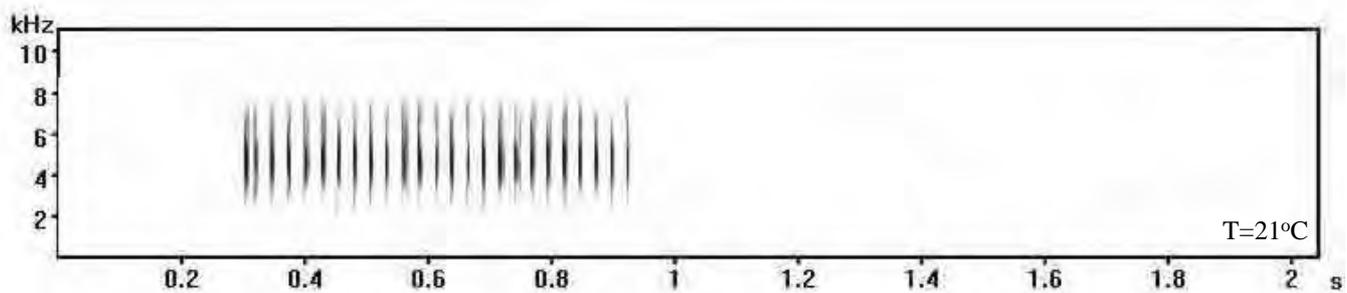


Fig. 18 – Sonograma do som de corte

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, R. D. The taxonomy of the field crickets of the eastern United States (Orthoptera: Gryllidae: Acheta). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 50, n. 6, p. 584-602, 1957.

ALEXANDER, R. D. Sound communication in Orthoptera and Cicadidae. In: LANYON, W. E.; TAVOLGA, W. N. (Ed.). **Animal sounds and communication**. American Institute of Biological Sciences, 1960. n. 7, 54 p.

ALEXANDER, R. D. Evolutionary change in crickets acoustical classification. **Evolution**, Kansas, v. 16, p. 443-467, 1962.

ALEXANDER, R. D. Life cycle origins, speciation and related phenomena in crickets. **Quarterly Review of Biology**, New York, v. 43, n. 1, p. 1-41, 1968.

ALEXANDER, R. D.; BIGELOW, R. S. Allochronic speciation in fields crickets, and a new species, *Acheta veletis*. **Evolution**, Lancaster, v. 14, p. 334-336, 1960.

ALEXANDER, R. D.; OTTE, D. The evolution of genitalia and mating behavior in crickets (Gryllidae) and other Orthoptera. **Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan**, Ann Arbor, n. 133, p. 5-61, 1967.

ALEXANDER, R. D.; PACE, A. E.; OTTE, D. The singing insects of Michingan. **The Great Lakes Entomologist**, Michigan, v. 5, n. 2, p. 33-69, 1972.

ALEXANDER, R. D.; THOMAS, E. S. Systematic and behavioral studies on the crickets of the *Nemobius fasciatus* group (Orthoptera: Gryllidae: Nemobiinae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 52, n. 5, p. 591-605, 1959.

ANDERSSON, M. **Sexual selection**. Princeton, New Jersey: Princeton, 1994. chap. 11, p. 247-292.

ANGULO, A. O.; VALDIVIESO, H.; BALDEIG, J. G.; OYARZO, H. El aparato estridulador de *Gryllus fulvipennis* Blanchard: algunos alcances bioacusticos y morfologicos (Orthoptera, Gryllidae). **Annales de la Societe Entomologique de France**, Paris, v. 23, n. 1, p. 43-48, 1987.

AUSTIN, A. D.; BROWNING, T. O. A mechanism for movement of eggs along insect ovipositors. **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, Oxford, v. 10, n. 2, p. 93-108, 1981.

AYRES, M.; AYRES JUNIOR., M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. **BioEstat 3.0:** Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Pará: Sociedade Civil Marimauá, 2003. 291 p. + 1 CD-ROM.

BAILEY, W. J. **Acoustic Behaviour of Insects.** London: Chapman and Hall, 1991. 225 p.

BALFOUR-BROWNE, M. A. The proventriculus in the Dytiscidae (Col.) as a taxonomic character. **Stylops**, London, v. 3, p. 241-244, 1934.

BARSOTTI, R. C. **Influência do teor de umidade da madeira na alimentação e morfologia do tubo digestivo dos cupins *Heterotermes tenuis* e *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae).** 1996. 90 f. Dissertação. (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BASTOS, R. P.; POMBAL JUNIOR., J. P. A new species of *Crossodactylus* (Anura: Leptodactylidae) from the Atlantic Rain Forest of Southeastern Brazil. **Copeia**, Lawrence, n. 2, p. 436-439, 1995.

BENNET-CLARK, H. C. Songs and the physics of sound production. In: HUBER, F.; MOORE, T. E.; LOHER, W. (Ed.). **Cricket Behavior and Neurobiology.** Ithaca, New York: Cornell University Press, 1989. chap. 8, p. 227-261.

BENTOS-PEREIRA, A.; LORIER, E. Cuticular structures of the stomodeum in *Paulinia acuminata* (De Geer) and *Marellia remips* Uvarov (Orthoptera: Pauliniidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, Oxford, v. 21, n 2, p. 161-174, 1992.

BENTOS-PEREIRA, A.; LORIER, E. Taxonomic value of the cuticular structures of the stomodeum in Acridomorpha (Orthoptera). **Journal of Orthoptera Research**, Philadelphia, n. 4, p. 185-195, 1995.

