



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – RIO CLARO



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ZOOLOGIA)

**SOM DE CHAMADO, ULTRAMORFOLOGIA DA FILEIRA ESTRIDULATÓRIA E
MORFOLOGIA DO COMPLEXO FÁLICO APLICADOS À TAXONOMIA DE
Gryllus LINNAEUS, 1758 DO EXTREMO SUL DO RIO GRANDE DO SUL
(ORTHOPTERA, GRYLLIDAE)**

LUCIANO DE PINHO MARTINS

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
2009

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ZOOLOGIA)

**SOM DE CHAMADO, ULTRAMORFOLOGIA DA FILEIRA ESTRIDULATÓRIA E
MORFOLOGIA DO COMPLEXO FÁLICO APLICADOS À TAXONOMIA DE
Gryllus LINNAEUS, 1758 DO EXTREMO SUL DO RIO GRANDE DO SUL
(ORTHOPTERA, GRYLLIDAE)**

LUCIANO DE PINHO MARTINS

Orientador: Prof. Dr. Edison Zefa

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
2009

595.72 Martins, Luciano de Pinho
M386s Som de chamado, ultramorfologia da fileira estridulatória e morfologia do complexo fálico aplicados à taxonomia de *Gryllus* Linnaeus, 1758 do extremo sul do Rio Grande do Sul (Orthoptera, Gryllidae) / Luciano de Pinho Martins. – Rio Claro : [s.n.], 2009
124 f. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Edison Zefa

1. Ortóptero. 2. Grilo. 3. Bioacústica. 4. Taxonomia. 5. Gryllinae. 6. Pars stridens. 7. Genitália. I. Título.

**SOM DE CHAMADO, ULTRAMORFOLOGIA DA FILEIRA ESTRIDULATÓRIA E
MORFOLOGIA DO COMPLEXO FÁLICO APLICADOS À TAXONOMIA DE
Gryllus LINNAEUS, 1758 DO EXTREMO SUL DO RIO GRANDE DO SUL
(ORTHOPTERA, GRYLLIDAE)**

LUCIANO DE PINHO MARTINS

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).

Comissão Examinadora

Edison Zefa

Maria Kátia Matiotti da Costa

Francisco de Assis Ganeo de Mello

Rio Claro, 29 de maio de 2009

*Aos meus pais Bento Juraci Camargo Martins e
Carmen Vera Gonçalves de Pinho por todo amor,
dedicação e incentivo*

Dedico

Agradecimentos

Aos meus pais por serem os primeiros e mais importantes professores de minha vida, os quais me conceberam e construíram os alicerces para que hoje eu possa estar realizando um dos meus sonhos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Edison Zefa por tudo o que ele representa em minha vida e para quem uma página seria pouco para agradecer. Sendo sucinto agradeço-te por ter aceitado me orientar há cinco anos, atitude que modificou minha perspectiva de vida e permitiu-me conhecer a pessoa alegre, extrovertida, agradável, competente e dedicada que és. Este trabalho tem tanto o meu suor como o teu, assim como todas as conquistas profissionais que obtive. Agradeço acima de tudo pela paciência com o meu temperamento e pelas conversas francas e esclarecedoras que mantivemos ao longo de nossa convivência.

À Profa. Dra. Carmem Silvia Fontanetti Christofolletti pela oportunidade de cursar o mestrado na UNESP/Rio Claro quando o Prof. Dr. Edison Zefa ainda não estava credenciado, serei eternamente grato. Agradeço também por toda a ajuda prestada ao grupo de pesquisa em Orthoptera, especialmente às análises ultramorfológicas da fileira estridulatória que compõem este estudo.

Aos amigos João Reinaldo, Cristiane Miléo, André Bombeiro, Rogilene Prado e à família Zefa pela amizade e companhia durante minha estadia em Rio Claro.

À Bianca Vargas pelas críticas e atenta revisão desse manuscrito e, principalmente, pelo carinho, paciência e compreensão nos momentos mais difíceis.

Aos amigos Diogo Sanes, Tiago Krolow e Rodrigo Azevedo pela sincera amizade. Agradeço ao Tiago por, mesmo a distância, aconselhar-me e incentivar-me sempre. Agradeço ao Rodrigo pela companhia em coletas, jogos e viagens, e principalmente pelas constantes conversas.

Aos amigos, André Oldoni, Denise Martins, Márcio Provenci, Jacqueline Melo, Cyrano Busatto, Ana Paula, Cássio Martins, Roger Toscano, Lilian Lima, Betânia dos Santos, Lucas Vanini, Samanta da Vara, Maylon Mazza, Wagner da Rosa e Milton Júnior pela amizade e companheirismo.

À Marisa Vanini por me acompanhar por boa parte da graduação e da pós-graduação, por me aturar nos momentos de mau humor, por me incentivar incondicionalmente e pelo amor dedicado durante todos esses anos.

Aos professores das disciplinas por contribuírem com o meu conhecimento em zoologia e aos colegas Guilherme “pelanca” e Gustavo Silveira pela companhia nos estudos de estatística.

Aos colegas de departamento pela companhia descontraída nos horários de café. Agradeço aos companheiros Mateus “da gaita” e Fernando Luz pela agradável convivência em laboratório e paciência nos meus momentos de estresse. Agradeço à Elisa pela amizade e valiosa ajuda no ajuste metodológico para o preparo das genitálias.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

À *Orthopterists' Society* e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), processo 473045/2007-9, pelo auxílio financeiro.

Ao Dr. Theodore J. Cohn pelas valorosas sugestões e críticas.

Ao Prof. Dr. Francisco de Assis Ganeio de Mello pelas conversas, sugestões, ensinamentos e pelo auxílio na caracterização do complexo fálico.

Ao Prof. Dr. César Jaeger Drehmer, à Prof. Dra. Ana Rui e à colega Carina Mews pelas conversas e sugestões.

Ao Prof. Dr. Paulo Bretanha Ribeiro por ceder espaço em seu laboratório para o estabelecimento das criações.

A todos familiares que me acompanharam durante esta fase importante de formação e de minha vida.

E, finalmente, a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho!

"É uma parte essencial do empreendimento científico admitir a ignorância, até mesmo exultar na ignorância, já que ela é um desafio para conquistas futuras."

Richard Dawkins

SUMÁRIO

	Página
Resumo	1
Abstract	2
Introdução geral	3
Objetivos	9
Material e Métodos	10
Resultados	15
CAPÍTULO 1 – TAXONOMIA DE <i>Gryllus</i> LINNAEUS, 1758 (ORTHOPTERA, GRYLLIDAE) DO EXTREMO SUL DO BRASIL: DUAS NOVAS ESPÉCIES E <i>Gryllus argentinus</i> SAUSSURE, 1874	16
Resumo	17
Abstract	18
Introdução	19
Material e métodos	21
Resultados	23
Discussão	31
Referências	36
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DO SOM DE CHAMADO DE <i>Gryllus</i> LINNAEUS, 1758 (ORTHOPTERA, GRYLLIDAE)	59
Resumo	60
Abstract	61
Introdução	62
Material e métodos	64
Resultados	66
Discussão	78
Referências	81
CAPÍTULO 3 – VARIAÇÃO NO SOM DE CHAMADO DE <i>Gryllus</i> sp. n.2: IMPLICAÇÕES TAXONÔMICAS (ORTHOPTERA, GRYLLIDAE)	94
Resumo	95
Abstract	96
Introdução	97
Material e métodos	98
Resultados	99
Discussão	100
Referências	102
Considerações Finais	109
Referências	110

RESUMO

O gênero *Gryllus* Linnaeus, 1758 compreende 78 espécies descritas, ocorrendo na América desde o Canadá até a Argentina, bem como em diversas regiões da África, Europa e Ásia. Na América do Sul existem registros da ocorrência de 12 espécies que foram descritas no século XIX e desde então pouca informação foi adicionada à taxonomia desses insetos. Trata-se de um dos gêneros mais complexos de Grylloidea devido à presença de espécies crípticas e à taxonomia confusa, gerada por diferentes critérios taxonômicos e baseada em amostragens reduzidas, desprezando as variações intraespecíficas. O objetivo deste trabalho foi aplicar diversas ferramentas, com destaque à bioacústica e à morfologia da fileira estridulatória, retomando o trabalho taxonômico nos *Gryllus* da América do Sul, a partir de uma área restrita do extremo sul do Brasil. O trabalho foi dividido em três capítulos: I - Taxonomia de *Gryllus* Linnaeus, 1758 (Orthoptera, Gryllidae) do extremo sul do Brasil: duas novas espécies e *Gryllus argentinus* Saussure, 1874; II - Revisão do som de chamado e da fileira estridulatória de *Gryllus* Linnaeus, 1758 (Orthoptera, Gryllidae); III - Variação intraespecífica no som de chamado de *Gryllus* sp. n.2 (Orthoptera, Gryllidae): implicações taxonômicas. Os resultados deste trabalho servirão como base para os estudos taxonômicos em *Gryllus* na América do Sul e facilitarão as revisões do som de chamado e da fileira estridulatória neste gênero. A análise de proles provenientes de fêmeas fecundadas na natureza permitiu delimitar a variação no som de chamado de *Gryllus* sp. n.2, assegurando a determinação específica desse táxon.

Palavras chaves: Grilos. Bioacústica. Gryllinae. *Pars stridens*. Genitália.

ABSTRACT

The genus *Gryllus* Linnaeus, 1758 includes 78 described species, occurring in America from Canada to Argentina, as well as in several areas of Africa, Europe and Asia. There are 12 species in South America described in nineteenth century. Since few data were added to the taxonomy of these insects. This genus is among the most complex of Grylloidea due cryptic species and ancient taxonomy erected by different criteria and based on small samples, despising intraspecific variations. The aim of this work was to apply tools such as bioacoustics and stridulatory file morphology, retaking the taxonomic study in South America's *Gryllus*, in a restricted area of Southern Brazil. The work was structured in three chapters: I - Taxonomy of *Gryllus* Linnaeus, 1758 (Orthoptera, Gryllidae) of the southern Brazil: two new species and *Gryllus argentinus* Saussure, 1874; II – Revision of the calling song and stridulatory file of *Gryllus* Linnaeus, 1758 (Orthoptera, Gryllidae); III – Intraespecific variation in the calling song of *Gryllus* n. sp.2 (Orthoptera, Gryllidae): taxonomic implications. This work presents information about calling song and stridulatory file features supporting new taxonomic studies on *Gryllus*. The offspring from field inseminated females confirmed that variations on the calling song of *Gryllus* n. sp.2 were intraspecific improving specific determination of this taxon.

Key words: Cricket. Bioacoustics. Gryllinae. *Pars stridens*. Genitalia.

Introdução geral

Os grilos produzem os sinais acústicos por meio de um aparelho estridulador presente nas tégminas dos machos e o órgão auditivo é um tímpano localizado nas tíbias anteriores de ambos os sexos (PIERCE, 1948, ALEXANDER, 1962a; 1966; OTTE, 1992). Seu repertório acústico é diversificado, com até seis diferentes tipos de sons (ALEXANDER, 1962a), os quais são geneticamente determinados (LEROY, 1966; OTTE, 1992).

Os sons de chamado são emitidos apenas pelos machos adultos e sexualmente maduros (ALEXANDER, 1962a; LEROY, 1966), geralmente quando estão sozinhos (LEROY, 1966), com o objetivo de atrair as fêmeas para o acasalamento ou promover o espaçamento territorial entre os machos (ALEXANDER, 1962a; CADE, 1981). O som de agressividade afasta os machos coespecíficos (ALEXANDER, 1966). O som de corte estimula a fêmea a assumir a posição de cópula (ALEXANDER, 1961), o som de interrupção da corte provavelmente atrai a fêmea de volta para o macho após separação acidental; o som de pós-cópula mantém o par unido para subsequente cópula e o som de reconhecimento possivelmente mantém grupos ou pares de indivíduos subsociais agregados (ALEXANDER, 1966). Os sons de chamado, de agressividade e de corte compõem os repertórios mais comuns dentre os Grylloidea (ALEXANDER, 1962b).

Os grilos que estridulam em simpatria e sincronia possuem sons de chamado distintos (ALEXANDER, 1962a; WALKER, 1964; JANG; GERHARDT, 2006), fato que possibilita a utilização destes sinais na taxonomia do grupo (ALEXANDER, 1957; WALKER; CARLYSLE, 1975; OTTE, 1992).

A produção dos sinais acústicos ocorre durante o fechamento das tégminas, quando uma porção da margem lateral da tégmina esquerda, o *scraper*, atrita uma fileira de dentes presentes na superfície ventral da tégmina direita (RAKSHPAL, 1960; ALEXANDER, 1961; WALKER, 1962; LEROY, 1979; KOCH, 1980; FORREST, 1982; KOCH et al., 1988; BENNET-CLARK, 1989; OTTE, 1992). Cada dente da fileira estridulatória que é raspado pelo *scraper* provoca ressonância em regiões especializadas das tégminas, como o espelho e a harpa, produzindo um ciclo sonoro (BENNET-CLARK, 1989; DAMBACH; GRAS, 1995; SIMMONS; RITCHIE, 1996). O conjunto de ciclos sonoros produzidos durante um movimento de fechamento das tégminas compõe uma nota (WALKER, 1962; WALKER; CARLYSLE, 1975; LEROY,

1979; KOCH et al., 1988; BENNET-CLARK, 1989; OTTE, 1992). As notas podem ser emitidas de forma ininterrupta (*trill*), ou em pequenos grupos denominados frases (*chirp*) (ALEXANDER, 1962a; 1966; WALKER, 1962; LEROY, 1979; BENNET-CLARK, 1989; OTTE, 1992).

O número de ciclos sonoros de uma nota está condicionado ao número de dentes da fileira estridulatória (WALKER; CARLYSLE, 1975; LEROY, 1979). Fileiras com muitos dentes produzem notas com longa duração, mas com menor quantidade de notas por unidade de tempo (WALKER; CARLYSLE, 1975). É difícil estabelecer relações entre a fileira estridulatória e o som emitido (WALKER, 1963), pois espécies distintas que apresentam diferenças na morfologia dos dentes podem apresentar sons de chamado semelhantes, por outro lado, espécies com fileiras semelhantes comumente produzem sons de chamado diferentes (WALKER e CARLYSLE, 1975). Além disso, a relação entre o número de dentes e de ciclos sonoros não é direta, pois muitas espécies empregam uma pequena porcentagem dos dentes na emissão sonora (LEROY, 1966; MIYOSHI et al., 2007).

A frequência do som é definida pela flexibilidade das tégminas (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1995) e pela velocidade com que os dentes são raspados (KOCH et al., 1988). A velocidade está relacionada ao distanciamento entre os dentes (KOCH et al., 1988) e à temperatura que influencia na fisiologia dos movimentos alares (DOHERTY, 1985; BENNET-CLARK, 1989). A intensidade do som está correlacionada à força com que as tégminas são pressionadas durante a estridulação (SIMMONS, 1988). Provavelmente os ensíferos controlam a frequência e a intensidade do som através de *feedback* acústico (STEPHEN; HARTLEY, 1995).

O aparelho estridulador dos grilos não permite a produção de sons com flutuações complexas de frequência (ALEXANDER, 1962a), podendo-se dizer que são quase puros (ALEXANDER, 1962a; KOCH et al., 1988; OTTE, 1992; BENNET-CLARK, 1989). As notas são levemente moduladas, e o grau de modulação pode variar entre os espécimes de uma mesma espécie (SIMMONS; RITCHIE, 1996).

Alguns fatores abióticos influenciam no comportamento de estridulação dos grilos e na qualidade dos sinais acústicos. O fotoperíodo regula o período do dia em que ocorre a atividade estridulatória e interfere na quantidade de notas emitidas por unidade de tempo (e. g., *Gryllus pennsylvanicus*, CICERAN et al., 1994). A temperatura determina períodos fisiologicamente propícios à estridulação e interfere nas propriedades temporais do som (WALKER, 1962; DOHERTY, 1985; KOCH et

al., 1988; CICERAN et al., 1994), porém, não influencia no número de notas por frase (DOHERTY, 1985; CICERAN et al., 1994), no tempo de duração da nota e na frequência dominante (WALKER, 1962; DOHERTY, 1985), exceto em algumas espécies de *Oecanthus* e *Nemobius* em que a frequência está correlacionada positivamente com a temperatura (WALKER, 1962).

As características da fileira estridulatória, como a estrutura, a forma e o número de dentes são empregados na taxonomia dos grilos (LEROY, 1966), sendo esta última de relevada importância (RAKSHPAL, 1960).

Os dentes são lamelares e alinhados transversalmente no terço anterior ventral de ambas as tégminas (LEROY, 1966). A morfologia dos dentes que compõem uma fileira estridulatória é similar, exceto pelos presentes em ambas as extremidades, os quais são menores e geralmente disformes (RAKSHPAL, 1960; CORBEL, 1963; LEROY, 1966; WALKER; CARLYSLE, 1975; MIYOSHI et al., 2007).

O número de dentes em Grylloidea varia conforme a espécie, com extremos de 17 em *Oecanthus exclamationis* Davis, 1907 (WALKER; CARLYSLE, 1975) e 1308 em *Podogryllus sudanicus* (OTTE, 1983).

A combinação de elementos sonoros e de morfometria da fileira estridulatória é adequada para a identificação dos machos de diferentes espécies simpátricas (LEROY, 1966; WEISSMAN et al., 1980; ZEFA, 2000; DAVID et al., 2003). Por outro lado, as fêmeas normalmente possuem características morfológicas difíceis de serem distinguidas sendo, por conseqüência, identificadas por associação aos machos (WEISSMAN et al., 1980).

As características do complexo fálico são importantes na identificação genérica dos machos de Grylloidea (ALEXANDER, 1962b). Em *Gryllus*, no entanto, a importância desta estrutura como caráter diagnóstico de espécie é bastante controversa, sendo importante para a identificação entre algumas espécies (ALEXANDER, 1962b; OTTE; CADE, 1984) e irrelevante para outras (WEISSMAN et al., 1980). A terminologia aplicada aos escleritos do complexo fálico varia entre os pesquisadores e pode ser encontrada nos trabalhos de Chopard (1961), Randell (1964), Desutter (1987) Mesa e Garcia-Novo (1997), Mesa et al. (1998) e Desutter-Grandcolas (2003), não havendo um consenso sobre a terminologia mais adequada.

Histórico taxonômico de *Gryllus* no continente americano

Em 1758, Linnaeus publicou, na décima edição do *Systema Naturae*, um catálogo com todos os animais por ele conhecidos, dentre eles o gênero *Gryllus*, com seis subdivisões (*Tettigonia*, *Acrida*, *Acheta*, *Locusta*, *Mantis* e *Bulla*). Até 1936, as subdivisões lineanas eram tratadas como se tivessem adquirido *status* subgenérico, e na prática foram elevadas a gênero no conceito dos pesquisadores (GURNEY, 1950). No entanto, a *Opinion* 124 (1936) da Comissão Internacional de Nomenclatura Zoológica estabeleceu, sob as regras internacionais, que as subdivisões genéricas publicadas por Linnaeus (1758) não deveriam ser aceitas como de valor subgenérico (GURNEY, 1950).