BLAND, R. G.; RENTZ, D. C. F. Studies in Australian Gryllacrididae: the proventriculus as a taxonomic character. **Invertebrate Taxonomy**, East Melbourne, v. 5, p. 443-455, 1991.

BOUDREAUX, H. B. Proventricular acanthae and their phylogenetic implications. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 73, n. 2, p. 86-196, 1980.

BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M. Síntese. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo:** Invertebrados terrestres, v. 5. São Paulo, São Paulo: FAPESP, 1999. cap. 25, p. 277-279.

BROUGHTON, W. B. Proposal for a new term “echeme” to replace “chirp” in animal acoustics. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 1, p. 103-106, 1976.

BROZA, M.; BLONDHEIM, S.; NEVO, E. New species of mole crickets of the *Gryllotalpa gryllotalpa* group (Orthoptera: Gryllotalpidae) from Israel, based on morphology, song recordings, chromosomes and cuticular hydrocarbons, with comments on the distribution of the group in Europe and the Mediterranean region. **Systematic Entomology**, Oxford, v. 23, p. 125-135, 1998.

BRUNER, L. South American crickets, Gryllotalpoidea and Achetoidea. **Annals of the Carnegie Museum**, Pittsburgh, v. 10, p. 344-425, 1916.

CADE, W. H. Acoustically orienting parasitoids: fly phonotaxis to cricket song. **Science**, Washington, v. 190, n. 4221, p. 1312-1313, 1975.

CADE, W. H.; OTTE, D. Alternation calling and spacing patterns in the field cricket *Acanthogryllus fortipes* (Orthoptera: Gryllidae). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 60, p. 2916-2920, 1982.

CALLE, D. A.; QUIÑONES, M. L.; ERAZO, H. F.; JARAMILLO, N. J. Morphometric discrimination of females of five species of *Anopheles* of the subgenus *Nyssorhynchus* from southern and northwest Colombia. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 97, n. 8, p. 1191-1195, 2002.

CALLIGARIS, I. B.; BOCCARDO, L.; SANCHES, M. R.; FONTANETTI, C. S. Morphometric analysis of a population of diplopods of the genus *Rhinocricus* Karsch, 1881. **Folia Biologica**, Praha, v. 51, p. 40-46, v 2005.

CASTANHO, L. M. **História natural de uma comunidade de anuros da região de Guaraqueçaba, litoral norte do estado de São Paulo**. 2000. 131 p. Tese. (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2000.

CHAPMAN, R. F. General anatomy and function. **The Insects of Australia**. 2nd ed., v. 1, New York: Cornell University Press, 1991. p. 33-67.

CHOPARD, L. Diagnose d'une espèce nouvelle du genre *Hygronemobius* Hebard (Orthoptères, Gryllidae). **Bulletin de la Societe Entomologique de France**, Paris, v. 26, p. 120-122, 1920a.

CHOPARD, L. Diagnoses de Gryllides [Orthoptères] nouveaux, de la Guiane Française, recueillis par M. R. Benoist. **Bulletin du Museum National D'Histoire Naturelle**, Paris, v. 26, n.4, p. 310-315, 1920b.

CHOPARD, L. Some crickets from South American (Grylloidea and Tridactyloidea). **Proceedings of the United States National Museum**, Washington, v. 106, n. 3366, p. 241-293, 1956.

CHOPARD, L. Gryllides: pars 10. In: BEIER, M (Ed.). **Orthopterorum Catalogus**. Gravenhage, Uitgeverij, 1967. p. 1-212.

COHN, T. J. The use of male genitalia in taxonomy and comments on Lockwood's 1989 paper on *Melanoplus spretus* (Walsh). **Journal of Orthoptera Research**, Philadelphia, n. 3, p. 59-73, 1994.

CÓRDOBA-CÓRDOBA, S.; ALVAREZ-REBOLLEDO, M.; MEJÍA, D. F.; CAYCEDO-ROSALES, P. A natural sound archives for Colômbia: the banco de sonidos animales (BSA). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 76, n. 2, p. 464-465, 2004.

DAVID, J. A. O.; ZEFA, E.; FONTANETTI, C. S. Cryptic species of *Gryllus* in the light of bioacoustic. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.32, n.1, p.75-80, 2003.

DEL-CLARO, K. **Polimorfismo mimético de *Scaphura nigra* Thunberg 1824 (Tettigoniidae: Phaneropterinae)**. 1991. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

DEN HOLLANDER, J.; BARRIENTOS, L. Acoustic and morphometric differences between allopatric populations of *Pterophylla Beltrani* (Orthoptera: Tettigoniidae: Pseudophyllinae). **Journal of Orthoptera Research**, Philadelphia, n. 2, p. 29-34, 1994.

DESUTTER, L. Étude préliminaire des espèces africaines du genre *Homoeogryllus* Guérin-Méneville (Grylloidea, Phalangopsidae). **Annales de la Societe Entomologique de France**, Paris, v. 21, n. 2, p. 189-206, 1985.

DESUTTER, L. Structure et évolution du complexe phallique des Gryllidae (Orthoptera) et classification des genres Néotropicaux de Grylloidea. Première Partie. **Annales de la Societe Entomologique de France**, Paris, v. 23, n. 3, p. 213-239, 1987.

DESUTTER, L. Structure et évolution du complexe phallique des Gryllidae (Orthoptera) et classification des genres Néotropicaux de Grylloidea. Deuxième Partie. **Annales de la Societe Entomologique de France**, Paris, v. 24, n. 3, p. 343-373, 1988.

DESUTTER-GRANDCOLAS, L. New nemobiinae crickets from Guianese and Peruvian Amazonia (Orthoptera, Grylloidea, Trigonidiidae). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Lisse, v. 28, n.1, p. 1-37, 1993.

DESUTTER-GRANDCOLAS, L. Functional forewing morphology and stridulation in crickets (Orthoptera, Grylloidea), **Journal of Zoology**, London, v. 236, p. 243-252, 1995.

DESUTTER-GRANDCOLAS, L. Comparative morphology of cercal structures in true crickets and their allies (Orthoptera, Ensifera): a phylogenetic perspective. **Zoomorphology**, Berlin, n. 118, p. 235-243, 1998a.

DESUTTER-GRANDCOLAS, L. Broad - frequency modulation in cricket (Orthoptera, Grylloidea) calling songs: two convergent cases and a functional hypothesis. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 76, n. 12, p. 2148-2163, 1998b.

DESUTTER-GRANDCOLAS, L. First analysis of a disturbance stridulation in crickets, *Brachytrupes tropicus* (Orthoptera: Grylloidea: Gryllidae). **Journal of Insect Behavior**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 149-158, 1998c.

DESUTTER-GRANDCOLAS, L.; BLAND, R. New Hapithini (Orthoptera: Grylloidea: Podoscirtidae: Hapithinae) from the Lesser Antilles, with a first analysis of cricket buzzing songs. **Transactions of the American Entomological Society**, Philadelphia, v. 129, p. 53-79, 2003.

DESUTTER-GRANDCOLAS, L.; NISCHK, F. Chant et appareil stridulatoire de deux Trigonidiinae originaires d'Equateur (Orthoptera: Grylloidea: Trigonidiidae). **Annales de la Societe Entomologique de France**, Paris, v. 36, n. 1, p. 95-105, 2000.

DIEHL, E. Insetos: diversidade de papéis versus exploração humana. **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 25, n.1, p. 7-13., 2003.

DOBZHANSKY, T. **Genética do processo evolutivo**. Tradução de C. A. Mourão. São Paulo: Editora Polígono, 1973. 453p.

DUBOIS, A.; MARTENS, J. A case of possible vocal convergence between frogs and a bird in Himalayan torrents. **Journal fur Ornithologie**, Berlin, v. 125, p. 455-463, 1984.

DuPORTE, E. M. On the structure and function of the proventriculus of *Gryllus pennsylvanicus* Burm. **Psyche**, Cambridge, v. 25, n. 6, p. 117-122, 1918.

ELGUETA, M.; CAMOUSSEIGHT, A.; CARBONELL, C. S. Catálogo de Orthoptera (Insecta) de Chile. **Publicación Ocasional**, Santiago, v. 54, p. 5-60, 1999.

ELLIOTT, C. J. H. & KOCH, U. T. Sensory feedback stabilizing reliable stridulation in the field cricket *Gryllus campestris* L. **Animal Behaviour**, London, v. 31, p. 887-901, 1983.

ELZINGA, R. J. A comparative study of microspines in the alimentary canal of five families of Orthoptera (Saltatoria). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, Oxford, v. 25, n. 3, p. 249-260, 1996.

ELZINGA, R. J. Microspines in the alimentary canal of Arthropoda, Onychophora, Annelida. **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, Oxford, v. 27, n. 3, p. 341-349, 1998.

ELZINGA, R. J.; HOPKINS, T. L. Foregut microspines in four families of cockroaches (Blattaria). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, Oxford, v. 23, n. 3, p. 253-260, 1994.

EWING, A. W. Acoustic signals in insect sexual behaviour. In: LEWIS, T. (Ed.). **Insect Communication**. London: Academic Press, 1984. chap. 10, p. 223-240.

FAIRBAIRN, D. J. Allometry for sexual size dimorphism: pattern and process in the coevolution of body size in male and females. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 28, p. 659-687, 1997.

FOELIX, R. F. **Biology of spiders**, Second Edition, New York:Oxford University Press, 1996. 330 p.

FONTANETTI, C. S.; ZEFA, A. Morphological characterization of the proventriculus of *Gryllus assimilis* Fabricius (Orthoptera, Gryllidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 193-198, 2000.

FONTANETTI, C. S.; ZEFA, E.; PASSETTI, F.; MESA, A. Morphological characterization and comparative analysis of the proventriculus from three species of *Endecous* Saussure, 1878 (Orthoptera: Gryllidae: Phalangopsinae). **Entomotropica**, Maracay, v. 17, n. 1, p. 15-23, 2002.

FORREST, T. G. Acoustical communication and baffling behaviour of crickets. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 65, n. 1, p. 33-44, 1982.

FOWLER, H. G. A seleção sexual e o paeasitismo: *Euphasiopteryx depleta* (Diptera: Tachinidae) e *Scapteriscus vicinus* (Orthoptera: Gryllotalpidae). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 39, n. 8, p. 749-751, 1987.

FULTON, B. B. The tree crickets of New York: life history and bionomics. **New York Agricultural Experiment Station Technical Bulletin**, New York, v. 42, p. 3-47, 1915.

FREITAS, A. V.; FRANCINI, R. B.; BROWN JUNIOR, K. S. Insetos como indicadores ambientais. In: CULLEN JUNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. (Orgs.). **Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba: Editora UFPR, 2004. cap. 5, p. 125-151.

FUDALEWICZ-NIEMCZYK, W.; ROSCISZWESKA, M. The innervation and sense organ of the wings of *Gryllus domesticus* L. (Orthoptera). **Acta Biologica Cracoviensia. Serie Zoologia**, Krakow, v. 15, p. 35-51, 1972.