Segundo Linnaeus (1758), *Acheta* compreendia os grilos verdadeiros, incluindo *Gryllus domesticus* Linnaeus, 1758 e *Gryllus campestris* Linnaeus, 1758, sendo esta última selecionada por Latreille (1810) como espécie-tipo de *Gryllus*, 1758 (GURNEY, 1950). Como estas duas espécies não eram consideradas congêneres, outro nome genérico foi necessário, sendo proposto o gênero *Gryllulus* por Uvarov em 1935 para acomodar *G. domesticus* (GURNEY, 1950). No entanto, o nome *Acheta* havia sido proposto por Fabricius em 1775, com a espécie-tipo *G. domesticus* Linnaeus designada por Curtis em 1830, portanto com prioridade sobre o nome anterior proposto por Uvarov e, conseqüentemente, *Gryllulus* tornou-se um sinônimo júnior de *Acheta* Fabricius, 1775 (ROBERTS, 1941).

A primeira espécie de *Gryllus* descrita com localidade tipo no continente americano (Jamaica) foi *Gryllus assimilis* (Fabricius, 1775) e até o início do século XX foram adicionadas 44 espécies, totalizando 1504 espécimes coletados em todo o território americano (REHN; HEBARD, 1915).

Ao analisarem este material, Rehn e Hebard (1915) consideraram que toda a variação morfológica e de coloração existente entre os 1504 espécimes era devida às adaptações destes indivíduos às condições ambientais locais. Segundo esses autores, essas variações não eram suficientes para a classificação desses espécimes em subespécies ou espécies distintas. Portanto, por um longo período, todos os espécimes de *Gryllus* do continente americano foram determinados apenas como *G. assimilis* (nome válido mais antigo), com sua distribuição abrangendo desde o sul do Canadá até a Patagônia, além de diversas ilhas oceânicas.

Em 1952, Fulton verificou que a determinação dos *Gryllus* do continente americano como uma única espécie foi um equívoco. O autor utilizou o som de

chamado, a sazonalidade, a distribuição geográfica, a coloração e a morfologia, além da hibridização para identificar os *Gryllus* que ocorriam na Carolina do Norte, demonstrando que somente nessa região ocorriam quatro populações bem definidas e isoladas reprodutivamente. Por precaução, Fulton preferiu não aplicar a nomenclatura binomial nestes agrupamentos, alternativamente, caracterizou-os com nomes populares.

Alexander (1957) analisou os quatro agrupamentos propostos por Fulton (1952) e os determinou como *Gryllus pennsylvanicus* Burmeister, 1838, *Gryllus firmus* Scudder, 1902 e *Gryllus rubens* Scudder, 1902, sinônimos de *G. assimilis* na classificação de Rehn e Hebard (1915). O agrupamento restante foi relacionado ao nome *Gryllus vernalis* Blatchley, 1920, o qual foi removido da categoria subespecífica de *G. assimilis*. O autor também descreveu neste trabalho *Gryllus fultoni*, aumentando para cinco as espécies conhecidas no leste dos Estados Unidos.

Os trabalhos de Fulton (1952) e Alexander (1957) evidenciaram que para obter resultados satisfatórios na taxonomia de *Gryllus* é preciso aplicar elementos taxonômicos adicionais à morfologia e a coloração, tais como a distribuição, a sazonalidade e o som de chamado. A partir destes estudos, vários pesquisadores (ALEXANDER; BIGELOW, 1960; WALKER, 1974; 2001; WEISSMAN et al., 1980; CADE; OTTE, 2000) tornaram a taxonomia deste gênero estável na América do Norte.

Até a metade do século passado havia uma grande confusão na identificação dos espécimes de *Gryllus* americanos, ora eles eram relacionados ao grilo doméstico *Acheta domesticus* (Linnaeus) e, portanto, pertencentes à *Acheta*, ora relacionados ao grilo do campo europeu, *G. campestris* Linnaeus e pertencentes à *Gryllus*. A constante transferência dos espécimes americanos entre estes dois gêneros teve fim a partir de 1960, com o trabalho de Alexander e Walker (1962).

Atualmente *Gryllus* Linnaeus, 1758 contém 78 espécies (EADES; OTTE, 2008), ocorrendo na América desde o Canadá à Argentina, bem como em diversas regiões da África, Europa e Ásia (ALEXANDER, 1991; OTTE; PECK, 1997). Sua distribuição inclui diversas ilhas, com destaque ao arquipélago de Galápagos, onde ocorrem oito espécies endêmicas (OTTE; PECK, 1997).

A América do Sul possui o registro de ocorrência de 12 espécies de *Gryllus*, as quais foram descritas no século XIX (WALKER, 1869; SAUSSURE, 1874;

SAUSSURE, 1877; EADES; OTTE, 2008) e desde então pouca informação foi adicionada aos dados já existentes de coloração e morfologia, características que não são suficientes para identificar e distinguir as espécies. Além disso, as descrições foram realizadas em amostragens reduzidas, desprezando as variações intraespecíficas.

Para resolver o problema taxonômico envolvendo os *Gryllus* sul americanos é necessário um intenso trabalho de coleta, determinação, descrição e redescrção das espécies, incluindo a caracterização do som de chamado e das estruturas responsáveis pela produção dos sinais acústicos, associados à morfologia externa e do complexo fálico, a partir de uma amostragem adequada e de técnicas que permitam detectar as variações intraespecíficas.

Objetivos

Objetivo geral

Caracterizar o som de chamado e a ultramorfologia da fileira estridulatória, bem como a morfologia do complexo fálico das espécies de *Gryllus* de algumas localidades do sul do Rio Grande do Sul, para aplicar no reconhecimento, identificação, descrição ou redescrição das espécies.

Objetivos específicos

- a) Analisar os padrões temporais e a frequência do som de chamado;
- b) Descrever a morfologia das tégminas, bem como a ultramorfologia e a morfometria da fileira estridulatória;
- c) Estabelecer relações entre o número de dentes da fileira estridulatória e o número de ciclos sonoros das notas do som de chamado;
- d) Caracterizar a morfologia externa, com destaque à morfometria dos tágmas corporais e seus apêndices;
- e) Caracterizar a morfologia do complexo fálico dos machos;
- f) Utilizar proles para identificar variações intraespecíficas no som de chamado.

Material e métodos

Coleta e registro sonoro dos espécimes

Os espécimes foram coletados de 2006 a 2008, nos municípios de Pelotas, Capão do Leão e Rio Grande, sul do Rio Grande do Sul. As coletas foram manuais orientadas pelos sons emitidos pelos grilos.

Os sons de chamado foram registrados em gravador digital Panasonic RR-QR160 no campo ou no laboratório. Ao final de cada gravação incluiu-se um registro sonoro com o local, a data, a hora e a temperatura no momento da estridulação.

Padrões temporais e frequência do som de chamado

Adotou-se a seguinte terminologia:

- Ciclo sonoro (ciclo de som): som produzido pelo estímulo de um dente da fileira estridulatória (*cycle of sound* segundo BENNET-CARK, 1989; *sine waves* de acordo com WALKER; CARLYSLE, 1975; *oscillations élémentaires* segundo LEROY, 1966);
- Nota: conjunto de ciclos sonoros produzidos durante um movimento de fechamento das tégminas (*syllable* segundo BENNET-CARK, 1989; DOHERTY, 1985; *phonatome* de acordo com LEROY, 1979; *pulse* de acordo com WALKER; CARLYSLE, 1975; FORREST, 1982; OTTE; CADE, 1984; DOHERTY, 1985; SIMMONS, 1988; BENNET-CARK, 1989; OTTE, 1987; 1992; DESUTTER-GRANDCOLAS, 1998; JANG; GERHARDT, 2006);
- Duração da nota: período entre o primeiro e o último ciclo sonoro de uma nota (*pulse duration* segundo BENNET-CARK, 1989; OTTE, 1992; JANG; GERHARDT, 2006; *syllable duration*, de acordo com BENNET-CARK, 1989; DOHERTY, 1985);
- Taxa de notas: média do número de notas emitidas por segundo, desprezando o intervalo de tempo entre frases e considerando os valores do intervalo entre as notas (*pulse rate* de acordo com ALEXANDER, 1961; OTTE; CADE, 1984; WEISSMAN et al., 1980; CADE; OTTE, 2000; WALKER, 2001; ALEXANDER; WALKER, 1962);
- Frase: grupo de notas (*motif* de acordo com LEROY, 1966; 1979; *chirp*, de acordo com OTTE; CADE, 1984; DOHERTY, 1985; SIMMONS, 1988; OTTE, 1987; 1992; JANG; GERHARDT, 2006; DESUTTER-GRANDCOLAS, 1998);
- Duração da frase: período entre o início da primeira nota e o final da última nota de uma frase (*chirp length* segundo OTTE, 1987; *chirp duration* de acordo com OTTE et al., 1988);

- Taxa de frases: número de frases emitidas durante um período (*chirps per second* de acordo com OTTE, 1987; OTTE; CADE, 1984; WALKER, 2001; *chirps per minute* de acordo com ALEXANDER, 1957; WEISSMAN *et al.*, 1980);
- Freqüência dominante: freqüência com intensidade máxima (*carrier frequency* segundo BENNET-CARK, 1989; JANG; GERHARDT, 2006; WALKER; CARLYSLE, 1975; *dominant frequency* segundo DOHERTY, 1985; BENNET-CARK, 1989; SIMMONS; RITCHIE, 1996);
- Banda de freqüência: banda compreendida entre a freqüência mais baixa e a mais alta (*frequency band* segundo DESUTTER-GRANDCOLAS, 1998; *maximum frequency* mais *minimum frequency* de SIMMONS, 1988).

Os sons de chamado foram digitalizados a 22,05 kHz no software Avisoft SasLab Light. Selecionou-se um trecho de 10 s de cada som para a análise das seguintes características em oscilogramas: número de frases, número de notas por segundo, número de notas por frase, duração das notas e frases, intervalo entre notas e entre frases. Os sonogramas além de serem utilizados para a representação gráfica do som possibilitaram a análise da banda de freqüência. A freqüência dominante foi obtida no software Cool Edit Pro.

Para a obtenção da duração das notas e do número de ciclos sonoros foram selecionadas, aleatoriamente, três frases por oscilograma. A média de ciclos sonoros obtido em cada oscilograma foi relacionada ao número de dentes da fileira estridulatória do mesmo espécime.

Morfologia e ultramorfologia das tégminas

A tégmina direita dos espécimes registrados acusticamente foi disposta entre lâmina e lamínula para as análises morfométricas e do número de dentes da fileira estridulatória.

Na contagem dos dentes foram considerados desde os maiores até os menores, incluindo os de morfologia e distribuição irregular. A extensão da fileira estridulatória foi obtida ao microscópio óptico Olympus com captura de imagens, utilizando o software Motic® Images Plus 2.0 ML. O número de dentes por milímetro foi obtido através da divisão do número total de dentes pelo comprimento da fileira.

A tégmina direita dos grilos foi mensurada com um paquímetro, incluindo os seguintes parâmetros:

- Comprimento da tégmina (CT): distância entre o ponto mais proeminente da base da tégmina e o ápice da área apical, medida dorsalmente ao longo da linha mediana;
- Largura da tégmina (LT): linha de maior largura dorsal, passando pela base da harpa;
- Largura do campo dorsal da tégmina (LCD): linha de maior largura;
- Largura do campo lateral da tégmina (LCL): linha de maior largura.

As tégminas foram fotografadas com a câmera digital Sony Cyber DSC-W55 7.2 Mp e posteriormente desenhadas a partir das fotografias impressas.

Para a análise à microscopia eletrônica de varredura da fileira estridulatória, a tégmina direita de um espécime de cada espécie foi fixada em suportes de metal (stub), com auxílio de fita dupla face e em seguida metalizadas com ouro. O material foi observado e fotografado ao Microscópio Eletrônico de Varredura Phillips operado em 12 kV.

Morfometria dos tágmas e apêndices

A morfometria dos tágmas e apêndices foi analisada de acordo com Mello (1992):

- Comprimento do corpo (CC): distância entre a frente e a extremidade posterior da placa supra-anal, medida dorsalmente;
- Comprimento do pronoto (CP): distância entre as margens anterior e posterior, medida dorsalmente ao longo da linha mediana;
- Largura do pronoto (LP): distância entre os pontos mais proeminentes da margem inferior dos lobos laterais, mensurada dorsalmente;
- Largura da cabeça (LC): distância entre as bordas externas (laterais) dos olhos, medida dorsalmente;
- Distância interocular (DIO): a menor distância entre as bordas internas;
- Comprimento do fêmur posterior (CFP): distância entre as extremidades proximal e distal, medida na face externa;
- Comprimento da tíbia posterior (CTP): distância entre as extremidades proximal e distal, medida na face externa.

Morfologia do complexo fállico dos machos;

As genitálias extraídas foram submetidas ao seguinte tratamento:

- a) colocou-se a genitália em um becker imersa em ácido láctico 85%;
- b) aqueceu-se por 13 min;
- c) transferiu-se a genitália para um eppendorf, completar com o ácido láctico aquecido e agitar levemente por 2 min para que ocorra o desprendimento das membranas;
- d) transferiu-se a genitália para um eppendorf com álcool etílico absoluto;
- e) utilizou-se após fixação por 96 horas em álcool etílico absoluto.

Para a confecção dos desenhos, as genitálias foram dispostas em placas de Petri com vidro automotivo triturado embebido em glicerina e observadas ao microscópio estereoscópico com retículo quadriculado na ocular.

As genitálias foram fotografadas com câmera digital Sony Cyber DSC-W55 7.2 Mp em microscópio estereoscópico, sob fundo de contraste azul claro.

Variação intraespecífica no som de chamado

As fêmeas fecundadas na natureza foram acondicionadas individualmente em recipientes de vidro com algodão umedecido, onde foram mantidas por um período de sete dias para a oviposição. Após esse período os algodões com os ovos foram armazenados separadamente em recipientes plásticos com substrato de areia e abrigos de papelão. As fêmeas foram fixadas em álcool 70%.

Os grilos foram alimentados duas vezes por semana com ração para peixes, ração para crescimento de frangos e ração para postura de aves, na proporção de 10 x 45 x 45. Também foi mantido dentro dos recipientes um algodão embebido em água, o qual foi trocado semanalmente. As criações foram mantidas em sala climatizada a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e um fotoperíodo de 12: 12 h (claro: escuro).

As criações com número maior de ninfas foram transferidas para terrários de 50 x 40 x 30 cm (comprimento x largura x altura).

Os machos adultos foram mantidos separadamente para obtenção dos registros sonoros. Esses registros foram realizados em arenas de gravação constituídas de caixas de isopor de 22 x 13 x 18 cm (comprimento x largura x altura) com uma abertura lateral coberta por tela de náilon.

Os sons foram analisados no software Avisoft SasLab Light e CoolEdit Pro. De cada registro sonoro selecionou-se um trecho de 20 s para a análise do número de frases/10 s, quantidade de notas por frase, banda de frequência e frequência dominante.

Resultados

Foram elaborados três capítulos, os quais serão enviados a periódicos científicos.

- ✓ **Capítulo I:** Taxonomia de *Gryllus* Linnaeus, 1758 (Orthoptera, Gryllidae) do extremo sul do Brasil: duas espécies novas e *Gryllus argentinus* Saussure, 1874. Luciano de Pinho Martins e Edison Zefa.
- ✓ **Capítulo II:** Revisão do som de chamado e da fileira estridulatória de *Gryllus* Linnaeus, 1758 (Orthoptera, Gryllidae). Luciano de Pinho Martins e Edison Zefa.
- ✓ **Capítulo III:** Variação intraespecífica no som de chamado de *Gryllus* sp. n.2 (Orthoptera, Gryllidae): implicações taxonômicas. Luciano de Pinho Martins e Edison Zefa.

Capítulo 1

Taxonomia de *Gryllus* Linnaeus, 1758 (Orthoptera, Gryllidae) do extremo sul do Brasil: duas espécies novas e *Gryllus argentinus* Saussure, 1874

Taxonomia de *Gryllus* Linnaeus, 1758 (Orthoptera, Gryllidae) do extremo sul do Brasil: duas espécies novas e *Gryllus argentinus* Saussure, 1874

Luciano de Pinho Martins¹ & Edison Zefa²

¹ Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Departamento de Zoologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

² Departamento de Zoologia e Genética, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, RS.

Resumo

O gênero *Gryllus* Linnaeus, 1758 compreende 78 espécies descritas, ocorrendo na América desde o Canadá até a Argentina, bem como em diversas regiões da África, Europa e Ásia. Existe o registro de ocorrência de 12 espécies na América do Sul, descritas no século XIX, das quais apenas cinco espécies apresentam informações suficientes para a determinação. O objetivo deste trabalho foi retomar o trabalho taxonômico nos *Gryllus* da América do Sul, a partir de uma área restrita do extremo sul do Brasil. Os espécimes foram coletados nas áreas urbanas dos municípios de Pelotas, Capão do Leão e Rio Grande, extremo sul do Brasil, de 2006 a 2008. As coletas foram manuais e orientadas pelos sons de chamado, registrados em gravador Panasonic RR-QR160. Utilizou-se como ferramentas taxonômicas a morfologia corpórea, alar e do complexo fálico, além de análises acústicas e da ultramorfologia da fileira estridulatória. Foram coletados espécimes de três espécies: *Gryllus argentinus* Saussure, 1874 e duas espécies novas. As espécies novas possuem som de chamado distinto de 33 das 78 espécies descritas. A combinação da distribuição geográfica com as características da fileira estridulatória e do complexo fálico foi suficiente para distinguí-las das outras 45 espécies. Em adição às informações da literatura acerca de *G. argentinus*, incluímos a caracterização do complexo fálico, da ultramorfologia da fileira estridulatória, além de dados morfométricos dos tágmas corporais e apêndices.

Palavras chaves: Inseto. Grilo. Bioacústica. Genitália. *Pars stridens*.

Abstract

The genus *Gryllus* Linnaeus, 1758 includes 78 described species, occurring in America from Canada to Argentina, as well as in several areas of Africa, Europe and Asia. There are 12 species in South America described in nineteenth century and only five species have enough information for the determination. The aim of this work was to study the taxonomy of *Gryllus* species from a restricted area of Southern Brazil. Specimens were collected between 2006 and 2008 in urban areas of the cities of Pelotas, Capão do Leão and Rio Grande, Southern Brazil. The calling songs were registered in tape recorder Panasonic RR-QR160. It was analyzed phallic sclerites, tegmen and body morphometry, as well as calling song and stridulatory file ultramorphology. Specimens of three different species were collected: *Gryllus argentinus* Saussure, 1874 and two new species, these ones with calling songs different from 33 of the 78 described species. Combination of geographical distribution with stridulatory file and phallic complex features distinguish them of the 45 remaining species. We also improve *Gryllus argentinus*' taxonomy with phallic sclerites features, stridulatory file ultramorphology, besides body and tegmen morphometry.

Key words: Insect. Cricket. Bioacoustic. Genitalia. *Pars stridens*.

Introdução

O gênero *Gryllus* Linnaeus, 1758 inclui 78 espécies descritas, distribuídas mundialmente (EADES; OTTE, 2008) e caracterizadas pela taxonomia confusa, gerada por diferentes critérios e baseada em amostragens reduzidas.

A classificação das espécies norte americanas de *Gryllus* encontra-se mais estável, devido os trabalhos pioneiros de Fulton (1952) que analisou o significado do comportamento acústico no contexto taxonômico. Este trabalho serviu como base para os estudos de Alexander (1957), Alexander e Bigelow (1960), Walker (1974; 2001), Weissman et al. (1980) e Cade e Otte (2000), que contribuíram para gerar essa estabilidade.

Na África, os grilos atingiram uma situação taxonômica razoável devido os trabalhos de Daniel Otte e seus colaboradores (OTTE; CADE, 1984; OTTE, 1987; OTTE et al., 1988). Também encontra-se em evidência o trabalho de Otte e Peck (1997) nas Ilhas Galápagos, no qual sete espécies foram descritas.

Na América do Sul há registros de ocorrência de 12 espécies de *Gryllus* (WALKER, 1869; SAUSSURE, 1874; 1877; EADES; OTTE, 2008), todas descritas no final do século XIX, sendo que sete dessas permanecem com informações insuficientes, o que não permite sua correta determinação. Os catálogos e sinopses estão desatualizados e alguns deles foram elaborados a partir de espécimes de museus, baseados na morfologia externa, a qual não varia muito entre as espécies. Portanto, a situação taxonômica de grande parte dos *Gryllus* sul-americanos permanece obscura.

Apenas cinco espécies com ocorrência na América do Sul apresentam informações suficientes para uma determinação apropriada, são elas: *Gryllus capitatus* Saussure, 1874, *Gryllus argentinus* Saussure, 1874 e *Gryllus peruviansis* Saussure, 1874 que possuem os sons de chamado caracterizados e são restritas ao território sul-americano (LEROY, 1966), sendo que as duas últimas também possuem informações sobre a fileira estridulatória (CORBEL, 1963), além de *Gryllus assimilis* (Fabricius, 1775), com distribuição ainda confusa, mas presente ao menos nos Estados Unidos, México, Jamaica e Brasil (ALEXANDER; WALKER, 1962; WEISSMAN et al., 1980) e *Gryllus bimaculatus* De Geer, 1773, amplamente distribuída na África, Europa e Ásia (WALKER, 1869; OTTE; CADE, 1984; ALEXANDER, 1991) que apresentam inúmeros trabalhos abordando a bioacústica e

a morfometria das tégminas (*G. assimilis*, ALEXANDER; WALKER, 1962; NICKLE, WALKER, 1974; WEISSMAN et al., 1980; *G. bimaculatus*, LEROY, 1966; OTTE; CADE, 1984; OTTE et al., 1988).

A bioacústica é uma ferramenta fundamental na taxonomia dos grilos (WEISSMAN et al., 1980). As diferenças nos sinais acústicos atuam como mecanismos de isolamento reprodutivo, conseqüentemente, as variações nas características do som de chamado permitem a identificação inicial da maior parte das espécies crípticas, visto que espécies que estridulam em simpatria e sincronia possuem sons de chamado distintos (WALKER, 1964; ALEXANDER, 1967).

A combinação entre as características do som de chamado e da fileira estridulatória é apropriada para identificar os machos de diferentes espécies de *Gryllus*, sendo as fêmeas identificadas por associação a eles (WEISSMAN et al., 1980). A morfologia do complexo fálico como carater diagnóstico específico em *Gryllus* é controversa, sendo importante para a distinção entre algumas espécies (OTTE; CADE, 1984; OTTE et al., 1988) e irrelevante para outras (WEISSMAN et al., 1980).

Considerando-se a complexidade taxonômica do gênero e a eficiência do som de chamado na determinação das espécies de Grylloidea, apenas 29 espécies de *Gryllus* possuem este carater analisado (ALEXANDER, 1957; 1961; ALEXANDER; WALKER, 1962; LEROY, 1966; 1979; WEISSMAN et al., 1980; OTTE; CADE, 1984; OTTE, 1987; OTTE et al., 1988; OTTE; PECK, 1997; WALKER, 1998; 2001; CADE; OTTE, 2000; JANG; GERHARDT, 2006) e quatro espécies apresentam apenas os arquivos de sons de chamado disponíveis em endereços eletrônicos (RIEDE et al., 2008; WALKER; MOORE, 2008).

Os grilos sul-americanos precisam ser analisados taxonomicamente através do enfoque abordado pelos pesquisadores norte-americanos, sendo necessário um intenso trabalho de coleta, determinação, descrição e redescrção, considerando a morfologia corpórea e alar aliadas ao som de chamado e à fileira estridulatória.

No presente estudo foram descritas duas novas espécies de grilos do extremo sul do Brasil, com destaque ao som de chamado, ultramorfologia e morfometria da fileira estridulatória e morfologia do complexo fálico. Esses elementos também foram caracterizados em *G. argentinus*.

Material e métodos

Os espécimes foram coletados nas áreas urbanas dos municípios de Pelotas, Rio Grande e no campus da UFPel, no extremo sul do Brasil, entre as coordenadas 31° 48' e 31° 49' S e 52° 23' e 52° 25' O, entre agosto e março de 2006 a 2008, através de coletas casuais.

As coletas foram noturnas e manuais, orientadas através dos sons de chamado emitidos pelos grilos e registrados em gravador digital Panasonic RR-QR160 no campo ou no laboratório.

Adotou-se a seguinte terminologia para as características sonoras:

- Ciclo sonoro (ciclo de som): som produzido pelo estímulo de um dente da fileira estridulatória (*cycle of sound* segundo BENNET-CARK, 1989; *sine waves* de acordo com WALKER; CARLYSLE, 1975; *oscillations élémentaires* segundo LEROY, 1966);
- Nota: conjunto de ciclos sonoros produzidos durante um movimento de fechamento das tégminas (*syllable* segundo BENNET-CARK, 1989; DOHERTY, 1985; *phonatome* de acordo com LEROY, 1966; 1979; *pulse* de acordo com WALKER; CARLYSLE, 1975; FORREST, 1982; OTTE; CADE, 1984; DOHERTY, 1985; OTTE, 1987; SIMMONS, 1988; BENNET-CARK, 1989; DESUTTER-GRANDCOLAS, 1998; JANG; GERHARDT, 2006);
- Duração da nota: período entre o primeiro ciclo de som e o último de uma determinada nota (*pulse duration* segundo BENNET-CARK, 1989; JANG; GERHARDT, 2006; *syllable duration* de acordo com DOHERTY, 1985; BENNET-CARK, 1989);
- Período da nota: período entre o primeiro ciclo sonoro da nota ao primeiro ciclo sonoro da nota subsequente (*pulse period* segundo OTTE; PECK, 1997);
- Frase: grupo de notas (*chirp* de acordo com OTTE; CADE, 1984; DOHERTY, 1985; OTTE, 1987; SIMMONS, 1988; DESUTTER-GRANDCOLAS, 1998; JANG; GERHARDT, 2006);
- Freqüência dominante: freqüência com intensidade máxima (*carrier frequency* segundo WALKER; CARLYSLE, 1975; BENNET-CARK, 1989; JANG; GERHARDT, 2006; *dominant frequency* segundo DOHERTY, 1985; BENNET-CARK, 1989; SIMMONS; RITCHIE, 1996);

- Banda de freqüência: banda compreendida entre a freqüência mais baixa e a mais alta em um sonograma (*frequency band* segundo DESUTTER-GRANDCOLAS, 1998; *maximum frequency* mais *minimum frequency* de SIMMONS, 1988).

Os sons de chamado foram digitalizados a 22,05 kHz no software Avisoft SasLab Light. Selecionou-se um trecho de 10 s para a análise do número de frases (dois períodos de 10 s por som de chamado), número de notas por frase, duração das frases, banda de freqüência e freqüência dominante (obtida no software Cool Edit Pro). Para a obtenção da duração das notas e do número de ciclos sonoros foram selecionadas, aleatoriamente, três frases por oscilograma.

As características do som de chamado que inclui o intervalo mudo (dependente da temperatura), como duração das frases e taxa de notas e frases, foram analisados em sons registrados entre 24 e 26°C. A taxa de notas foi mensurada a partir do período da nota, sendo calculado o número de períodos no intervalo de um segundo.

A tégmina direita de cada espécime foi disposta entre lâmina e lamínula para contagem do número de dentes da fileira estridulatória em microscópio óptico. No processo de contagem foram considerados todos os dentes, inclusive aqueles com morfologia e distribuição irregular presentes nas extremidades da fileira. O número de ciclos sonoros obtido em cada oscilograma foi relacionado ao número de dentes da fileira estridulatória do mesmo espécime. Os indivíduos foram devidamente etiquetados e fixados em álcool 70%. Os holótipos e os parátipos serão depositados no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) e alguns parátipos serão enviados à *Academy of Natural Sciences of Philadelphia* (ANSP) e a coleção do Departamento de Zoologia da UNESP, Campus de Botucatu, São Paulo, Brasil. Arquivos dos sons de chamado de cada espécie serão enviados à base de dados do *Orthoptera Species File Online* (EADES; OTTE, 2008) para serem disponibilizados juntamente com os arquivos de imagem.

A extensão da fileira estridulatória foi mensurada em microscópio óptico com captura de imagens, utilizando o software Motic® Images Plus 2.0 ML.

A morfometria da tégmina direita e dos tágmas corporais foram realizadas com paquímetro, considerando-se como mensurações: comprimento da tégmina (CT), largura da tégmina (LT), largura do campo dorsal da tégmina (LCD), largura do campo lateral da tégmina (LCL), comprimento do corpo (CC), comprimento do pronoto (CP), largura do pronoto (LP), largura da cabeça (LC), distância interocular

(DIO), comprimento do fêmur posterior (CFP) e comprimento da tíbia posterior (CTP).

As genitálias foram submetidas ao ácido láctico 85% aquecido por 13 min; transferidas a eppendorfs com o ácido láctico aquecido para agitação por 2 min, facilitando o desprendimento das membranas, e armazenadas em eppendorf com álcool etílico absoluto por período mínimo de 96 h antes da manipulação. Foram extraídas duas genitálias de cada uma das espécies.

As genitálias foram desenhadas e fotografadas em microscópio estereoscópico, sendo os desenhos feitos com um retículo acoplado à ocular. As fotografias foram realizadas com câmera digital Sony Cyber DSC-W55 7.2 Mp, diretamente das oculares do microscópio estereoscópico, sendo as peças submersas em glicerina em placas de Petri com fundo azul claro. Adotou-se a terminologia proposta por Desutter (1987) com as correções realizadas por Desutter-Grandcolas (2003).

Para a análise à microscopia eletrônica de varredura, foi extraída a tégmina direita de um espécime de cada espécie, as quais foram fixadas em suportes de metal (stub), com auxílio de fita dupla face e em seguida metalizadas com ouro. A fileira estridulatória foi fotografada ao Microscópio Eletrônico de Varredura Phillips operado em 12 kV.

Resultados

***Gryllus argentinus* Saussure, 1874**

(Figs. 1A, 1B, 2A, 3A, 3B, 4, 5A, 6A, 7A, 8A, 9A, 10A, 11A e 12A; Tabs. 1, 2, 3, 4 e 5)
Gryllus argentinus Saussure, 1874. Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique centrale, 6^e partie: études sur les myriapodes et les insectes, p.399. Localidade tipo: República da Argentina, Buenos Aires, Bahia Blanca, Rio Negro. Diversos sítipos (♂, ♀), *Muséum d'histoire naturelle, Genève*, fotos enviadas pelo curador da coleção Dr. Peter J. Schwendinger.

Tágmas e apêndices

Mensurações (em mm, n = 15, Tab.1) - média ± desvio padrão (amplitude de variação):
CC: 24,76 ± 2,04 (22,25 - 28,15); CP: 4,34 ± 0,33 (3,8 - 4,75); LP: 5,89 ± 0,52 (5 - 6,8);

LC: $6,12 \pm 0,54$ (5 - 6,75); DIO: $3,53 \pm 0,29$ (3,05 - 3,85); CFP: $12,26 \pm 0,66$ (11,1 - 13,05); CTP: $9,56 \pm 0,56$ (8,7 - 10,50). Tíbia metatorácica direita com seis ou sete espinhos subapicais e três esporas apicais na face externa, quatro a seis espinhos subapicais e três esporas apicais na face interna. Tíbia metatorácica esquerda com seis ou sete espinhos subapicais e três esporas apicais na face externa e cinco ou seis espinhos subapicais e três esporas apicais na face interna. As cerdas e as esporas da face interna de ambas as pernas são mais longas comparadas as da face externa. Coloração conforme Figura 1A e 1B.

Som de chamado

Frases contendo duas notas (Tab. 2; Fig. 2A) e frequência dominante de 4,9 kHz, com banda de frequência entre 4 e 5,7 kHz (Tab. 3). É freqüente a presença de pequenos agrupamentos de ciclos sonoros precedendo as duas notas principais (Fig. 3A, setas). Cada nota principal tem média de duração de 0,032 s (Tab. 2) e 155 ciclos sonoros (Tab. 3) e os agrupamentos de ciclos sonoros apresentam banda de frequência estreita e duração bastante breve, média de $0,004 \pm 0,002$ s (0,002 - 0,014; n = 50) e de $18 \pm 10,03$ ciclos sonoros (7 - 48; n = 50). Um espécime emitiu frases com três notas, sendo a duração das frases de $0,090 \pm 0,002$ s (0,087 - 0,093; n = 12) e a primeira nota de cada frase com banda de frequência mais estreita que as demais, além de apresentar duração mais breve (Fig. 3B, setas), média de $0,011 \pm 0,003$ s (0,009 - 0,014; n = 3) e $40 \pm 6,7$ ciclos sonoros (36 - 48, n = 3). As frases com duas notas apresentam duração média de 0,089 s (Tab. 2). O intervalo entre as notas tem duração média de 0,023 s e entre as frases em média de 0,446 s (Tab. 2). São emitidas em média 19,14 notas/s e 19 frases a cada 10 s (Tab. 3) (equivalente a 114 frases/min, de 72 a 162). Cada nota possui o número de ciclos sonoros produzidos por cerca de 82% (76 - 88, n = 9) dos dentes da fileira estridulatória.

Tégminas

Mensurações (em mm, n = 15, Tab.4) - média \pm desvio padrão (amplitude de variação): CT: $15,46 \pm 0,88$ (13,55 - 16,6); LT: $9,21 \pm 0,55$ (8,2 - 9,9); LCD: $5,77 \pm 0,39$ (5,05 a 6,35); LCL: $3,44 \pm 0,31$ (2,9 - 3,95). Fileira estridulatória (n = 15, Tab.5), média \pm desvio padrão (amplitude de variação) - Comprimento da fileira: $4,65 \pm 0,28$ mm (4,16 - 5,10); número de dentes: $187 \pm 13,34$ (159 - 205); número de dentes por milímetro:

40,33 ± 2,24 (36,51 - 45,64). Harpa com três a cinco nervuras cruzadas (ver Fig. 4). As tégminas são bastante esclerotizadas e possuem aspecto ovalado (Fig. 5A). Os dentes são lamelares, inclinados e com prolongamentos aliformes (Fig. 6A).

Asas metatorácicas

Ocorrem tanto indivíduos com asas curtas escondidas sob as tégminas (micrópteros), como espécimes com asas longas que ultrapassam o ápice do abdome, tornando-se evidentes além das tégminas (macrópteros).

Complexo fálico

Conforme Figuras 7A, 8A, 9A, 10A, 11A e 12A.

Material examinado

1♂ 01CL, Brasil, RS, Capão do Leão, Campus Universidade Federal de Pelotas, 18.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 2♂ 01RGCAS e 02RGCAS, Brasil, RS, Rio Grande, bairro Cassino (Dunas), 07.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 12RGCN, Brasil, RS, Rio Grande, bairro Cidade Nova, 20.ii.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 90RGCN, Brasil, RS, Rio Grande, bairro Cidade Nova, 16.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 02PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 16.i.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 15PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 07.ii.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 17PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 08.ii.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 25PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 27.ii.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 45 PELCE, Brasil, RS, Capão do Leão, Campus Universidade Federal de Pelotas, 14.iii.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 81PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 11.ii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 86PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 27.ii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 103PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 09.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 107PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 11.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 01RGPN, Brasil, RS, Rio Grande, vila do Povo Novo (Arraial), 28.i.2007;

***Gryllus* sp. n.1**

(Figs. 1C, 1D, 2B, 4, 5B, 6B, 7B, 8B, 9B, 10B, 11B, 12B e 13; Tabs. 1, 2, 3, 4 e 5)

Holótipo – macho, 06PELCE, Brasil, Rio Grande do Sul, Pelotas, bairro Centro (Condomínio Jardins do Sul), 31° 46' 50" S e 52° 20' 37" O, 17.i.2007 (Martins, L. P.

leg.). Mensurações (em mm): tágmas e apêndices - CC: 24,30; CP: 3,85; LP: 5,40; LC: 5,60; DIO: 3,30; CFP: 11,10; CTP: 8,20; tégmina direita - CT: 12,40; LT: 7,05; LCD: 4,20; LCL: 2,85; comprimento da fileira estridulatória: 3,29; número de dentes da fileira: 130; número de dentes por milímetro: 39,51. Tégminas retiradas.

Tágmas e apêndices

Mensurações (em mm, n = 8, Tab.1) - média \pm desvio padrão (amplitude de variação): CC: $21,2 \pm 2,43$ (17,15 - 24,3); CP: $3,76 \pm 0,23$ (3,45 - 4,05); LP: $5,23 \pm 0,39$ (4,55 - 5,9); LC: $5,39 \pm 0,27$ (5,00 - 5,8); DIO: $3,24 \pm 0,25$ (2,9 - 3,7); CFP: $10,76 \pm 0,86$ (9,45 - 12,25); CTP: $8,25 \pm 0,55$ (7,55 - 9,2). Tíbia metatorácica direita com seis ou sete espinhos subapicais e três esporas apicais na face externa; quatro a seis espinhos subapicais e três esporas apicais na face interna; tíbia metatorácica esquerda com seis ou sete espinhos subapicais e três esporas apicais na face externa; quatro a seis espinhos subapicais e três esporas apicais na face interna. As cerdas e as esporas da face interna de ambas as pernas são mais longas comparadas as da face externa. Coloração conforme Figura 1C e 1D.

Som de chamado

Frases com cinco, seis ou cinco e seis notas (Tab. 2, Fig. 2B), freqüência dominante de 4,1 kHz, com banda de freqüência entre 3,1 e 4,9 kHz (Tab. 3). O som de chamado apresenta pouca variação estrutural, apenas um espécime emitiu uma frase com três e outra com quatro notas. Algumas frases possuem um pequeno agrupamento de ciclos sonoros antecedendo as notas (Fig. 13, setas). Estes agrupamentos são bem menos evidentes do que em *G. argentinus* (Fig. 3A). As notas têm média de 0,023 s (Tab. 2) e 96 ciclos sonoros (Tab. 3), sendo a primeira nota a de menor duração com média de $0,018 \pm 0,001$ s (0,016 - 0,022; n = 15). A duração das frases com cinco notas é de $0,179 \pm 0,002$ s (0,176 - 0,181; n = 4; a 22,8°C) e de seis notas é de $0,198 \pm 0,001$ s (0,195 - 0,200; n = 18) (Tab. 2 - duração geral das frases). O intervalo entre as notas tem duração média de 0,012 s e entre as frases média de 0,376 s (Tab. 2). São emitidas 24,39 notas/s (n = 1) e 18 frases a cada 10 s (n = 1, equivalente a 108 frases/min). Cada nota possui o número de ciclos sonoros produzidos por cerca de 70% (68 – 74, n=9) dos dentes da fileira estridulatória.