GARCÍA, P. C. **Caracterização da morfologia, das emissões sonoras e da citogenética de 4 espécies de *Anurogryllus* (Orthoptera, Gryllidae) do Estado de São Paulo**. 2000. 143 p. Dissertação. (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2000.

GARCÍA-NOVO, P. Genitalia, acoustics and chromosomes of *Urogryllus toledopizai* (Orthoptera: Gryllidae). **Transactions of the American Entomological Society**, Philadelphia, v. 128, n. 1, p. 31-42, 2002.

GARCÍA-NOVO, P. **Caracterização e análise filogenética de espécies dos gêneros *Anurogryllus*, *Urogryllus* e *Paranurogryllus* (Orthoptera, Gryllidae). Morfologia, citogenética, acústica, DNA mitocondrial.** 2004. 111 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2004.

GIASSON, L. O. M. **Comportamento social e reproduivo de *Hyla albomarginata* Spix, 1824 (Anura: Hylidae) na Mata Atlântica.** 2003. 76 p. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

GIBBS, D. G. The proventriculus of some trichopterous larvae. **Journal of Zoology**, London, v. 152, p. 245-256, 1967.

GONZÁLES-GARCÍA, F. The mexican bird song library. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 76, n. 2, p. 462-463, 2004.

GRANT, H. J.; RENTZ, D. C. A biosystematic review of the family Tanaoceridae including a comparative study of the proventriculus. **The Pan Pacific Entomologist, San Francisco**, v. 43, n. 1, p. 65-74, 1967.

HADDAD, C. F. B.; GIARETTA, A. A. Visual and acoustic communication in the brazilian torrent frog, *Hylodes asper* (Anura: Leptodactylidae). **Herpetologica**, Lafayette, v. 55, n. 3, p. 324-333, 1999.

HADDAD, C. F. B.; MARTINS, M. Four species of the brazilian poison frogs related to *Epipedobates pictus* (Dendrobatidae): taxonomy and natural history observations. **Herpetologica**, Lafayette, v. 50, n. 3, p. 282-296, 1994.

HADDAD, C. F. B.; POMBAL JUNIOR., J. P.; BASTOS, R. P. New species of *Hylodes* from the Atlantic Forest of Brazil (Amphibia: Leptodactylidae). **Copeia**, Lawrence, n. 4, p. 965-969, 1996.

HADDAD, C. F. B. ; SAZIMA, I. . A new species of *Cycloramphus* from southeastern Brazil (Amphibia: Leptodactylidae). **Herpetologica**, Lafayette, v. 45, n. 4, p. 425-429, 1989.

HEBARD, M. A new north american genus belonging to the group Nemobiites (Orthoptera, Gryllidae). **Entomological News**, Philadelphia, v. 24, p. 451-452, 1913.

HEBARD, M. The genus *Hygronemobius*, with the description of one new species (Orthop., Gryllidae). **Entomological News**, Philadelphia, v. 26, n. 5, p. 193-199, 1915.

HEBARD, M. Studies in the Gryllidae of Panama (Orthoptera). **Transactions of the American Entomological Society**, Philadelphia, v. 54, p. 233-294, 1928.

HEIDELBACH, J.; DAMBACH, M., Wing-flick signals in the courtship of the african cave cricket, *Phaeophilacris spectrum*, **Ethology**, Berlin, v. 103, p. 827-843, 1997.

HEYER, W. R. Recording frog calls. In: HEYER, W. R.; DONNELLY, M. A.; McDIARMID, R.; HAYEK, L-A. C.; FOSTER, M. S. (Ed.). **Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for Amphibians**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1994. appendix 3, p. 285-287.

HOWARD, R. D. Sexual dimorphism in bullfrogs. **Ecology**, Tempe, v. 62, n. 2, p. 303-310, 1981.

ILTIS, H. H. Descobertas fortuitas na exploração da biodiversidade: quão bons são os tomates mirrados? In: WILSON, E. O. (Org.). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 126-136.

JUDD, W. W. A comparative study of the proventriculus of orthopteroid insects with reference to its use in taxonomy. **Canadian Journal of Research**, Ottawa, v. 26, sec. D, p. 93-161, 1948.

JUDD, W. W. The proventriculus of some locusts of the family Eumastacidae (Orthoptera) with reference to its use in taxonomy. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 29, p. 219-223, 1951.

KERR, W. E.; PISANI, J. F.; AILY, D. Aplicação de princípios modernos à sistemática do gênero *Melipona* Illiger, com a divisão em dois subgêneros (Hymenoptera, Apoidea). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 20, n. 13, p. 135-145, 1967.

KISSINGER, D. G. The proventriculus armature of Curculionidae (Coleoptera). **Annals of the Entomologica Society of America**, College Park, v. 56, n. 6, p. 766-771, 1963.

KROODSMA, D. E.; BUDNEY, G. F.; GROTK, R. W.; VIELLIARD, J. M. E.; GAUNT, S. L. L.; RANFT, R.; VEPRINTSEVA, O. D. Natural sound archives: guidance for recordists and a request for cooperation. In: KROODSMA, D. E.; MILLER, E. H. (Ed.). **Ecology and evolution of acoustic communication in birds**. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1996, p. 474-486.

KUTSCH, W.; HUBER, F. Neural basis of song production. In: HUBER, F.; MOORE, T. E.; LOHER, W. (Ed.). **Cricket Behavior and Neurobiology**. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1989. chap. 9, p. 262-309.