Tégmina

Mensurações (em mm, n = 8, Tab. 4) - média \pm desvio padrão (amplitude de variação): CT: $12,02 \pm 1,12$ (10,45 - 13,95); LT: $7,06 \pm 0,32$ (6,6 - 7,65); LCD: $4,26 \pm 0,15$ (4,05 - 4,45); LCL: $2,79 \pm 0,19$ (2,55 - 3,2). Fileira estridulatória (n=8, Tab.5), média \pm desvio padrão (amplitude de variação) - Comprimento da fileira: $3,31 \pm 0,25$ mm (3,01 - 3,81); número de dentes: $137 \pm 7,30$ (128 - 148); número de dentes por milímetro: $41,51 \pm 2,61$ (39,09 - 45,54). Harpa com três a seis nervuras cruzadas (ver Fig. 4). As tégminas são menos esclerotizadas (Fig. 5B) quando comparadas à *G. argentinus*. Os dentes são lamelares, inclinados e com prolongamentos aliformes (Fig. 6b).

Asas metatorácicas

Micrópteros, com as asas metatorácicas não atingindo o ápice do abdome e totalmente ocultas pelas tégminas.

Complexo fálico

Conforme Figuras 7B, 8B, 9B, 10B, 11B e 12B.

Diagnose para as espécies sul-americanas de *Gryllus*

A combinação das seguintes características: som de chamado com cinco ou seis notas por frase, frequência dominante entre 3,8 e 4,3 kHz, duração das frases maior do que 0,15 s e das notas entre 0,016 e 0,030 s, comprimento das tégminas de 10,45 a 13,95 mm, micrópteros com as asas maiores que 5 mm, comprimento da fileira estridulatória entre 3,01 e 3,81 mm e menos de 150 dentes.

Material examinado

Parátipos: 2♂ 01RGCN e 02RGCN, Brasil, RS, Rio Grande, bairro Cidade Nova (Praça Saraiva), 12.i.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 03RGCN, Brasil, RS, Rio Grande, bairro Cidade Nova (Praça Saraiva), 15.i.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 14 PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro (Cond. Jardins do Sul), 06.ii.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 106luc, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro (Cond. Jardins do Sul), 08.viii.2006 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 08DA, Brasil, RS, Capão do Leão, Campus Universidade Federal de Pelotas, 08.xi.2007 (Zefa, E. *leg.*); 1♂ 10DA, Brasil, RS, Capão do Leão, Campus Universidade Federal de Pelotas, 23.X.2007 (Zefa, E. *leg.*).

***Gryllus* sp. n.2**

(Figs. 1E, 1F, 2C, 4, 5C, 6C, 7C, 8C, 9C, 10C, 11C e 12C; Tabs. 1, 2, 3, 4 e 5)

Holótipo – macho, 04RGCN, Brasil, RS, Rio Grande, bairro Cidade Nova, 32° 02' 09" S 52° 06' 35" O, 15.i.2007 (Martins, L. P. *leg.*). Mensurações (em mm): tágmas e apêndices - CC: 26,40; CP: 4,50; LP: 6,00; LC: 6,10; DIO: 3,60; CFP: 12,40; CTP: 9,65; tégmina direita - CT: 16,50; LT: 8,40; LCD: 5,00; LCL: 3,40; comprimento da fileira estridulatória: 3,40 mm; número de dentes: 137; número de dentes por milímetro: 40,29. Tégmina direita retirada.

Tágmas e apêndices

Mensurações (em mm, n = 51, Tab. 1) - média ± desvio padrão (amplitude de variação): CC: 24,87 ± 1,91 (19,85 - 28,7); CP: 4,40 ± 0,30 (3,6 - 5,0); LP: 5,89 ± 0,52 (5,00 - 6,8); LC: 6,09 ± 0,39 (4,95 - 7,1); DIO: 3,51 ± 0,25 (2,9 - 4,15); CFP (n = 50): 12,62 ± 0,72 (10,35 - 14,15); CTP (n = 50): 9,83 ± 0,64 (8,15 - 11,2). Tíbia metatorácica direita com seis a oito espinhos subapicais e três esporas apicais na face externa; cinco ou seis espinhos subapicais e três esporas apicais na face interna; tíbia metatorácica esquerda com seis ou sete espinhos subapicais e três esporas apicais na face externa; cinco ou seis espinhos subapicais e três esporas apicais na face interna. As cerdas e as esporas da face interna de ambas as pernas são mais longas comparadas as da face externa. Coloração conforme Figura 1E e 1F.

Som de chamado

Frases contendo entre 13 e 21 notas (Tab. 2, Fig. 2C), sendo a combinação do número de notas por frase bastante variável entre os espécimes. A emissão de frases com 14, 15, 16, 17 e 18 notas é a mais comum, totalizando 87,8% das 368 frases analisadas. Freqüência dominante de 4 kHz e banda de freqüência entre 3 e 5,1 kHz (Tab. 3). As notas têm duração média de 0,008 s (Tab. 2) e 32 ciclos sonoros (Tab. 3). Algumas frases possuem um pequeno agrupamento de ciclos sonoros antecedendo as notas, o qual é quase imperceptível em sonogramas, sendo melhor visualizado em oscilogramas (Fig. 14A e B). Estes agrupamentos são menos evidentes do que os de *Gryllus* sp. n.1 e *G. argentinus*, muitas vezes podendo ser confundidos com o início da primeira nota. A duração das frases com 13, 14, 15, 16, 17 e 18 notas é

respectivamente $0,121 \pm 0,001$ s (0,120 - 0,123; n = 4), $0,137 \pm 0,008$ s (0,129 - 0,149; n = 23), $0,154 \pm 0,006$ s (0,141 - 0,161; n = 38), $0,162 \pm 0,005$ s (0,151 - 0,168; n = 45), $0,179 \pm 0,017$ s (0,157 - 0,194; n = 19) e $0,182 \pm 0,017$ s (0,169 - 0,205; n = 13) (Tab. 2 - duração geral das frases). A duração do intervalo entre as notas é em média de 0,002 s e entre as frases de 0,584 s (Tab. 2). São emitidas em média 26,30 notas/s e 12,41 frases a cada 10 s (Tab. 3) (equivalente a 75 frases/min, de 36 a 120). Cada nota possui o número de ciclos sonoros produzidos por cerca de 27% (21 – 29, n = 6) dos dentes da fileira estridulatória.

Tégmina

Mensurações (em mm, n=51, Tab.4) - média \pm desvio padrão (amplitude de variação): CT: $16,02 \pm 0,81$ (14,45 - 17,7); LT: $8,16 \pm 0,42$ (7,2 - 8,9); LCD: $4,94 \pm 0,25$ (4,5 - 5,5); LCL: $3,22 \pm 0,25$ (2,5 - 3,65). Fileira estridulatória (n=51, Tab.5), média \pm desvio padrão (amplitude de variação) - Comprimento da fileira: $3,42 \pm 0,21$ mm (2,96 - 3,88); número de dentes: $131 \pm 8,3$ (114 - 148); número de dentes por milímetro: $38,46 \pm 2,31$ (33,61 - 43,63). Harpa com três a cinco nervuras cruzadas (ver Fig. 4). As tégminas são tão esclerotinizadas quanto em *G. argentinus*, porém mais alongadas e estreitas (Fig. 5C). Os dentes são lamelares, inclinados e com prolongamentos aliformes (Fig. 6C).

Asas metatorácicas

Macrópteros, com as asas ultrapassando o ápice do abdome.

Complexo fálico

Conforme Figuras 7C, 8C, 9C, 10C, 11C e 12C.

Diagnose entre as espécies sulamericanas de *Gryllus*

A combinação das seguintes características: som de chamado com 13 a 21 notas por frase, frequência dominante entre 3,7 e 4,3 kHz, duração das frases entre 0,129 e 0,205 s (13 a 18 notas) e das notas entre 0,004 e 0,011 s, comprimento das tégminas de 14,45 a 17,7 mm, macrópteros, comprimento da fileira estridulatória entre 2,96 e 3,88 mm e menos de 150 dentes.

Material examinado

Parátipos: 1♂ 03PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 16.i.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 04PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 17.i.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 05PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 17.i.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 3♂ 07PELCE, 08PELCE e 11PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 23.i.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 3♂ 10RGCN, 13RGCN e 14RGCN, Brasil, RS, Rio Grande, bairro Cidade Nova, 20.ii.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 3♂ 18PELCE, 19PELCE e 22PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 09.ii.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 3♂ 23PELCE, 27PELCE e 28PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 27.ii.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 29PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 28.ii.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 35PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 12.iii.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 36PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 13.iii.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 40RGCN, Brasil, RS, Rio Grande, bairro Cidade Nova, 23.Xii.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 41PELCE, Brasil, RS, Capão do Leão, Campus Universidade Federal de Pelotas, 14.iii.2007 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 50RGCN, Brasil, RS, Rio Grande, bairro Cidade Nova, 02.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 2♂ 70PELCE e 71PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 22.i.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 3♂ 72PELCE, 73PELCE e 74PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 06.ii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 75PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 07.ii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 2♂ 82PELCE e 83PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 11.ii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 2♂ 84PELCE, 85PELCE e 87PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 27.ii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 4♂ 90PELCE, 98PELCE, 104PELCE e 120PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 06.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 91RGCN, Brasil, RS, Rio Grande, bairro Cidade Nova, 16.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 94PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 04.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 04.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 102PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 09.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 105LUC, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 04.Viii.2006 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 107LUC, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 08.Viii.2006 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 108PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 07.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 121PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 14.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1♂ 122PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 05.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 2♂ 123PELCE e 124PELCE, Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 19.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 3♂ 134PELCE, 135PELCE e 136PELCE,

Brasil, RS, Pelotas, bairro Centro, 20.iii.2008 (Martins, L. P. *leg.*); 1 ♂ 01DA, Brasil, RS, Capão do Leão, Campus Universidade Federal de Pelotas, 23.X.2007 (Zefa, E. *leg.*).

Discussão

Os sons de chamado das espécies de *Gryllus* apresentam grande diversidade de ritmos (ALEXANDER, 1957; 1961; ALEXANDER; WALKER, 1962; LEROY, 1966; 1979; WEISSMAN et al., 1980; OTTE; CADE, 1984; OTTE, 1987; OTTE et al., 1988; OTTE; PECK, 1997; WALKER, 1998; 2001; CADE; OTTE, 2000; JANG; GERHARDT, 2006; RIEDE et al., 2008; WALKER; MOORE, 2008). A maioria das espécies emite frases (*chirps*) e somente *G. cohni* Weissman, 1980, *G. rubens* Scudder, 1902 e *G. texensis* Cade e Otte, 2000 emitem *trills* (WEISSMAN et al., 1980; ALEXANDER, 1961; CADE; OTTE, 2000). Segundo Alexander (1962) e Otte (1992) os *trills* representam a condição menos derivada dentre os Grylloidea.

Algumas espécies, tais como *G. bimaculatus* (LEROY, 1966; OTTE; CADE, 1984; RIEDE et al., 2008) e *G. campestris* Linnaeus, 1758 (LEROY, 1966; RIEDE et al., 2008) emitem frases em um padrão temporal uniforme e com número de notas quase constante. Por outro lado, *G. Isabela* Otte e Peck, 1997 e *G. galapageius* Scudder, 1893 (OTTE; PECK, 1997) possuem sons de chamados bastante complexos, com frases constituídas por diferentes quantidades de notas emitidas em ritmos distintos.

A característica que garante maior segurança na determinação das três espécies do extremo sul do Brasil é o som de chamado. Considerando apenas o número de notas por frase é possível determinar qualquer indivíduo coletado na região. *Gryllus* sp. n.1 possui sons com cinco ou seis notas/frase, *G. argentinus* duas (raramente três) notas/frase e nos espécimes de *Gryllus* sp. n.2 ocorre variação de 13 a 21. Variação no número de notas por frase com tal magnitude foi encontrada somente em *G. galapageius* (OTTE; PECK, 1997) que estridula frases com duas a 16 notas.

A composição das frases contendo a primeira nota com duração mais reduzida não é particular de *Gryllus* sp. n.1, ocorrendo também em *G. bellicosus* Otte e Cade, 1984, *G. rixator* Otte e Cade, 1984 (OTTE; CADE, 1984), *G. brevicaudus* Weissman, Rentz e Alexander, 1980, *G. pennsylvanicus* Burmeister, 1838, *G. vocalis* Scudder, 1901 (WEISSMAN et al., 1980), *G. campestris* (LEROY,

1966), *G. alogus* Rehn, 1902, *G. assimilis*, *G. fultoni* (Alexander, 1957), *G. personatus* Uhler, 1864, *G. veletis* (Alexander e Bigelow, 1960) (WALKER; MOORE, 2008), *G. chappuisi* (Chopard, 1938), *G. meruensis* Sjöstedt, 1909 (RIEDE et al., 2008), *G. firmus* Scudder, 1902 (ALEXANDER, 1961; LEROY, 1966), *G. vernalis* Blatchley, 1920 (ALEXANDER, 1957) e *G. peruviansis* (LEROY, 1966), representando mais de 50% das espécies congêneres que emitem sons em frases.

Além de *G. argentinus*, outras cinco espécies congêneres possuem sons de chamado em frases predominantemente com duas notas. *G. meruensis* e *G. chappuisi* da África diferem de *G. argentinus* pela emissão de frases agrupadas em um padrão bastante característico (RIEDE et al., 2008; MARTINS; ZEFA, em preparação), além de possuírem menor quantidade de dentes na fileira (*G. meruensis* 102 e *G. chappuisi* 126 dentes, OTTE; CADE, 1984). *G. abditus* Otte e Peck, 1997, das Ilhas Galápagos, possui número de dentes semelhante a *G. argentinus*, porém com notas muito breves. *G. alogus* ocorrente no sudoeste dos Estados Unidos possui um padrão de som de chamado muito parecido ao de *G. argentinus*, inclusive com um pequeno agrupamento de ciclos sonoros precedendo as notas principais. No entanto, *G. alogus* difere de *G. argentinus* por possuir a primeira, das duas principais, com duração mais breve e banda de frequência menor (WALKER; MOORE, 2008; MARTINS; ZEFA, em preparação). *G. vocalis* emite sons com duas ou três notas (às vezes quatro), sendo a primeira mais breve em duração e com banda de frequência mais estreita que as demais. Além disso, a fileira estridulatória é menor e possui menor quantidade de dentes do que *G. argentinus* (WEISSMAN et al., 1980).

Cinco espécies de *Gryllus* emitem frases com cinco ou seis notas por frase, como ocorre em *Gryllus* sp. n.1. *G. rixator* do continente africano possui frases separadas em duas seções, a primeira com três ou quatro notas e a segunda com duas notas (OTTE; CADE, 1984). *G. bellicosus* também ocorre no continente africano e emite sons de chamado com quatro, cinco ou seis notas por frase e frequência dominante entre 3,1 e 3,3 kHz (OTTE; CADE, 1984). *G. personatus* da América do Norte estridula sons com quatro, cinco ou seis notas por frase, sendo que as notas e as frases são bastante breves; notas com 0,013 s e frases variando de 0,080 a 0,108 s (WALKER; MOORE, 2008; MARTINS; ZEFA, em preparação). *G. brevicaudus* da América do Norte difere de *Gryllus* sp. n.1 no padrão geral do som de chamado e da fileira estridulatória e emite sons com quatro ou cinco notas por

frase (de três a seis), fileira com 2,7 mm de comprimento (2,2 a 3,3 mm), 122 dentes (110 a 135) (WEISSMAN et al., 1980), frequência dominante de 5,1 kHz e banda de frequência ampla, entre 4 e 6,4 kHz (WALKER; MOORE, 2008; MARTINS; ZEFA, em preparação). *G. peruviansis* estridula com variação de três a sete notas por frase (geralmente cinco) e banda de frequência entre 2 e 3 kHz (LEROY, 1966), ocorrendo também modulação em notas, num padrão em que a banda de frequência aumenta gradualmente ao longo da frase.

Apenas *G. assimilis* e *G. galapageius*, além de *Gryllus* sp. n.2, emitem sons com mais de 10 notas por frase. *G. galapageius* das Ilhas Galápagos possui som de chamado bastante complexo, sendo as frases constituídas de duas a 16 notas (OTTE; PECK, 1997).

A taxonomia de *G. assimilis* permanece obscura, apresentando oito ou nove notas por frase e 105 a 124 dentes nos espécimes do leste dos Estados Unidos (ALEXANDER; WALKER, 1962) e 11 a 17 notas por frase e 106 a 143 dentes nos espécimes do oeste da América do Norte (WEISSMAN et al., 1980).

Embora *Gryllus* sp. n.2 possua número de notas por frase, taxa de notas, número de dentes e comprimento da fileira estridulatória semelhantes aos espécimes analisados por Weissman et al. (1980), esta espécie difere bastante da caracterização morfológica usual de *G. assimilis* (ALEXANDER; WALKER, 1962; NICKLE; WALKER, 1974). Há a possibilidade dos espécimes analisados por Weissman et al. (1980) não pertencerem a *G. assimilis*, mas sim à *Gryllus* sp. n.1 ou a outro táxon. De qualquer maneira são necessários mais estudos com os espécimes que ocorrem no oeste da América do Norte, na tentativa de tornar a taxonomia de *G. assimilis* menos confusa.

O som de chamado das duas espécies novas difere das outras 33 espécies de *Gryllus* que possuem caracterizações sonoras na literatura ou arquivos de som disponibilizados em endereços eletrônicos (ALEXANDER, 1957; 1961; ALEXANDER; WALKER, 1962; LEROY, 1966; 1979; WEISSMAN et al., 1980; OTTE; CADE, 1984; OTTE, 1987; OTTE et al., 1988; OTTE; PECK, 1997; WALKER, 1998; 2001; CADE; OTTE, 2000; JANG; GERHARDT, 2006; RIEDE et al., 2008; WALKER; MOORE, 2008). A combinação da distribuição geográfica com as características morfológicas, incluindo as características da fileira estridulatória e do complexo fálico, é suficiente para excluir a possibilidade de que pertençam às outras 45 espécies.

Assim como ocorre entre as nove espécies de *Gryllus* do oeste da América do Norte (WEISSMAN et al., 1980), as três espécies do extremo sul brasileiro não apresentam diferenças evidentes no complexo fálico e qualquer tentativa de utilizar características da genitália que necessitem de certa angulação para a observação pode conduzir a erros de interpretação.

Uma diferenciação simples pode ser realizada entre *Gryllus* sp. n.1, *Gryllus* sp. n.2 e *G. argentinus* utilizando apenas o aspecto das tégminas. *G. argentinus* possui tégminas grandes, largas e bastante esclerotizadas, *Gryllus* sp. n.2 também possui tégminas bastante esclerotizadas, no entanto mais delgadas, devido ao maior comprimento e menor largura. *Gryllus* sp. n.1 possui tégminas menores e menos esclerotizadas do que nas espécies anteriores.

O número de dentes e o comprimento da fileira estridulatória são suficientes para a determinação de *G. argentinus*, pois *Gryllus* sp. n.1 e *Gryllus* sp. n.2 possuem fileiras estridulatórias com menos de 3,9 mm de comprimento e menos de 150 dentes, enquanto os exemplares de *G. argentinus* possuem fileiras estridulatórias com mais de 4,15 mm e número superior a 155 dentes. Esta separação simplificada não poderia ser estendida aos espécimes de *G. argentinus* analisados por Corbel (1963), de procedência desconhecida, pois a fileira estridulatória destes indivíduos possui entre 3,4 e 5,19 mm e de 130 a 189 dentes.

O som de chamado de *G. argentinus* de Tandil (Argentina), analisados por Leroy (1966), é constituído por dois tipos de frases, um com duas notas e o outro com uma pequena nota adicional precedendo as duas notas principais. Tal padrão é similar ao encontrado nos espécimes sul brasileiros, os quais podem apresentar diversos agrupamentos de ciclos sonoros precedendo as duas notas principais. O ritmo de emissão das frases também é semelhante entre os espécimes das duas regiões. No entanto, os de Tandil possuem frequência dominante de aproximadamente 4,1 kHz e média de 120 ciclos sonoros por nota, enquanto aqueles do extremo sul brasileiro possuem frequência dominante de 4,9 kHz e 155 ciclos sonoros.

Neste trabalho, optamos por determinar os espécimes com som de chamado em frases de duas notas como *G. argentinus*, considerando que as diferenças no número de dentes, na quantidade de ciclos sonoros por nota e na frequência, entre estes e os espécimes de Tandil, como variações geográficas.

Agradecimentos: Agradecemos ao auxílio da Profa. Dra. Carmem S. Fontanetti Christofolletti na análise ultramorfológica da fileira estridulatória, do Prof. Dr. Francisco A. G. de Mello na caracterização do complexo fálico, à Elisa Milach no preparo do complexo fálico, à CAPES pela concessão da bolsa e ao CNPQ pelo auxílio financeiro, processo 473045/2007-9.

Referências

- ALEXANDER, R. D. The taxonomy of field crickets of the eastern United States (Orthoptera: Gryllidae: Acheta). **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v.50, n.6, p.584-602, 1957.
- ALEXANDER, R. D. Aggressiveness, territoriality, and sexual behaviour in field crickets (Orthoptera: Gryllidae). **Behaviour**, v.17, p.130–223, 1961.
- ALEXANDER, R. D. Evolutionary change in cricket acoustical communication. **Evolution**, v.16, n.4, p.443-467, 1962.
- ALEXANDER, R. D. Acoustical communication in Arthropods. **Ann. Rev. Entomol.**, v.12, p.495–526, 1967.
- ALEXANDER, R. D. A review of the genus *Gryllus* (Orthoptera:Gryllidae), with a new species from Korea. **Great Lakes Entomol.**, v.24, n.2, p.79-84, 1991.
- ALEXANDER, R. D.; BIGELOW, R. S. Allochronic speciation in field crickets, and a new species, *Acheta veletis*. **Evolution**, v.14, n.3, p.334-346, 1960.
- ALEXANDER, R. D.; WALKER, T. J. Two introduced field crickets new to eastern United States (Orthoptera: Gryllidae). **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v.55, n.1, p.90-94, 1962.
- BENNET-CLARK, H. C. Songs and the physics of sound production. In: HUBER, F.; MOORE, T. E.; LOHER, W. **Cricket behavior and neurobiology**. United States of America: Cornell University Press., 1989, p.227-261.
- CADE, W. H; OTTE, D. *Gryllus texensis* n. Sp.: a widely studied field cricket (Orthoptera; Gryllidae) from the Southern United States. **Trans. Amer. Ent. Soc.**, v.126, n.1, p.117-123, 2000.
- CORBEL, J. C. Caractères spécifiques du champ dorsal élytral des mâles de quelques *Gryllus*. **Bull. Biol. Fr. Belg.**, v. 97, p.531-550, 1963.
- DESUTTER, L. Structure et évolution du complexe phallique des Gryllidae (Orthoptères) et classification des genres néotropicaux de Grylloidea. Première partie. **Annls. Soc. Ent. Fr.** v.23, n.3, p.213-239, 1987.

- DESUTTER-GRANDCOLAS, L. Pulse duration and the effectiveness of acoustic communication in crickets (Orthoptera: Grylloidea): the case of *Paragryllodes campanella*, sp. n. (Phalangopsidae). **Soc. Ent. Fr.**, v.34, n.4, p.407-418, 1998.
- DOHERTY, J. A. Temperature coupling and "trade-off" phenomena in the acoustic communication system of the cricket, *Gryllus bimaculatus* De Geer (Gryllidae). **J. exp. Biol.**, v.114, p.17-35, 1985.
- EADES, D. C.; OTTE, D. **Orthoptera Species File Online**. Versão 2.0/3.5. Disponível em: < <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>>. Acesso em: 15 dez. 2008.
- FORREST, T. G. Acoustic communication and baffling behaviors of crickets. **Fla. Entomol.**, v.65, n.1, p.33-44, 1982.
- FULTON, B. B. Speciation in the field cricket. **Evolution**, v.6, n.3, p.283-95, 1952.
- JANG, Y.; GERHARDT, H. C. Divergence in the calling songs between sympatric and allopatric populations of the southern wood cricket *Gryllus fultoni* (Orthoptera: Gryllidae). **J. Evol. Biol.**, v.19, p.459-472, 2006.
- LEROY, Y. Signaux acoustiques, comportement et systématique de quelques espèces de gryllides (orthoptères, ensifères). **Bull. Biol. Fr. Belg.**, v.100, n.1, p.1-134, 1966.
- LEROY, Y. **L'univers sonore animal**. Paris: Gauthier-villars, 350p, 1979.
- NICKLE, D. A.; WALKER, T. J. A morphological key to field crickets of southeastern United States (Orthoptera: Gryllidae: *Gryllus*). **Fla. Entomol.**, v.57, p.8-12, 1974.
- OTTE, D. African Crickets (Gryllidae) 9. New Genera and Species of Brachytrupinae and Gryllinae. **Proc. Acad. Nat. Sc., Phila.**, v.139, p.315-374, 1987.
- OTTE, D. Evolution of Cricket Songs. **J. Orthop. Res.**, n.1, p.25-49, 1992.
- OTTE, D.; CADE, W. African Crickets (Gryllidae) 6. The Genus *Gryllus* and Some Related Genera (Gryllinae, Gryllini). **Proc. Acad. Nat. Sc., Phila.**, v.136, p.98-122, 1984.

- OTTE, D.; PECK, S. B. New Species of *Gryllus* (Orthoptera: Grylloidea: Gryllidae) from the Galapagos Islands. **J. Orthop. Res.** n.6, p.161-173, 1997.
- OTTE, D.; TOMS, R. B.; CADE, W. New species and records of east and southern African crickets (Orthoptera: Gryllidae: Gryllinae). **Ann. Transvaal Mus.**, v.34, n.19, p.405-468, 1988.
- RIEDE, K.; LAMPE, K.; INGRISCH, S. **Deutsche Orthopteren Sammlungen** (DORSA). Disponível em: < <http://www.dorsa.de/>>. Acesso em: 10 dez. 2008.
- SAUSSURE, H. Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale, 6^e partie: études sur les myriapodes et les insectes. **Paris: Imprimerie Impériale.** p.293-531, 1874.
- SAUSSURE, H. Mélanges Orthoptérologiques, V^{me} fasc. Gryllides. **Mem. Soc. Phys. Hist. Nat. Geneve**, v. 25, p.1-352, 1877.
- SIMMONS, L. W. The calling song of the field cricket, *Gryllus bimaculatus* (De Geer): constraints on transmission and its role in intermale competition and female choice. **Anim. Behav.**, v.36, n.2, p.380-394, 1988.
- SIMMONS, L. W.; RITCHIE, M. G. Symmetry in the songs of crickets. **Proc. R. Soc. Lond. B**, v.236, p.305-311, 1996.
- WALKER, F. Catalogue of the specimens of Dermaptera saltatoria and supplement to the Blattariae in the collection of the British Museum [Part I.] **British Museum, London**, p.1-224, 1869.
- WALKER, T. J. Cryptic species among sound-producing Ensiferan Orthoptera (Gryllidae and Tettigoniidae). **Quart. Rev. Biol.**, v.39, p.345-355, 1964.
- WALKER, T. J. *Gryllus ovisopis* n. sp.: a taciturn cricket with a life cycle suggesting allochronic speciation. **Fla. Entomol.**, v.57, n.1, p.13-22, 1974.
- WALKER, T. J. Trilling field crickets in a zone of overlap (Orthoptera: Gryllidae: *Gryllus*). **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v.91, n.2, p.175-184, 1998.

WALKER, T. J. *Gryllus cayensis* n. sp. (Orthoptera: Gryllidae), a taciturn wood cricket extirpated from the Florida keys: songs, ecology and hybrids. **Fla. Entomol.**, v.84, n.4, p.700-05, 2001.

WALKER, T. J.; CARLYSLE, T. C. Stridulatory file teeth in crickets: taxonomic and acoustic implications (Orthoptera: Gryllidae). **Int. J. Insect Morphol. & Embriol.**, v.4, n.2, p.151-158, 1975.

WALKER, T. J.; MOORE, T. E. **Singing Insects of North America**. Disponível em: <<http://entomology.ifas.ufl.edu/walker/buzz/>>. Acesso em: 20 nov. 2008.

WEISSMAN, D. B.; RENTZ, D. C. F.; ALEXANDER, R. D.; WERNER, L. Field crickets (*Gryllus* and *Acheta*) of California and Baja California, Mexico (Orthoptera: Gryllidae: Gryllinae). **Trans. Amer. Ent. Soc.**, v.106, p.327-356, 1980.

Tabela 1 – Morfometria dos tágmas e apêndices das espécies de *Gryllus*. Média geral (X), desvio padrão (DP) e amplitude de variação (AV).

Espécies	Comprim. do corpo (mm)	Comprim. do pronoto (mm)	Largura do pronoto (mm)	Largura da cabeça (mm)	Distância inter-ocular (mm)	Comprim. do fêmur posterior (mm)	Comprim. da tibia posterior (mm)
	X ± DP (AV)	X ± DP (AV)	X ± DP (AV)	X ± DP (AV)	X ± DP (AV)	X ± DP (AV)	X ± DP (AV)
<i>G. argentinus</i> n=15	24,76 ± 2,04 (22,25 - 28,15)	4,34 ± 0,33 (3,8 - 4,75)	5,89 ± 0,52 (5 - 6,8)	6,12 ± 0,54 (5 - 6,75)	3,53 ± 0,29 (3,05 - 3,85)	12,26 ± 0,66 (11,1 - 13,05)	9,56 ± 0,56 (8,7 - 10,5)
<i>Gryllus</i> sp. n.1 n=8	21,2 ± 2,43 (17,15 - 24,3)	3,76 ± 0,23 (3,45 - 4,05)	5,23 ± 0,39 (4,55 - 5,9)	5,39 ± 0,27 (5,0 - 5,8)	3,24 ± 0,25 (2,9 - 3,7)	10,76 ± 0,86 (9,45 - 12,25)	8,25 ± 0,55 (7,55 - 9,2)
<i>Gryllus</i> sp. n.2 n=51	24,87 ± 1,91 (19,85 - 28,7)	4,4 ± 0,30 (3,6 - 5)	6,27 ± 0,41 (5,15 - 7,05)	6,09 ± 0,39 (4,95 - 7,1)	3,51 ± 0,25 (2,9 - 4,15)	12,62 ± 0,72 (10,35 - 14,15)	9,83 ± 0,64 (8,15 - 11,2)

Tabela 2 – Padrões temporais do som de chamado das espécies de *Gryllus*. Média geral (X), desvio padrão (DP) e amplitude de variação (AV).

Espécies	Notas por frase	Duração das notas (s) X ± DP (AV)	Intervalo entre notas (s) X ± DP (AV)	Duração das frases (s) X ± DP (AV)	Intervalo entre frases (s) X ± DP (AV)
<i>G. argentinus</i>	2	0,032 ± 0,002 (0,028 - 0,035) [n=54]	0,023 ± 0,007 (0,011 - 0,030) [n=12]	0,089 ± 0,005 (0,079 - 0,098) [n=73]	0,446 ± 0,113 (0,302 - 0,788) [n=69]
<i>Gryllus sp. n.1</i>	5 ou 6	0,023 ± 0,003 (0,016 - 0,030) [n=83]	0,012 ± 0,004 (0,004 - 0,017) [n=15]	0,194 ± 0,008 (0,176 - 0,200) [n=22]	0,376 ± 0,037 (0,313 - 0,449) [n=17]
<i>Gryllus sp. n.2</i>	13 a 21	0,008 ± 0,001 (0,004 - 0,011) [n=282]	0,002 ± 0,001 (0,001 - 0,004) [n=177]	0,159 ± 0,18 (0,129 - 0,205) [n=142]*	0,584 ± 0,184 (0,283 - 1,083) [n=137]*

*Análise realizada com as frases contendo de 13 a 18 notas.

Tabela 3 – Ciclos sonoros, ritmo e frequência do som de chamado das espécies de *Gryllus*. Média geral (X), desvio padrão (DP) e amplitude de variação (AV).

Espécies	Ciclos sonoros por nota X ± DP (AV)	Notas/s X ± DP (AV)	Frases/10s X ± DP (AV)	Frequência dominante (kHz) X ± DP (AV)	Banda de frequência (kHz)
<i>G. argentinus</i>	155 ± 10,85 (131 - 172) [n=54]	19,14 ± 2,69 (17,54 - 22,73) [n=4]	19 ± 5,7 (12 - 27) [n=6]	4,9 ± 0,21 (4,6 - 5,1) [n=9]	entre 4 e 5,7 [n=9]
<i>Gryllus</i> sp. n.1	96 ± 14,74 (63 - 117) [n=83]	24,39 [n=1]	18 [n=1]	4,1 ± 0,16 (3,8 - 4,3) [n=8]	entre 3,1 e 4,9 [n=8]
<i>Gryllus</i> sp. n.2	32 ± 5,38 (17 - 45) [n=282]	26,30 ± 2,42 (24,39 - 29,41) [n=4]	12,4 ± 3,91 (6 - 20) [n=17]	4,0 ± 0,15 (3,7 - 4,3) [n=30]	entre 3 e 5,1 [n=30]

Tabela 4 – Morfometria da tégmina direita das espécies de *Gryllus*. Média geral (X), desvio padrão (DP) e amplitude de variação (AV).

Espécies	Comprimento da tégmina (mm) X ± DP (AV)	Largura da tégmina (mm) X ± DP (AV)	Largura do campo dorsal (mm) X ± DP (AV)	Largura do campo lateral (mm) X ± DP (AV)
<i>G. argentinus</i> n=15	15,46 ± 0,88 (13,55 - 16,6)	9,21 ± 0,55 (8,2 - 9,9)	5,77 ± 0,39 (5,05 - 6,35)	3,44 ± 0,31 (2,9 - 3,95)
<i>Gryllus</i> sp. n.1 n=8	12,02 ± 1,12 (10,45 - 13,95)	7,06 ± 0,32 (6,6 - 7,65)	4,26 ± 0,15 (4,05 - 4,45)	2,79 ± 0,19 (2,55 - 3,2)
<i>Gryllus</i> sp. n.2 n=51	16,02 ± 0,81 (14,45 - 17,7)	8,16 ± 0,42 (7,2 - 8,9)	4,94 ± 0,25 (4,5 - 5,5)	3,22 ± 0,25 (2,5 - 3,65)

Tabela 5 – Morfometria da fileira estridulatória das espécies de *Gryllus*. Média geral (X), desvio padrão (DP) e amplitude de variação (AV).

Espécies	Comprimento da fileira estridulatória (mm) X ± DP (AV)	Nº de dentes da fileira estridulatória X ± DP (AV)	Nº de dentes por milímetro X ± DP (AV)
<i>G. argentinus</i> n=15	4,65 ± 0,28 (4,16 - 5,10)	187 ± 13,34 (159 - 205)	40,33 ± 2,24 (36,51 - 45,64)
<i>Gryllus</i> sp. n.1 n=8	3,31 ± 0,25 (3,01 - 3,81)	137 ± 7,30 (128 - 148)	41,51 ± 2,61 (39,09 - 45,54)
<i>Gryllus</i> sp. n.2 n= 51	3,42 ± 0,21 (2,96 - 3,88)	131 ± 8,3 (114 - 148)	38,46 ± 2,31 (33,61 - 43,63)

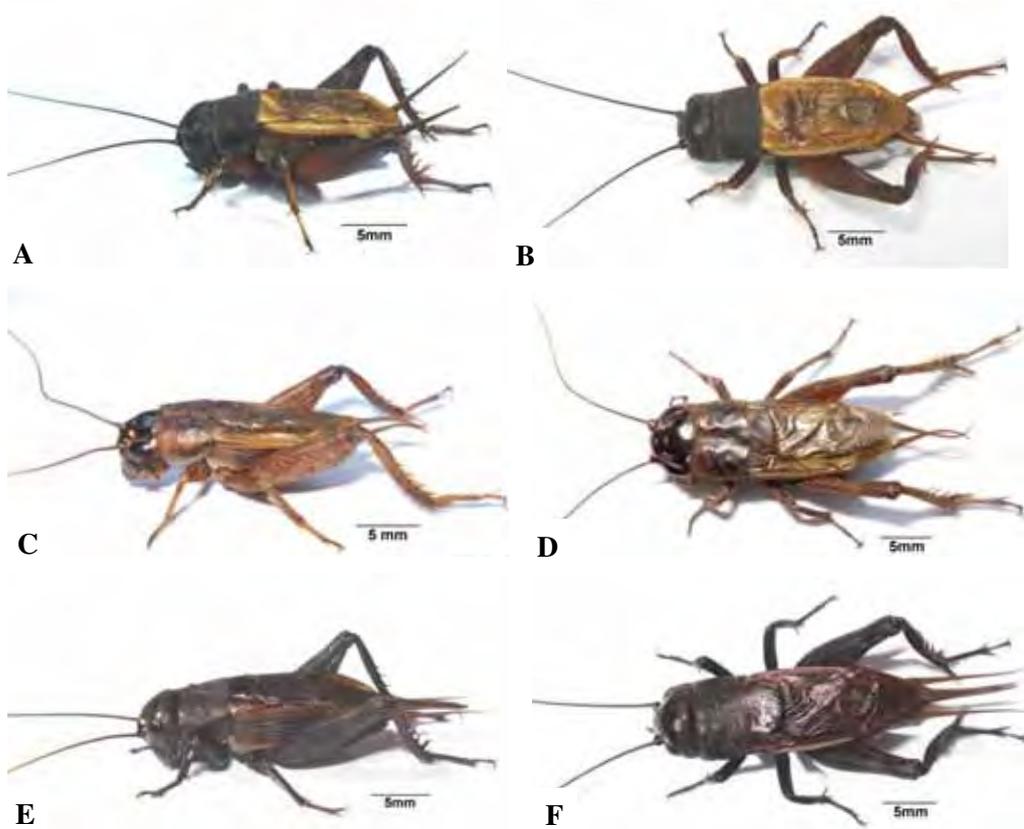


Figura 1. Machos adultos de *Gryllus* em vista lateral e dorsal. A e B = *G. argentinus* fotografado antes de ser fixado; C e D = *Gryllus* sp. n.1 fotografado após ser fixado; E e F = *Gryllus* sp. n.2 fotografado antes de ser fixado.