LEROY, Y. Les caractères sexuels et le comportement acoustique des mâles d'*Homoeogryllus reticulatus* Fabricius. **Bulletin de la Société entomologique de France**, Paris, v. 69, p. 7-14, 1964.

LEROY, Y. Exemple d'espèces cryptiques distinguées par leurs émissions acoustiques (*Teleogryllus commodus* Walk., *Teleogryllus oceanicus* Lê Guillou, Gryllinae, Orthoptères Ensifères). **Comptes Rendus de L'Académie des Sciences Paris**, Paris, v. 260, p. 5343-5346, 1965.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. **Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual de conhecimento**. São Paulo: Contexto Acadêmica, 2002. 176 p.

LOHER, W.; DAMBACH, M. Reproductive behavior. In: HUBER, F.; MOORE, T. E.; LOHER, W. (Ed.). **Cricket Behavior and Neurobiology**. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1989. chap. 2, p. 43-82.

LUGLI, L.; HADDAD, C. F. B. New species of *Bokermannohyla* (Anura, Hylidae) from central Bahia, Brazil. **Journal of Herpetology**, Athens, v. 40, n. 1, p. 7-15, 2006.

MALAVASI, J.; UREÑA, F.; KOZUKA, Y. Microscopía electrónica de barrido del epitelio digestivo del grillo (*Gryllus* sp.). **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 29, n. 1, p. 59-75, 1981.

MASAKI, S.; WALKER, T. J. Cricket life cycles. **Evolutionary Biology**, New York. v. 21, p. 349-423, 1987.

MATYOT, P. The orthopteroids of the Seychelles: a threatened island fauna. **Journal of Insect Conservation**, Netherlands, v. 2, p. 235-246, 1998.

MAYS, D. L. Mating behavior of nemobiine crickets - *Hygronemobius*, *Nemobius* and *Pteronemobius* (Orthoptera: Gryllidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 54, p. 113-126, 1971.

MELLO, F. A. G. A new genus of phalangopsid crickets from South America (Orthoptera: Grylloidea: Phalangopsidae). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 65, n. 2, p. 145-150, 1990.

MELLO, F. A. G. *Aracamby*, *Cacruzia* and *Izecksohniella*: three new genera of phalangopsid crickets from the brazilian coastal forests (Orthoptera: Grylloidea). **Journal of Orthoptera Research**, Philadelphia, n. 1, p. 50-58, 1992a.

MELLO, F. A. G. A new genus of long-legged crickets from the forests of eastern Brazil (Orthoptera: Grylloidea: Phalangopsidae). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 125-131, 1992b.

MELLO, F. A. G. **Sistemática, distribuição e diferenciação de grilos do gênero *Aracamby* Mello, 1992 nas matas costeiras do sudeste do Brasil e sistema insular adjacente: aspectos morfológicos cromossômicos e comportamentais (Orthoptera, Grylloidea, Phalangopsidae)**. 1994. 215 p. Dissertação (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MELLO, F. A. G. Nemobiinae crickets of the brazilian costal rain forest associated with streams: morphology, cytology, ecology and behavior. **Metaleptea** [s.l.], v. 17, n. 1, p. 5-6, 1997.

MELLO, F. A. G.; JACOMINI, L. Sobre a utilização de dados da comunicação acústica e outros aspectos do comportamento sexual na sistemática e história natural de grilos. **Anais de Etologia**, Pirassununga, v. 13, p. 103-115, 1995.

MELLO, F. A. G.; PELEGATTI-FRANCO, F. A new cave cricket of the genus *Endecous* from southeastern Brazil and characterization of male and female genitalia of *E. itatibensis* Rehn, 1918 (Orthoptera: Phalangopsidae: Luzarinae). **Journal of Orthoptera Research**, Philadelphia, n. 7, p. 185-188, 1998.

MELLO, F. A. G.; REIS, J. C. Substrate drumming and wing stridulation performed during courtship by a new brazilian cricket (Orthoptera, Phalangopsidae). **Journal of Orthoptera Research**, Philadelphia, n. 2, p. 21-24, 1994.

MESA, A.; GARCÍA-NOVO, P. *Endecous onthophagus*: a new combination, phallic sclerites and karyology of the species (Orthoptera - Grylloidea). **Journal of Orthoptera Research**, Philadelphia, v. 6, p. 117-120, 1997.

MESA, A.; GARCÍA-NOVO, P. C.; ROAT, T.; PORTUGAL, C. Morphological characters and karyology of *Miogryllus piracicabensis* Piza (Orthoptera: Gryllidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 337-340, 2004.

MESA, A.; RIBAS, C. C.; GARCIA, P. C. *Phoremia nigrofasciata* and *P.circuncincta* two new species of cricket of the subfamily Nemobiinae (Orthoptera, Grylloidea, Trigonidiidae). **Journal Orthoptera Research**, Philadelphia, v. 8, p. 59-64, 1999.

METRANI, S.; BALAKRISHNAN, R. The utility of song and morphological characters in delineating species boundaries among sympatric tree crickets of the genus *Oecanthus* (Orthoptera: Gryllidae: Oecanthinae): a numerical taxonomic approach. **Journal of Orthoptera Research**, Philadelphia, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2005.

MILLER, H. K. & FISK, F. W. Taxonomic implications of the comparative morphology of cockroach proventriculi. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 64, n. 3, p. 671-687, 1971.

MITTERMEIER, R. A. Diversidade de primatas e a floresta tropical: estudos de casos do Brasil e de Madagascar e a importância dos países com megadiversidade. In: WILSON, E. O. (Org.). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. cap. 16, p. 186-1997.