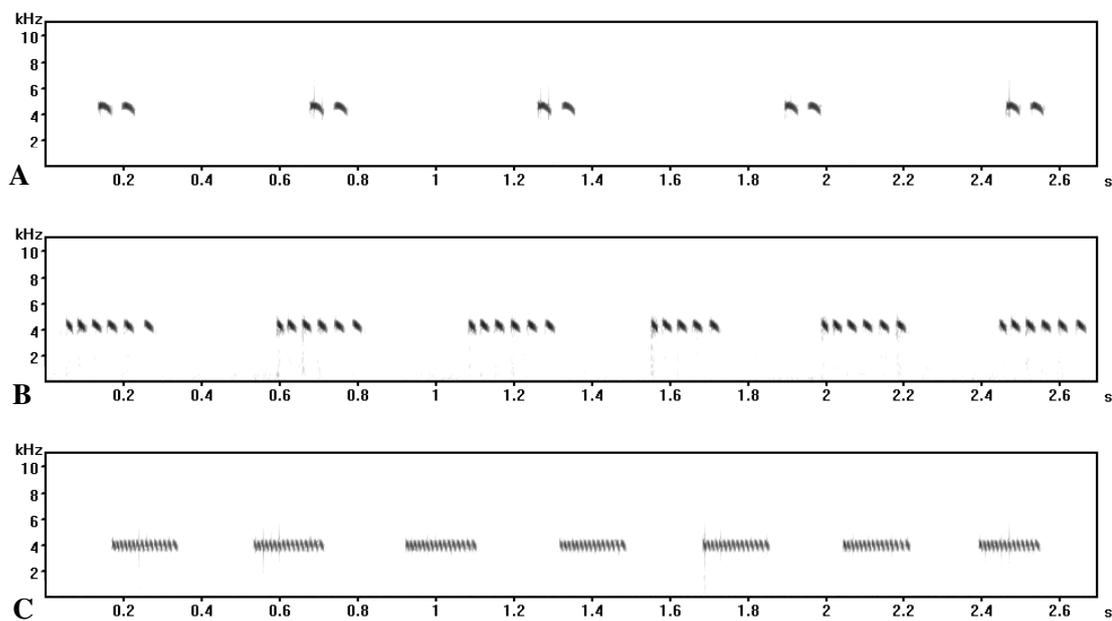


Figura 2. Sonogramas do som de chamado das espécies de *Gryllus*. A = *G. argentinus*, trecho contendo cinco frases com duas notas (21°C); B = *Gryllus* sp. n.1, trecho com seis frases, a quarta frase possui cinco notas e as demais seis (22,8°C); C = *Gryllus* sp. n.2, trecho com sete frases com 14, 15 ou 16 notas (23,9°C).

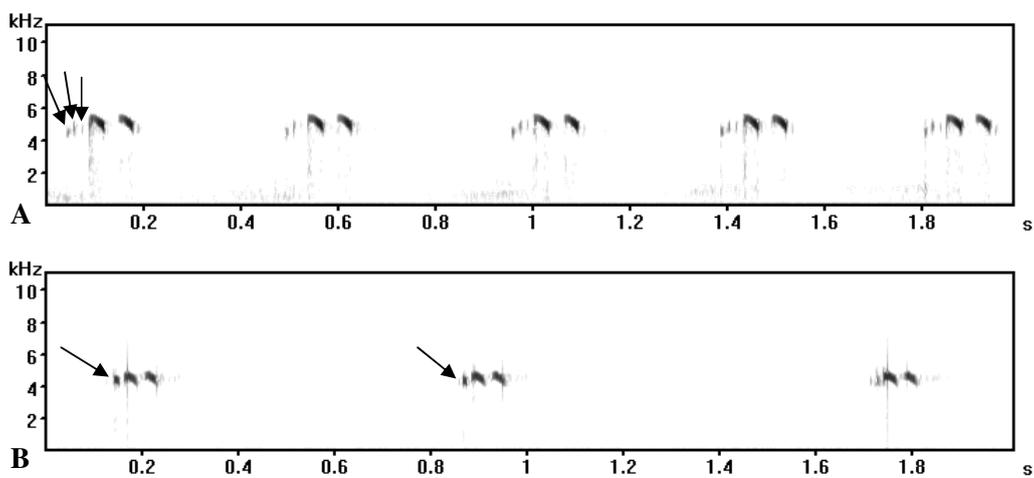


Figura 3. Sonogramas do som de chamado de *G. argentinus*. A = trecho com cinco frases, cada uma com três pequenos agrupamentos de ciclos sonoros (setas) seguidos de duas notas principais; B = trecho de 2 s, com três frases, cada com um ou dois agrupamentos de ciclos sonoros seguidos de duas notas principais, sendo que nas duas primeiras frases o agrupamento tem a forma de uma terceira nota (setas), menor em duração e banda de freqüência.

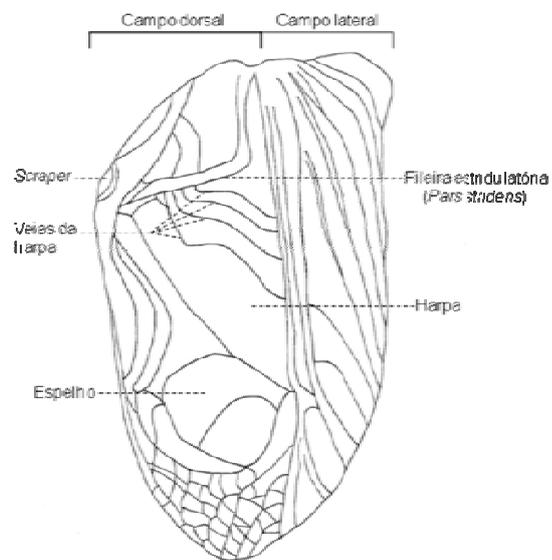


Figura 4. Esquema ilustrativo da tégmina direita de *Gryllus* em vista dorsal.

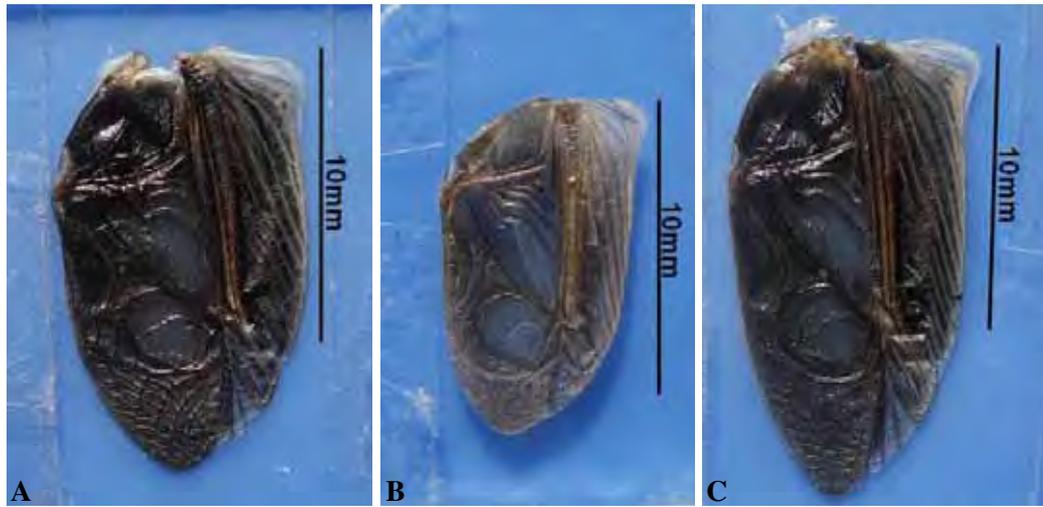


Figura 5. Tégmina direita das espécies de *Gryllus* em vista dorsal. A = *G. argentinus*; B = *Gryllus* sp. n.1; C = *Gryllus* sp. n.2.

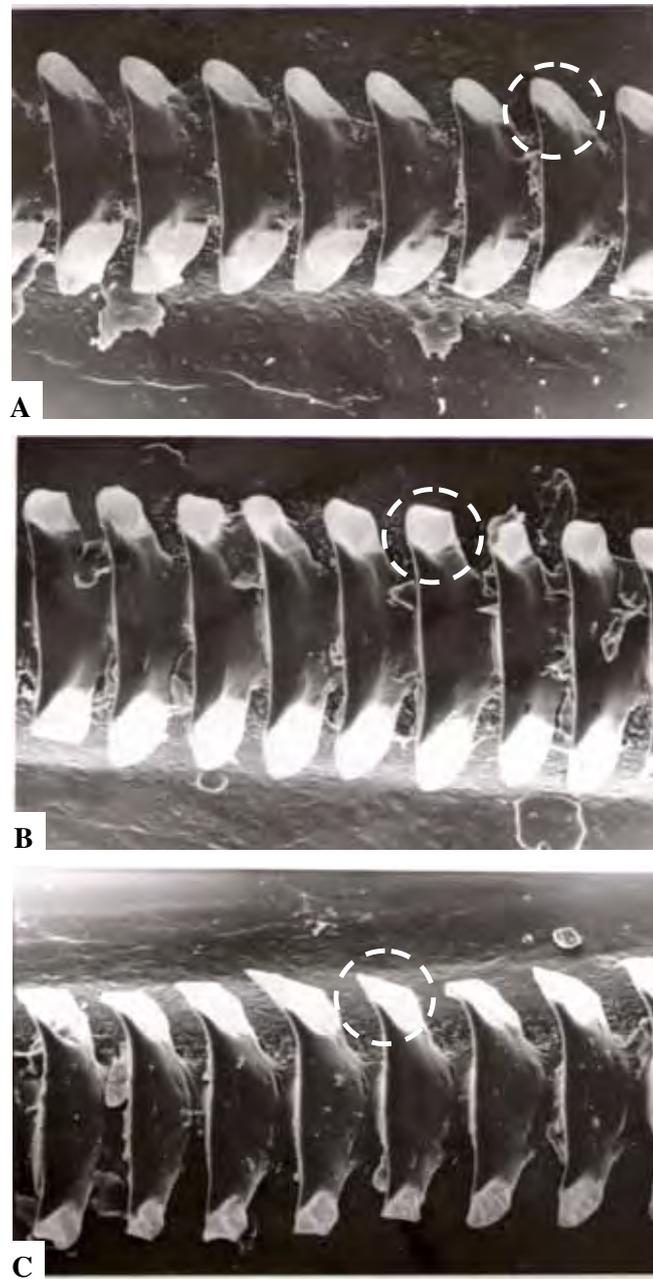


Figura 6. Ultramorfolgia da porção mediana da fileira estridulatória das espécies de *Gryllus*. A = *G. argentinus*; B = *Gryllus* sp. n.1; C = *Gryllus* sp. n.2. Aumento de 503X. Círculos tracejados indicando as projeções aliformes dos dentes.

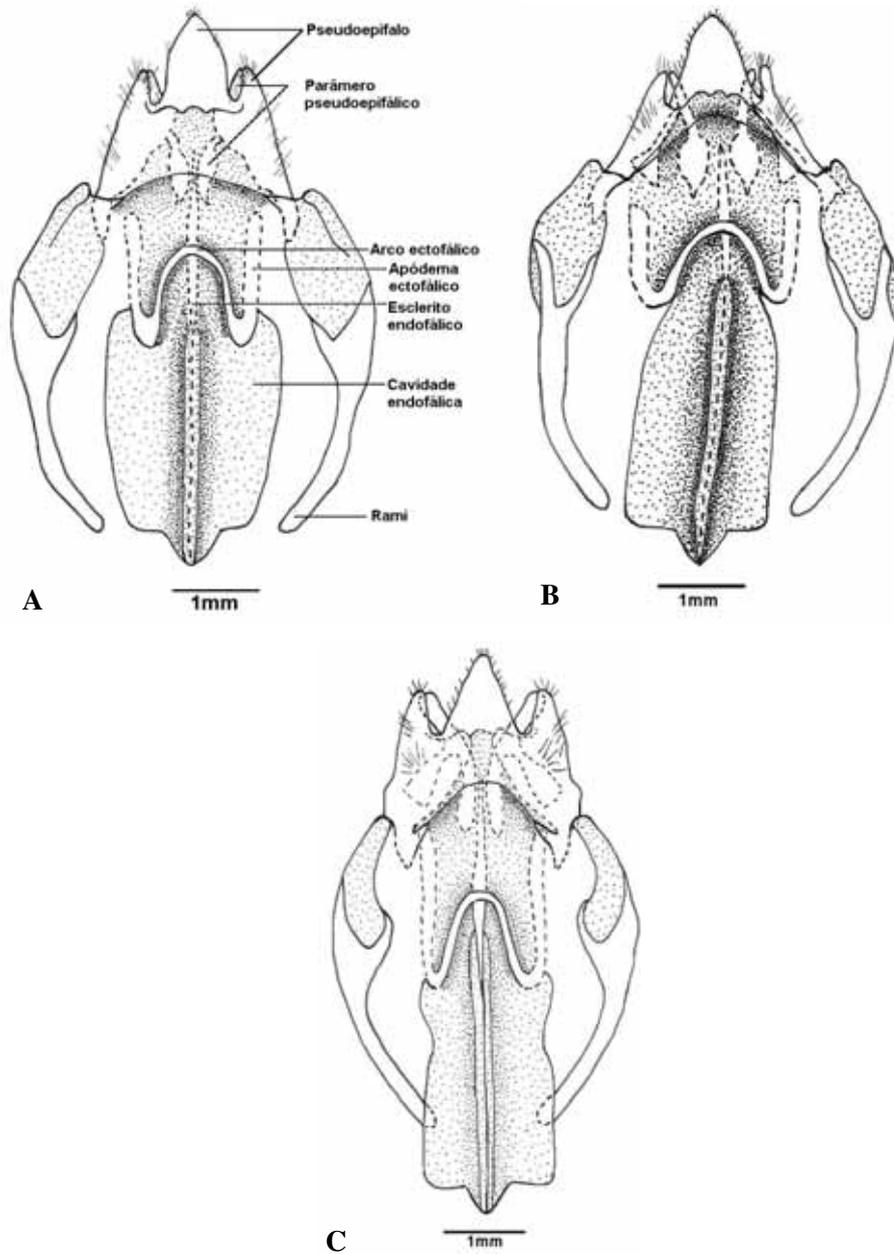


Figura 7. Esquemas das genitálias masculinas das espécies de *Gryllus* em vista dorsal. A = *G. argentinus*; B = *Gryllus* sp. n.1; C = *Gryllus* sp. n.2.

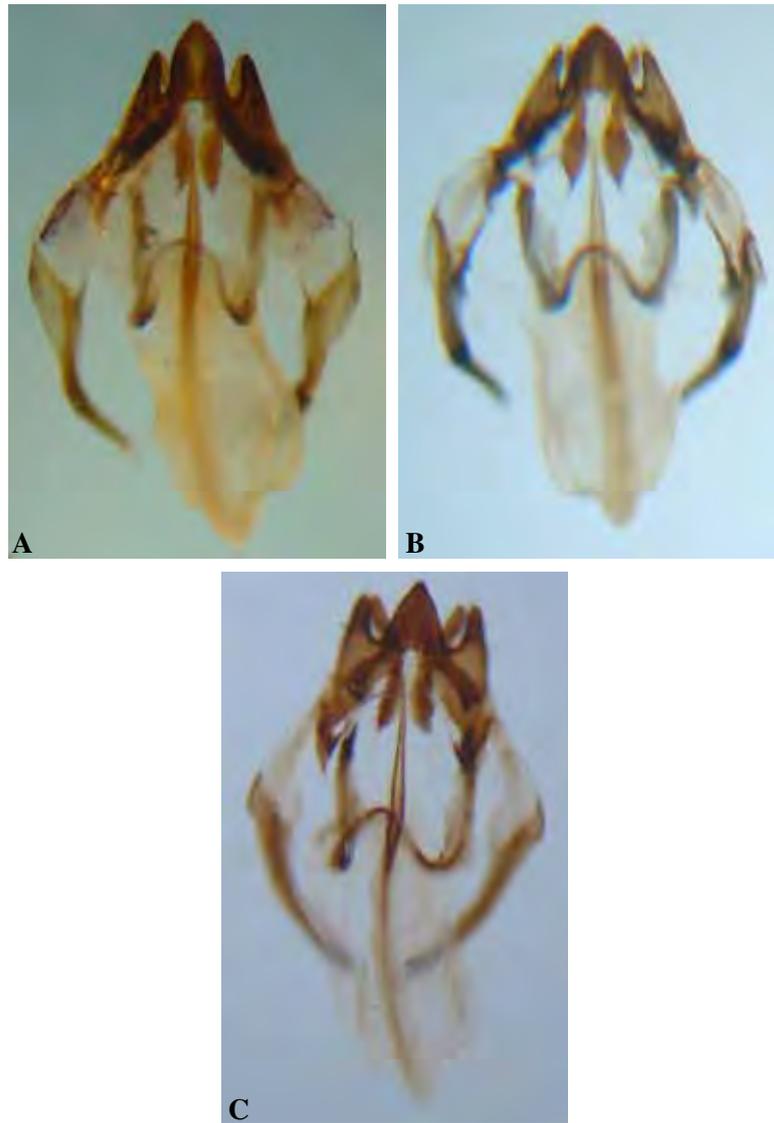


Figura 8. Genitália masculina das espécies de *Gryllus* em vista dorsal. A = *G. argentinus*; B = *Gryllus* sp. n.1; C = *Gryllus* sp. n.2.

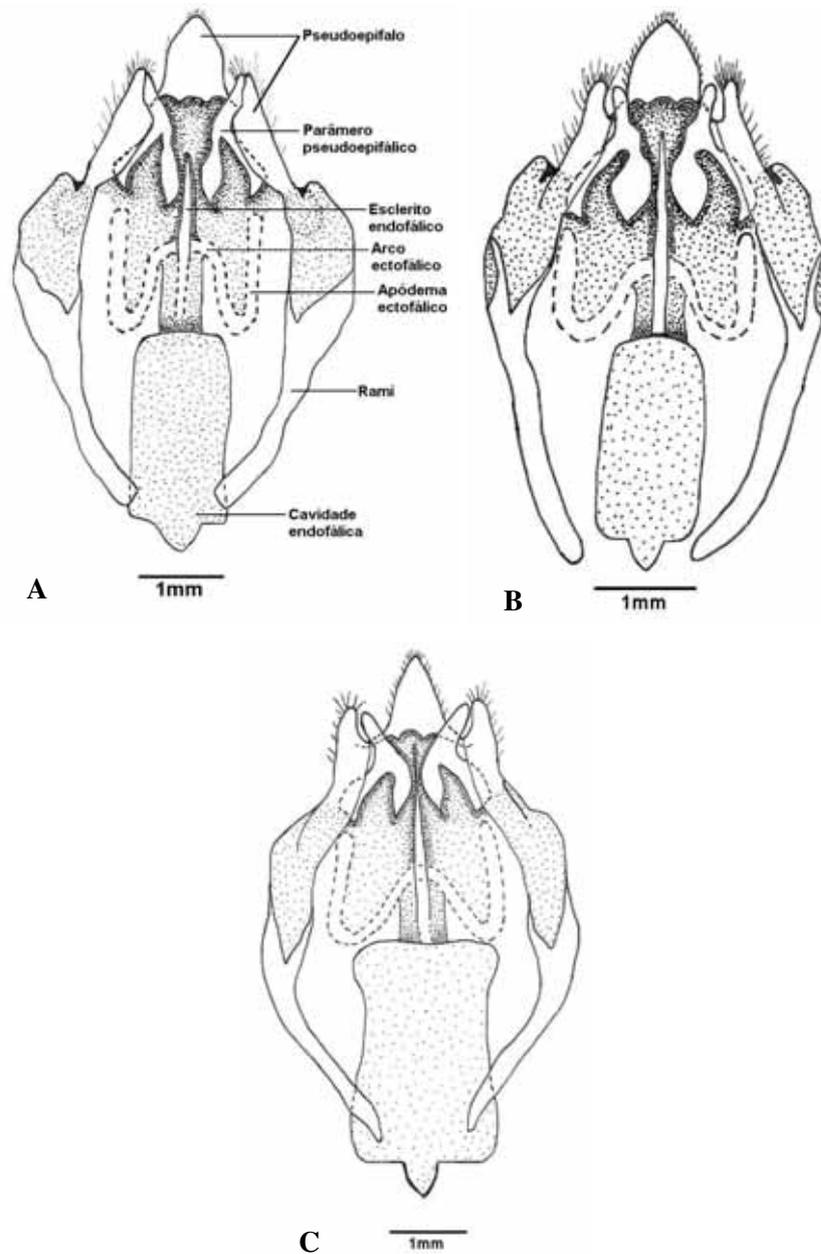


Figura 9. Esquemas das genitálias masculinas das espécies de *Gryllus* em vista ventral. A = *G. argentinus*; B = *Gryllus* sp. n.1; C = *Gryllus* sp. n.2.

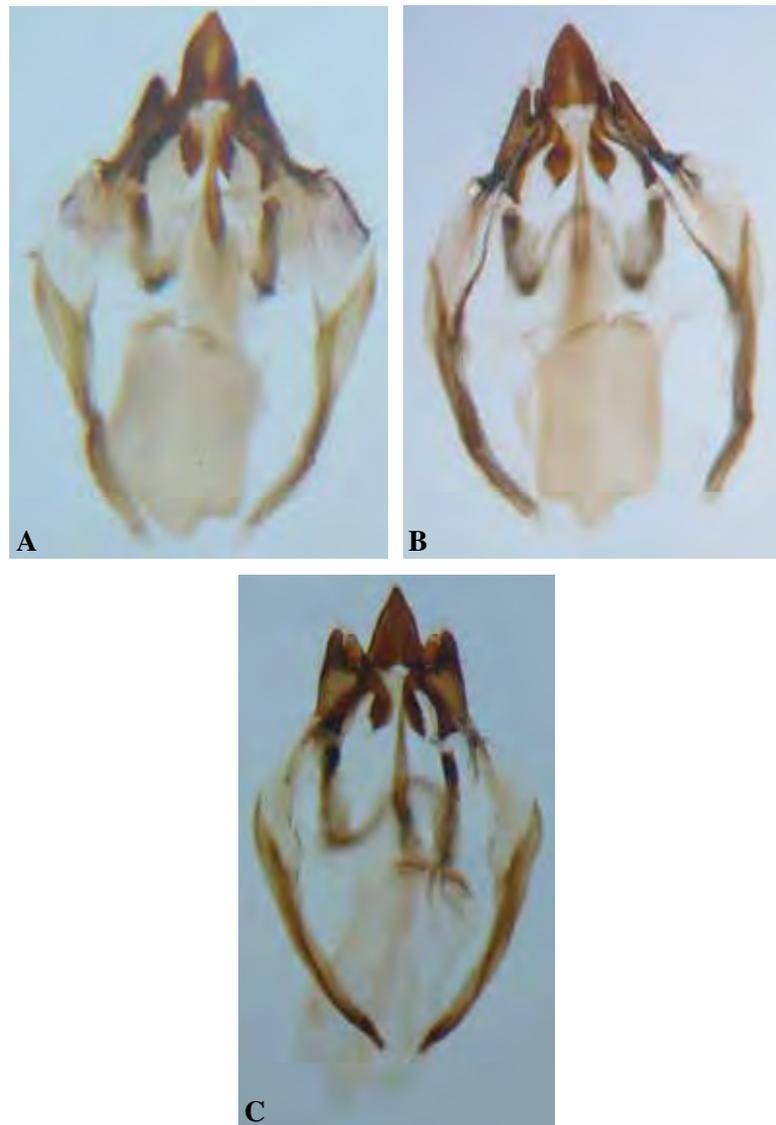


Figura 10. Genitália masculina das espécies de *Gryllus* em vista ventral. A = *G. argentinus*; B = *Gryllus* sp. n.1; C = *Gryllus* sp. n.2.

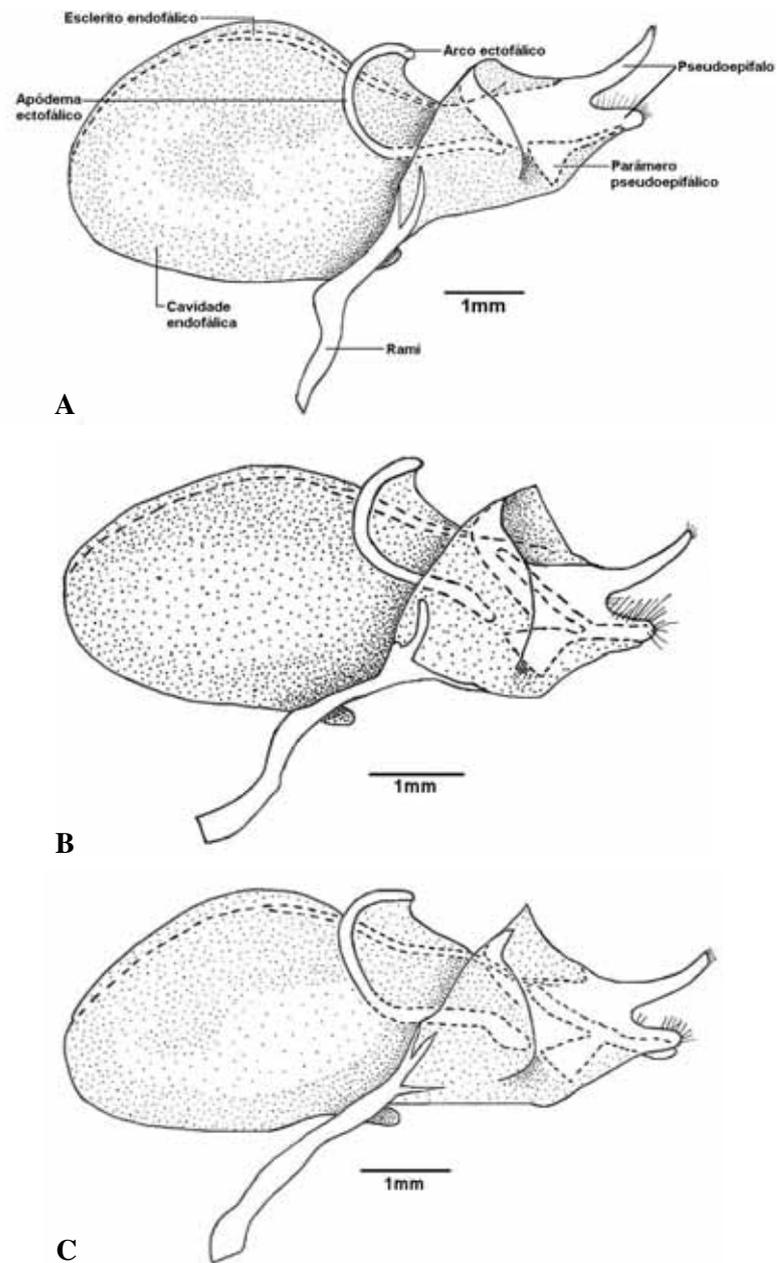


Figura 11. Esquemas das genitálias masculinas das espécies de *Gryllus* em vista lateral. A = *G. argentinus*; B = *Gryllus* sp. n.1; C = *Gryllus* sp. n.2.

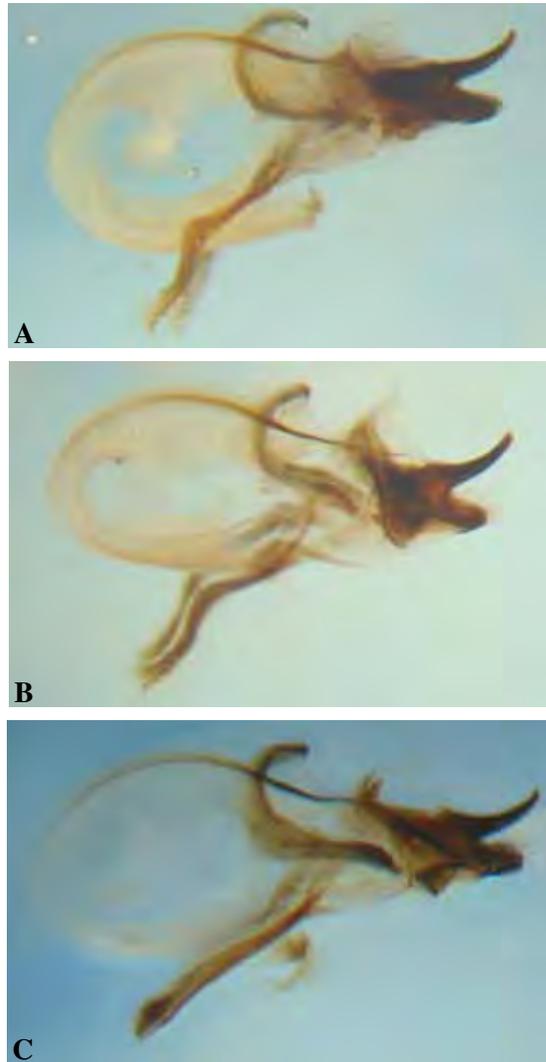


Figura 12. Genitália masculina das espécies de *Gryllus* em vista lateral. A = *G. argentinus*; B = *Gryllus* sp. n.1; C = *Gryllus* sp. n.2.

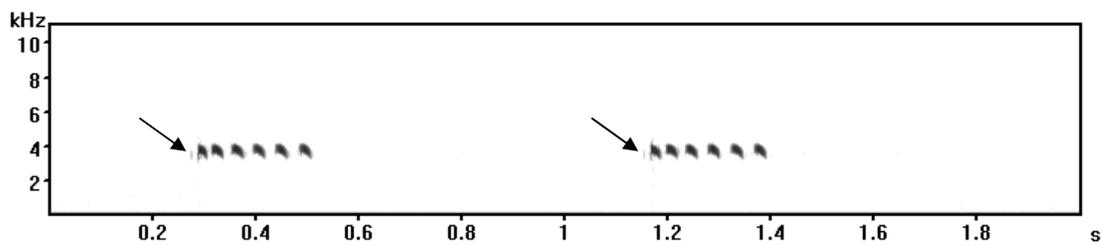


Figura 13. Sonograma do som de chamado de *Gryllus* sp. n.1. Trecho de 2 s com duas frases de seis notas. Setas indicando o pequeno agrupamento de ciclos sonoros que antecede a frase.

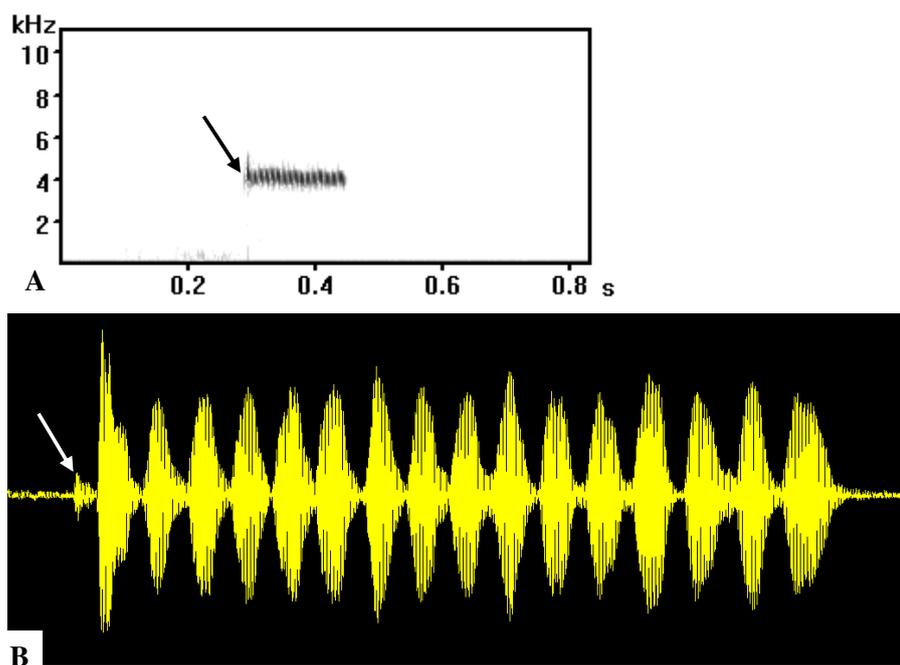


Figura 14. Sonograma (A) e oscilograma (B) de uma frase do som de chamado de *Gryllus* sp. n.1. As setas indicam o pequeno agrupamento de ciclos sonoros que antecede a frase.

Capítulo 2

Revisão do som de chamado e da fileira estridulatória de *Gryllus* Linnaeus, 1758
(Orthoptera, Gryllidae)

Revisão do som de chamado e da fileira estridulatória de *Gryllus* Linnaeus, 1758 (Orthoptera, Gryllidae)

Luciano de Pinho Martins¹ & Edison Zefa²

¹ Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Departamento de Zoologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

² Departamento de Zoologia e Genética, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, RS.

Resumo

O gênero *Gryllus* é um dos mais complexos dentre os Grylloidea devido à presença de espécies crípticas e taxonomia confusa, gerada por diferentes critérios taxonômicos e baseada em amostragem reduzida, sendo a bioacústica uma ferramenta importante na resolução desses problemas. Neste trabalho reunimos informações referentes ao som de chamado e às características da fileira estridulatória presentes na literatura e analisamos os sons de chamado disponíveis em endereços eletrônicos. Vinte e nove das 78 espécies descritas possuem dados referentes ao som de chamado e quatro apresentam arquivos de sons disponíveis em endereços eletrônicos. As análises dos sons e os sonogramas de *G. alogus* Rehn, 1902, *G. chappuisi* (Chopard, 1938), *G. meruensis* Sjöstedt, 1909 e *G. personatus* Uhler, 1864 foram apresentados pela primeira vez.

Palavras chaves: *Pars stridens*. Bioacústica. Grilo. Insecta. Taxonomia.

Abstract

The taxonomy of *Gryllus* is one of the most complex among the Grylloidea due to cryptic species and ancient taxonomy, erected by different criteria and based on small samples. Bioacoustics is an important tool to solve cricket's taxonomic problems. We collected information about calling song and stridulatory file in the current literature and we analyzed sound files available at electronic addresses. There are 29 of the 78 described species with information about calling song and four with sound files available at electronic addresses. The calling songs and sonograms of *G. alogus* Rehn, 1902, *G. chappuisi* (Chopard, 1938), *G. meruensis* Sjöstedt, 1909 and *G. personatus* Uhler, 1864 were presented for the first time.

Key words: *Pars stridens*. Bioacoustic. Cricket. Insecta. Taxonomy.

Introdução

A emissão do som de chamado é uma etapa fundamental no processo reprodutivo dos grilos, sendo produzido pelos machos adultos e sexualmente maduros (LEROY, 1966; ALEXANDER, 1962a) com o intuito de atrair as fêmeas para o acasalamento (ALEXANDER, 1962a).

Os machos de espécies distintas que estridulam em simpatria e sincronia possuem sons de chamado distintos (ALEXANDER, 1962b; WALKER, 1964). As diferenças nesses sinais acústicos atuam como mecanismo de isolamento reprodutivo e permitem a detecção inicial da maior parte das espécies de Grylloidea (WALKER, 1964).

Os grilos emitem os sinais acústicos por meio de um aparelho estridulador presente nas tégminas dos machos e possuem um órgão auditivo (tímpano) localizado nas tíbias anteriores de ambos os sexos (PIERCE, 1948, ALEXANDER, 1962a; 1966; OTTE, 1992).

Os sons de chamado são produzidos durante o fechamento das tégminas quando uma porção da margem lateral da tégmina esquerda, denominada *scraper*, raspa uma fileira de dentes presentes na superfície ventral da tégmina direita (RAKSHPAL, 1960; ALEXANDER, 1961; WALKER, 1962; LEROY, 1979; KOCH, 1980; FORREST, 1982; KOCH et al., 1988; BENNET-CLARK, 1989; OTTE, 1992). Durante o movimento de fechamento das tégminas, cada dente da fileira estridulatória raspado pelo *scraper* provoca ressonância na harpa, produzindo um ciclo sonoro, e o conjunto desses a cada fechamento das tégminas compõe uma nota (WALKER; CARLYSLE, 1975; LEROY, 1979; BENNET-CLARK, 1989; OTTE, 1992). A frequência do som é definida pela flexibilidade das tégminas (DESUTTER-GRANDCOLAS, 1995) e pela velocidade com que os dentes são raspados (KOCH et al., 1988).

A combinação entre as características do som de chamado e da fileira estridulatória é adequada para identificar os machos de diferentes espécies (LEROY, 1966; WEISSMAN et al., 1980; ZEFA, 2000; DAVID *et al.*, 2003). O número de ciclos sonoros de uma nota está condicionado ao número de dentes da fileira estridulatória, sendo assim, espécies com fileiras com quantidades maiores de dentes produzem notas com maior duração, mas com menor quantidade de notas por unidade de tempo (WALKER; CARLYSLE, 1975). No entanto, esta relação não é

direta, pois nem todos os dentes são utilizados durante a produção sonora (LEROY, 1966; MIYOSHI et al., 2007).

As notas podem ser emitidas de forma contínua (*trills*), através de uma simples sucessão de oscilações do aparelho estridulador, ou agrupadas (frases ou *chirps*) (LEROY, 1979; ALEXANDER, 1966; BENNET-CLARK, 1989; OTTE, 1992).

Alguns fatores abióticos influenciam o comportamento estridulatório dos grilos, como a intensidade de luz (LEROY, 1966) e a temperatura, sendo que este último atua no momento da estridulação (temperaturas favoráveis) e nos intervalos mudos entre as notas (WALKER, 1962).