MITTERMEIER, R. A.; WERNER, T.; AYRES, J. M.; FONSECA, G. A. B. O país da megadiversidade. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 14, n. 81, p. 20-27, 1992.

MIYOSHI, A. R. **Taxonomia, citogenética, bioacústica, comportamento e microscopia eletrônica de varredura da *pars stridens* e do proventrículo de uma espécie de grilo pertencente ao gênero *Lerneca* (Orthoptera, Gryllidae)**. 2002. 69 p. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2002.

MIYOSHI, A. R., GABRIEL, V. A., FANTAZZINI, E. R., FONTANETTI, C. S. Microspines in the pylorus of *Pseudonannolene tricolor* and *Rhinocricus padbergi* (Arthropoda, Diplopoda). **Iheringia, Série Zoologia**. Porto Alegre, v. 95, n.2, p.183 – 188.

MONTIEL, J. T. M.; EQUIHUA-MARTÍNEZ, A.; ROMERO-NÁPOLES, J.; GONZÁLES-HERNÁNDEZ, H.; RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, C.; ALVARADO-ROSALES, D. **Identificación de géneros mexicanos de Rhinotermitidae (Isóptera) con base en la estructura del proventrículo.** Disponível em: <<http://www.colpos.mx/ifit/entacar/avances/067.htm>>. Acesso em: 07 out. 2005.

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, Washington, v. 32, n. 4b, p. 786-792, 2000.

MORSE, A. P. Some Bahamas Orthopteres. **Psyche**, Cambridge, v. 12, p. 19-24, 1905.

MURALIRANGAN, M. C. On the food preference and the morphological adaptations of the some species of Orthoptera. **Current Science**, Bangalore, v. 49, n. 6, p.240-241, 1980.

MURALIRANGAN, M. C.; ANANTHAKRISHNAN, T. N. Taxonomic significance of the foregut armature in some indian Acridoidea (Orthoptera). **Oriental Insects**, New Delhi, v. 8, n. 2, p.119-145, 1974.

NATION, J. L. Specialization in the alimentary canal of some mole crickets (Orthoptera: Gryllotalpidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, Oxford, v. 12, n. 4, p. 201-210, 1983.

NICKLE, D. A. Defining species in Orthoptera: the occurrence of the cryptic species. **Proceeding of the 3rd. Triennial Meeting of the Pan American Acridology Society**, [s.l.], p. 13-14, 1981.

NOIROT, C. The gut of termites (Isoptera). Comparative anatomy, systematics, phylogeny. I Lower termites. **Annales de la Societe Entomologique de France**, Paris, v. 31, n. 3, p. 197-226.

OTTE, D. Bark crickets of the western Pacific region (Gryllidae: Pteroplistinae). **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, Philadelphia, v. 140, n. 2, p. 281-334, 1988.

OTTE, D. Evolution of cricket songs. **Journal of Orthoptera Research**, Philadelphia, n. 1, p. 25-49, 1992.

OTTE, D. **Orthoptera species file. Number 1 - Crickets (Grylloidea)**. Philadelphia: The Orthopterists' Society. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1994. 120 p.

OTTE, D.; ALEXANDER, R. D. **The Australian Crickets Orthoptera: Gryllidae**. Lawrence: Allen Press, 1983. 477 p. (Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Monografia, n. 22).

OTTE, D.; CADE, W. On the role of olfaction.in sexual and interspecies recognition in crickets (*Acheta* and *Gryllus*). **Animal Behaviour**, London, v. 24, p. 1-6, 1976.

OTTE, D.; ALEXANDER, R. D.; CADE, W. The crickets of New Caledonia (Gryllidae). **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, Philadelphia, v. 139, p. 375-457, 1987.

OTTE, D.; NASKRECKI, P. **Orthoptera Species File Online: Katydid or bush-crickets (Tettigoniodea)**. Disponível em: <<http://www.tettigonia.com/>>. Acesso em 20 jul. 2006.

OTTE, D.; PECK, S. B. Crickets of the Galapagos Islands Ecuador (Orthoptera: Gryllidae: Nemobiinae and Trigonidiinae). **Journal of Orthoptera Research**, Philadelphia, n. 7, p. 231-240, 1998.

OTTE, D.; ALEXANDER, R. D.; CADE, W. The crickets of New Caledonia (Gryllidae). **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, Philadelphia, v. 139, p. 375-457, 1987.

OTTE, D.; EADES, D. C.; NASKRECKI, P. **Orthoptera Species File Online**. Version 2.3. Disponível em: <<http://osf2x.orthoptera.org/osf2.3/OSF2X2Frameset.htm>>. Acesso em: 29 maio 2006.

OTTE, D.; TOMS, R. B.; CADE, W. New species and records of East and southern African crickets (Orthoptera: Gryllida: Gryllinae). **Annals of the Transvaal Museum**, Pretoria, v. 34, n. 19, p. 405-468, 1988.

PEREIRA JUNIOR, J.; ZEFA, E.; DAVID, J. A. O.; PASSETTI, F.; FONTANETTI, C. S. Scanning electron microscopy of the pars stridens of *Gryllus*: taxonomic importance. **Naturalia**, v. 28/29/30, p. 49-52, 2003/2004/2005.

PRADO, R. A.; FONTANETTI, C. S. Metanotal gland of the genus *Eidmanacris* (Grylloidea, Phalangopsidae): taxonomic importance. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 95, n. 1, p. 83-87, 2005.

PRESTON-MAFHAM, K. Diurnal mating behaviour of a *Nisitrus* sp. Cricket (Orthoptera: Gryllidae) from Sumatra. **Journal of Natural History**, London, v. 34, p. 2241-2250, 2000.

PRESTWICH, K. N.; WALKER, T. J. Energetics of singing in crickets: effect of temperature in 3 trilling species (Orthoptera: Gryllidae). **Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology**, New York, v. 143, n. 2, p. 199-212, 1981.

RANDELL, R. L. The male genitalia in Gryllinae (Orthoptera: Gryllidae) and a tribal revision. **The Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 96, p. 1565-1610, 1964.

RANFT, R. Natural sound archives: past, present and future. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 76, n. 2, p. 455-465, 2004.

REYNOLDS, W. J. The use of insect sound in taxonomy. **British Journal Entomology Natural History**, v. 1, p. 147-153, 1988.

RIBEIRO, S. P.; CORBARA, B. Dossel florestal: a fronteira desconhecida. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 37, n. 217, p. 54-58, 2005.

RICHARDS, A. G. The proventriculus of adult Mecoptera and Siphonaptera. **Entomological News**, v. 76, n. 10, p. 253-256, 1965.

RIEDE, K.; LAMPE, K-H.; INGRISCH, S. **DORSA: Digitized Orthoptera Specimens Access**. Disponível em: <<http://www.dorsa.de/index.html>>. Acesso em 20 jul. 2006.

ROBERT, D.; AMOROSO, J. HOY, R. R. The evolutionary convergence of hearing in a parasitoid fly and its cricket host. **Science**, Washington, v. 258, n. 5085, p. 1135-1137, 1992.

ROBERT, D.; READ, M. P.; HOY, R. R. The tympanal hearing organ of the parasitoid fly *Ormia ochracea* (Diptera, Tachinidae, Ormiini). **Cell & Tissue Research**, New York, v. 275, n. 1, p. 63-78, 1994.

RODRIGUES, D. J.; LOPES, F. S.; UETANABARO, M. Padrão reprodutivo de *Elachistocleis bicolor* (Anura, Microhylidae) na Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoológica**, Porto Alegre, v. 4, p. 365-371, 2003.

SAKALUK, S. K.; BELWOOD, J. J. Gecko phonotaxis to cricket calling song: a case of satellite predation. ). **Animal Behaviour**, London, v. 32, n. 3, p. 659-662, 1984.

SARASHINA, I.; MITO, T.; SAITO, M.; UNEME, H.; MIYAWAKI, K.; SHINMYO, Y.; OHUCHI, H.; NOJI, S. Location of micropyles and early embryonic developmet of the two-spotted cricket *Gryllus bimaculatus* (Insecta, Orthoptera). **Development, Growth and Differentiation**, Nagoya, v. 47, p. 99-108, 2005.

SAUSSURE, H. **Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique centrale**. 6 ème partie: Etudes sur les Myriapodes et les Insectes. Paris: Imprimerie Impériale, 1874. 531 p.

SAUSSURE, H. Mélanges orthoptérologiques. Vème fascicule. Gryllides (première partie). **Memoires de la Societe de Physique et Histoire Naturelles de Geneve**, Genebra, v. 25, p. 1-352, 1877.

SCHÄFNER, K. -H.; KOCH, U. T. A new field of wing campaniform sensila essential for the production of the attractive calling song in crickets. **The Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 129, p. 1-23, 1987.

SELLIER, R. Étude au microscope électronique à balayage de la *pars stridens* des Orthoptères Ensifères. **Comptes Rendus de L' Academie des Sciences**, Paris, v. 268, p. 3084-3087, 1969.

- SERRÃO, J. E. Proventricular structure in solitary bees (Hymenoptera: Apoidea). **Organisms, Diversity & Evolution**, Jena, v. 5, p. 125-133, 2005.
- SHINE, R. Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia. **Copeia**, Lawrence, p. 297-306, 1979.
- SHINE, R. The evolution of large body size in females: a critic of Darwin's "Fecundity advantage" model. **The American Naturalist**, Chicago, v. 131, n. 1, p. 124-131, 1988.
- SILVEIRA NETO, S.; MONTEIRO, R. C.; ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 9-15, 1995.
- SNODGRASS, R. E. **Principles of insect morphology**. New York: McGraw-Hill, 1935. 667 p.
- SOUROUKIS, K.; CADE, W. H.; ROWELL, G. Factors that possibly influence variation in the calling song of field crickets: temperature, time, and male size, age and wing morphology. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 70, p. 950-955, 1991.
- SPERBER, C. F.; ROCHA, A.; LOPES-ANDRADE, C.; MESA, A. *Izecksohniella puri* sp. n., a new Brazilian cricket species (Orthoptera: Grylloidea: Phalangopsidae) from Atlantic Forest remnants. **Zootaxa**, [s.l.], v. 244, p. 1-12, 2003.
- SU, Y. N.; RENTZ, D. C. F. Australian nemobiinae crickets: behavioral observations and new species of *Bobilla* Otte & Alexander (Orthoptera: Gryllidae: Nemobiinae). **Journal of Orthoptera Research**, Philadelphia, n. 9, p. 5-20, 2000.
- SUGAWARA, T.; LOHER, W. Oviposition behaviour of the crickets *Teleogryllus commodus*: observation of external and internal events. **Journal of Insect Physiology**. Oxford, v. 32, n. 3, p. 179-188, 1986.
- TOMOTAKE, M. E. M. **Ultra-estrutura do proventrículo de operárias da subfamília Ponerinae (Hymenoptera: Formicidae)**. 1996. 129 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1996.
- VERRASTRO, L. Sexual dimorphism in *Liolaemus occipitalis* (Iguania, Tropiduridae). **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 94, n. 1, p. 45-48, 2004.
- VICKERY, V. R. The importance of behavioral characteristics in systematics – based mainly on orthopteroid insects. **Proceeding of the 3rd. Triennial Meeting of the Pan American Acridology Society**, [s.l.], p. 15-24, 1981.
- VIELLIARD, J. M. E. Uma nova espécie de *Glaucidium* (Aves, Strigidae) da Amazônia. **Revista Brasileira de Zoologia**. São Paulo, v. 6, n. 4, p. 685-693, 1989.
- VIELLIARD, J. M. E. 'Side-bands' artifact and digital sound processing. **Bioacoustics**. Oxon, v. 5, p. 159-162, 1993.

VIELLIARD, J. M. E. Estado atual das pesquisas em bioacústica e sua contribuição para o estudo e a proteção das aves no Brasil. In: ALVES, M. A. S.; SILVA, J. M. C.; VAN SLUYS, M.; BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D. (Org.). **A ornitologia no Brasil: pesquisa atual e perspectivas**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: Editora UERJ, 2000, p. 287-301.

VIELLIARD, J. M. E. Advances in bioacoustics. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 76, n. 2, p. 455-465, 2004.

VIELLIARD, J. M. E.; CARDOSO, A. J. Adaptação de sinais sonoros de anfíbios e aves a ambientes de riachos com corredeiras. In: PÉFAUR., J. E. (Org.). **Herpetologia neotropical**. Mérida, Venezuela: Universidade de Los Andes, 1996, p. 97-119.

WALKER, F. **Catalogue of the specimens of Dermaptera Saltatoria and supplement to the Blattidae in the collection of the British Museum**, London: British Museum, 1869. 604 p.

WALKER, T. J. Factors responsible for intraspecific variation in the calling song of crickets. **Evolution**, Lancaster, v. 16, n. 4, p. 407-428, 1962.

WALKER, T. J. Experimental demonstration of a cat locating orthopteran prey by the prey's calling song. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 47, n. 2, p. 163-165, 1964a.

WALKER, T. J. Cryptic species among sound-producing Ensiferan Orthoptera (Gryllidae and Tettigoniidae). **Quarterly Review Biology**, Maryland, v. 39, p. 344-355, 1964b.

WALKER, T. J. Sound-synchronized, ultra-high-speed photography: A method for studying stridulation in crickets and katydids (Orthoptera). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 63, n. 3, p. 910-912, 1970.

WALKER, T. J. Calling crickets (*Anurogryllus arboreus*) over pitfalls: females, males, and predators. **Environmental Entomology**, College Park, v. 8, n. 3, p. 441-443, 1979.

WALKER, T. J.; CARLYSLE, T. C. Stridulatory file teeth in crickets: taxonomic and acoustic implications (Orthoptera: Gryllidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, Oxford, v. 4, n. 2, p. 151-158, 1975.

WALKER, T. J.; MASAKI, S. Natural History. In: HUBER, F. H.; MOORE, T. E.; LOHER, W. (Ed.). **Cricket behavior and neurobiology**. London: Cornell University Press, 1989. chap. 1, p. 1-42.

WALKER, T. J.; MOORE, T. E. **Singing Insects of North America**. Disponível em: <<http://buzz.ifas.ufl.edu>>. Acesso em 29 maio 2006.

YAMADA, M. V.; SHIMBORI, E. M.; AROUCA, R. G.; ONODY, H. C.; GOMES, S. A. G.; DIAS, A. M. P. M. Importance of scanning electronic microscopy on the determination and recognizing of new species in Hymenopteran taxonomic studies. **Brazilian Journal of Morphological Sciences**, Campinas, v. 1, p. 169-169, 2005.

YANG, J-T; CHANG, Y-L. A new genus *Taiwanemobius* (Orthoptera: Grylloidea: Gryllidae: Nemobiinae) of a ground crickets from Taiwan. **Journal of Orthoptera Research**, Philadelphia, n. 5, p. 61-64, 1996.

YANG, J-T; YEN, F-S. Morphology and character evaluation of scales in scaly crickets (Orthoptera: Grylloidea: Mogoplistidae). **Zoological Studies**, Taipei, v. 40, p. 247-253, 2001.

ZAYAS, F. de. Orden Orthoptera. **Entomofauna Cubana**, Habana: Instituto Cubano del Libro, 1974, v. 3, p. 58-90.

ZEFA, E. **Bioacústica, citogenética, morfologia da asa e do complexo fálico de algumas espécies do gênero *Gryllus* (Orthoptera, Gryllidae) do estado de São Paulo**. 1995. 105 p. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1995.

ZEFA, E. **Comportamento, bioacústica, morfologia e citogenética de algumas espécies do gênero *Endecous* Saussure, 1978 (Orthoptera, Phalangopsidae)**. 2000. 177 p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2000.

ZEFA, E. FONTANETTI, C. S. *Pars stridens* morphology and acoustical signal emission in the reproductive behavior of *Gryllus assimilis* Fabricius, 1775 (Orthoptera: Gryllidae). **Naturalia**, São Paulo, v. 27, p. 133-143, 2002.

ZINA, J.; HADDAD, C. F. B. Reproductive activity and vocalizations of *Leptodactylus labyrinthicus* (Anura: Leptodactylidae) in Southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 1-11, 2005.

# 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](#)