O gênero *Gryllus* Linnaeus, 1758 apresenta 78 espécies descritas (EADES; OTTE, 2008), ocorrendo na América desde o Canadá até a Argentina, bem como em diversas regiões da África, Europa e Ásia (OTTE; PECK, 1997; ALEXANDER, 1991). Sua distribuição inclui diversas ilhas, com destaque ao arquipélago de Galápagos, onde ocorrem oito espécies endêmicas (OTTE; PECK, 1997). Trata-se de um dos gêneros mais complexos de Grylloidea devido à presença de espécies crípticas e à taxonomia confusa, gerada por diferentes critérios e baseada em amostragens reduzidas.

A utilização do som de chamado no reconhecimento de espécies crípticas revelou-se de grande importância na taxonomia das espécies de *Gryllus* na América do Norte. Entre 1915 e 1952, considerava-se a ocorrência de apenas uma espécie, *G. assimilis* (FULTON, 1952), sendo que atualmente são reconhecidas pelo menos 22 espécies (EADES; OTTE, 2008), sistematicamente estudadas por diversos autores, destacando-se Fulton (1952), Alexander (1957), Alexander e Bigelow (1960), Walker (1974; 2001), Weissman et al. (1980) e Cade e Otte (2000). A América do Norte é a única região onde a taxonomia das espécies de *Gryllus* encontra-se bem sucedida, resultado do empenho destes pesquisadores, que empregaram adicionalmente à morfologia e à coloração, elementos como a bioacústica, a sazonalidade e a distribuição.

Considerando-se a complexidade taxonômica do gênero e a eficiência do som de chamado na identificação dos grilos, apenas 29 das 78 espécies descritas possuem este caráter analisado (ALEXANDER, 1957; 1961; ALEXANDER; WALKER, 1962; CADE; OTTE, 2000; JANG; GERHARDT, 2006; LEROY, 1966; 1979; OTTE, 1987; OTTE; CADE, 1984; OTTE; PECK, 1997; OTTE et al., 1988; WALKER, 1998; 2001; WEISSMAN et al., 1980) e quatro apresentam apenas os

arquivos de sons disponíveis em endereços eletrônicos (RIEDE et al., 2008; WALKER; MOORE, 2008).

Neste estudo organizamos um conjunto de informações referentes às análises acústicas do som de chamado e de mensurações da fileira estridulatória de todas as espécies de *Gryllus* disponíveis na literatura científica e localizamos os sons digitalizados disponíveis em endereços eletrônicos, os quais foram analisados, com os resultados dispostos de modo a acrescentar informações às já existentes, servindo como base para os estudos taxonômicos nesse gênero.

Material e métodos

Abaixo encontra-se a terminologia adotada na descrição das características sonoras e suas correspondentes denominações encontradas na literatura:

- Ciclo sonoro (ciclo de som): som produzido pelo estímulo de um dente da fileira estridulatória (*oscillations élémentaires* segundo LEROY, 1966; 1979);
- Nota: conjunto de ciclos sonoros produzidos durante um movimento de fechamento das tégminas (*phonatome* segundo LEROY; 1966; 1979; *pulse* de acordo com ALEXANDER, 1957; 1961; ALEXANDER; WALKER, 1962; WEISSMAN et al., 1980; OTTE; CADE, 1984; OTTE, 1987; OTTE et al., 1988; OTTE; PECK, 1997; CADE; OTTE, 2000; WALKER, 2001; JANG; GERHARDT, 2006; *sound pulses* de acordo com ALEXANDER, 1961);
- Duração da nota: período entre o primeiro ciclo de som ao último de uma determinada nota;
- Período da nota: período entre o primeiro ciclo sonoro da nota ao primeiro ciclo sonoro da nota subsequente (*pulse period* segundo OTTE; PECK, 1997);
- Taxa de notas: número de notas por segundo; verifica-se o período de uma nota e então calcula-se a quantidade de períodos estridulados durante um segundo (*pulses per second* de acordo com ALEXANDER, 1957; OTTE, 1987; OTTE; CADE, 1984; OTTE et al., 1988; WEISSMAN et al., 1980; *pulse rate* de acordo com ALEXANDER, 1961; OTTE; CADE, 1984; WEISSMAN et al., 1980; CADE; OTTE, 2000; WALKER, 2001; ALEXANDER; WALKER, 1962; *wing stroke rate* segundo ALEXANDER, 1961; CADE; OTTE, 2000);
- Frase: grupo de notas (*motif* de acordo com LEROY, 1966; 1979; *chirp* de acordo com ALEXANDER, 1957; 1961; OTTE, 1987; OTTE; CADE, 1984; OTTE et al.,

1988; WEISSMAN et al., 1980; OTTE; PECK, 1997; WALKER, 2001; ALEXANDER; WALKER, 1962);

- Duração da frase: período entre o início da primeira nota ao final da última nota de uma frase (*chirp length* segundo OTTE, 1987; *chirp duration* de acordo com OTTE et al., 1988);

- Taxa de frases: número de frases emitidas durante um período (*chirps per second* de acordo com OTTE, 1987; OTTE; CADE, 1984; OTTE et al., 1988; WALKER, 2001; *chirp rate* segundo ALEXANDER, 1961; ALEXANDER; WALKER, 1962; *chirps per minute* de acordo com ALEXANDER, 1957; WEISSMAN et al., 1980);

- Freqüência: taxa de batida do *scraper* nos dentes (*toothstrike rate* de acordo com ALEXANDER, 1957; *frequency* segundo ALEXANDER; WALKER, 1962);

- Freqüência dominante: freqüência emitida com a maior parte da energia acústica (*midpoint of frequency* de acordo com OTTE, 1987; *carrier frequency* segundo JANG; GERHARDT, 2006)

- Banda de freqüência: banda entre a freqüência mais baixa e a mais alta (*bande de fréquence* segundo LEROY, 1966).

- Oscilograma: gráfico da repartição temporal das emissões acústicas em função da amplitude (LEROY, 1979).

- Sonograma: gráfico da repartição temporal das emissões acústicas em função da freqüência (LEROY, 1979).

Os sons disponíveis em endereços eletrônicos foram analisados no software Avisoft SasLab Light para a composição de sonogramas, através de método padronizado, incluindo a duração das notas, duração das frases, taxa de notas e de frases, freqüência dominante e banda de freqüência.

Para a obtenção do tempo de duração das notas e frases foram analisadas cinco notas por sonograma. Não foram incluídos na duração das frases os pequenos agrupamentos de ciclos sonoros que as precedem. As taxas de notas foram calculadas a partir de cinco períodos de notas e as taxas de frases em trechos de 10 s, sendo calculado o número de frases em um minuto. Em alguns arquivos de som foi necessária a utilização de trechos menores, devido à qualidade do registro ou à duração.

Para as espécies que não possuem arquivos de sons disponíveis em endereços eletrônicos, utilizou-se os mesmos oscilogramas ou sonogramas apresentados na publicação original. No caso das espécies que, além da

representação gráfica na literatura, também possuíam arquivos de sons disponíveis em endereços eletrônicos, optamos por apresentar apenas os sonogramas por nós confeccionados no software Avisoft. Esta medida foi adotada para padronizar a apresentação gráfica, com exceção nos casos em que existiam diferenças marcantes entre o som exposto na literatura e os sons disponíveis em sites.

Resultados

Foram encontradas informações do som de chamado de 33 espécies de *Gryllus* na literatura e/ou em arquivos de som disponíveis em endereços eletrônicos. Destas, apenas *G. alogus* Rehn, 1902, *G. personatus* Uhler, 1864, *G. vernalis* Blatchley, 1920 e *G. texensis* Cade e Otte, 2000 não possuem mensurações da fileira estridulatória. Adicionalmente às 29 espécies que possuem a combinação de informações sonoras e da fileira, há outras 16 que apresentam apenas dados de mensurações da fileira, o que totaliza 49 espécies com informações do som de chamado e/ou da fileira estridulatória (Tab. 1), descritos a seguir:

1 – *G. abditus* Otte e Peck, 1997: som de chamado emitido em frases com duas notas, sendo o período da primeira nota entre 0,022 e 0,032 s e a frequência dominante entre 5 e 5,5 kHz a 26°C (Fig. 1); fileira com 170 a 188 dentes (OTTE; PECK, 1997).

2 – *G. abingdoni* Otte e Peck, 1997: 145 a 190 dentes (OTTE; PECK, 1997), sem informações sonoras disponíveis.

3 – *G. alogus* Rehn, 1902: arquivo de som disponível com o código S93-59, R93-37 em WALKER e MOORE (2008); som com muita reverberação, registrado por D. B. Weissman a 25°C e digitalizado a 44,1kHz: som de chamado emitido em frases com duas notas principais e um pequeno agrupamento de ciclos sonoros precedendo-as (Fig. 2); as frases possuem duração de 0,042 a 0,046 s; entre as notas principais, a primeira possui menor duração, sendo de 0,016 s na primeira e 0,020 s na segunda; emissão de 37 a 42 notas/s e 480 frases/min; frequência dominante de 4,4 kHz e banda de frequência entre 3,4 e 5,2 kHz.

4 – *G. argenteus* (Chopard, 1954): 120 dentes (OTTE; CADE, 1984), sem informações sonoras disponíveis.

5 – *G. argentinus* Saussure, 1874: frases emitidas regularmente à taxa de 90 a 150/min; frases com duas notas principais, muitas vezes precedidas de uma ou

duas notas pequenas (Fig. 3A); as frases com duas notas duram de 0,06 a 0,08 s; frequência dominante de 4,1 kHz (LEROY, 1966; 1979). Fileira com 159 dentes (130 a 189) (CORBEL, 1963; LEROY, 1966) e 4,09 mm (3,4 a 5,19) de comprimento (CORBEL, 1963). As notas principais possuem em média 120 ciclos sonoros (110 a 130), o que corresponde a raspagem de 80% dos dentes da fileira, já as notas pequenas são bastante breves (0,005 s) e possuem em média 20 ciclos sonoros, o que corresponde a 15% dos dentes raspados (LEROY, 1966). Os resultados dos espécimes do extremo sul do Brasil analisados por Martins e Zefa (em preparação) diferem em alguns aspectos dos apresentados por Leroy (1966), sendo: frequência dominante de 4,9 kHz (4,6 a 5,1), com banda de frequência entre 4 e 5,7 kHz, média de 155 ciclos sonoros (131 a 172) por nota principal; frases com duração média de 0,089 s (0,079 a 0,098, entre 24 e 26°C) e 114 frases/min (72 a 162, entre 24 e 26°C); fileira com média de 4,65 mm de comprimento (4,16 a 5,10) e 187 dentes (159 a 205). Adicionalmente aos resultados apresentados por Leroy (1966; 1979), as notas principais possuem média de 0,032 s (0,028 a 0,035) e taxa de 19,14 notas/s (17,54 a 22,73, entre 24 e 26°C) (Fig. 3B, registrado a 24,3°C e digitalizado a 22,05 kHz). Arquivos dos sons de chamado serão disponibilizados na base de dados da *Orthoptera Species File Online* (EADES; OTTE, 2008).

6 – *G. assimilis* (Fabricius, 1775): com distribuição e taxonomia bastante confusa, situação que origina resultados divergentes na morfologia, morfometria e bioacústica. Segundo Weissman et al. (1980), o som de chamado desta espécie é caracterizado por frases com 11 a 17 notas, sendo estas emitidas a uma média de 60 frases/min (25 a 100, 80 à 25°C) e 31 a 63 notas/s (Fig. 4A, registrado a 20°C); fileira com $3,9 \pm 0,5$ mm de comprimento (2,9 a 4,6), $121,4 \pm 8,8$ dentes (106 a 143) e $32,1 \pm 4,6$ dentes/mm (26,7 a 44). Nickle e Walker (1974) caracterizaram a fileira estridulatória de *G. assimilis* com comprimento de $3,2 \pm 0,2$ mm (2,6 a 3,5), 113 ± 5 dentes (variando de 102 a 121) e 36 ± 2 dentes/mm (33 a 39). Segundo Alexander e Walker (1962) esta espécie possui 105 a 124 dentes e seu som de chamado é uma sucessão de frases intensas, sendo distinguida de todas as espécies norte-americanas pela rápida taxa de notas, 90 notas/s a 26,5°C, e taxa de frases bastante lenta, 60 frases/min; a frequência dominante é de cerca de 4 kHz e cada frase contém oito ou nove notas (Fig. 4B). Segundo Leroy (1966) o som de chamado de *G. assimilis* é uma série de frases compostas por seis a dez notas (geralmente sete), sendo a duração das frases de 0,09 a 0,16 s; 60 notas/s e de 30 a 50 frases/min;

cada nota tem em média 0,011 s (0,007 a 0,012) e possui 30 a 55 ciclos sonoros que corresponde de 30 a 50% dos dentes raspados; a duração dos intervalos entre as notas é de 0,05 a 0,10 s; banda de frequência entre 3,6 e 4 kHz; 115 dentes. Dois arquivos de som de chamado estão disponíveis (WALKER; MOORE, 2008), som analisado com o código WTL483-16, registrado por T. J. Walker a 24,5°C e digitalizado a 44,1kHz: o som de chamado é caracterizado por frases com seis ou sete notas, a taxa de notas é decrescente ao longo da frase, 100 notas/s ao início e de 59 a 72 notas/s ao final, taxa de 42 frases/min; frequência dominante de 3,4 kHz e banda de frequência entre 2,8 e 4,3 kHz; as notas apresentam duração irregular ao longo da frase, variando de 0,006 a 0,013 s, sendo que as iniciais apresentam duração mais breve que as demais; duração de 0,066 a 0,071 s nas frases com seis notas e de 0,082 a 0,083 s com sete notas (Fig. 4C).

7 – *G. bellicosus* Otte e Cade, 1984: frases breves com quatro, cinco ou seis notas; frases amplamente espaçadas (0,5 a 0,73 frases/s; 30 a 43,8 frases/min) e taxa de 36 a 39,6 notas/s a 21°C; frequência dominante entre 3,1 e 3,3 kHz (Fig. 5, registrado a 21°C); fileira estridulatória com 122 dentes (OTTE; CADE, 1984).

8 – *G. bimaculatus* De Geer, 1773: frases com três, quatro ou cinco notas (LEROY, 1966; OTTE et al., 1988; OTTE; CADE, 1984), com taxa de 18,2 à 30,9 notas/s e 1,7 à 3,9 frases/s (102 a 234 frases/min) entre 19,5 e 26,4°C; frequência dominante entre 4,3 e 5,6 kHz (OTTE et al., 1988). Fileira estridulatória com 145 a 160 dentes (OTTE; CADE, 1984). A duração das notas varia entre 0,014 e 0,024 s e compreendem de 60 a 125 ciclos sonoros, o que corresponde a raspagem de 30 a 80% dos dentes; frases excepcionalmente emitidas com duas notas (LEROY, 1966). Quinze arquivos de som de chamado disponíveis (RIEDE et al., 2008): sons analisados com os códigos grbi8005 e grbi8004 registrados por K.-G. Heller a 22,5°C em laboratório, digitalizados a 44,1kHz – sons de chamado emitidos em frases com três (grbi8005, Fig.6A) e quatro notas (grbi8004, Fig. 6B), a duração das frases de três notas variando de 0,089 a 0,093 s e as de quatro notas de 0,128 a 0,133 s; as notas variando de 0,017 s a 0,022 s; taxa de 150 a 156 frases/min e de 25 a 27 notas/s; som com código cs12r005, registrado por G.H. Schmidt a 19°C em laboratório, digitalizado a 44,1kHz – som emitido em frases com quatro e cinco notas (Fig. 6C), as frases com quatro notas variando entre 0,154 e 0,162 s e com cinco notas de 0,200 a 0,210 s; as notas variando de 0,024 a 0,029 s; taxa de 20 a 23

notas/s e de 138 frases/min. Freqüência dominante de 4,4 a 5,1 kHz e banda de freqüência entre 3,4 e 5,9 kHz (para os três arquivos sonoros).

9 – *G. braueri* (Karny, 1910): frases breves, variavelmente espaçadas com sete, oito ou nove notas, caracterizadas por quatro a seis notas iniciais emitidas rapidamente seguidas por três notas mais lentas (Fig. 7, registrado a 26°C); trecho mais rápido da frase com 88 a 89,8 notas/s e trecho mais lento com 46,8 a 52,5 notas/s, sendo a média geral da frase de 68 a 70,3 notas/s e taxa de 0,69 a 0,88 frases/s (41 a 53 frases/min) a 26°C; freqüência dominante entre 4,3 e 4,4 kHz; fileira com 103 a 107 dentes (OTTE; CADE, 1984).

10 – *G. brevicaudus* Weissman, Rentz e Alexander, 1980: o som de chamado é uma série de frases com três a seis notas (geralmente quatro ou cinco), média de 130 frases/min (60 a 216; 150 à 25°C) e 20 a 33 notas/s; comprimento da fileira de $2,7 \pm 0,3$ mm (2,2 a 3,3), $121,8 \pm 6,6$ dentes (110 a 135) e $46,1 \pm 6$ dentes/mm (38,5 a 61,4) (WEISSMAN et al., 1980). Dois arquivos de som de chamado disponibilizados (WALKER; MOORE, 2008), som analisado com o código S92-44, R92-9 registrado por D. B. Weissman a 27.0°C, digitalizado a 44,1kHz: som contendo frases com quatro notas e um pequeno agrupamento de ciclos sonoros precedendo as frases (Fig. 8); as notas apresentam duração irregular ao longo da frase, variando de 0,008 a 0,021 s, as notas iniciais apresentando duração mais breve que as demais; duração das frases de 0,107 a 0,112 s; taxa de 26 a 33 notas/s e 90 frases/min; freqüência dominante de 5,1 kHz e banda de freqüência entre 4 e 6,4 kHz.

11 – *G. campestris* Linnaeus, 1758: frases contendo três ou quatro notas com taxas de 150 a 250 frases/min; a duração das frases varia de 0,07 a 0,11 s (três notas) e 0,11 a 0,13 s (quatro notas); as notas possuem duração de 0,018 a 0,024 s, sendo a primeira nota mais breve com 0,011 a 0,02 s; o número de ciclos sonoros de cada nota varia de 45 a 110, o que corresponde à raspagem de 35 a 65% dos dentes da fileira; banda de freqüência entre 3,5 e 5 kHz; esta espécie parece ter uma preferência diurna para a estridulação (LEROY, 1966). Fileira com $4,42 \pm 0,32$ mm (3,6 a 5,4) de comprimento e $151 \pm 10,21$ dentes (125 a 169) (CORBEL, 1963). Dez sons de chamado disponibilizados em Riede et al. (2008), som analisado código grcawi01, registrado em laboratório por Fer Willemse a 21°C e digitalizado a 44,1kHz: som de chamado emitido em frases contendo três ou quatro notas (raramente duas ou cinco) (Fig. 9); duração de 0,096 a 0,104 s para frases com três

notas e de 0,131 a 0,148 s para frases com quatro notas; as notas apresentam duração irregular ao longo da frase, variando de 0,012 a 0,026 s, sendo as notas iniciais mais breves que as demais; de 21 a 28 notas/s e 144 frases/min; frequência dominante de 4,8 kHz e banda de frequência entre 3,8 e 5,5 kHz.

12 – *G. capitatus* Saussure, 1874: som de chamado composto por uma sucessão de frases emitidas em taxas lentas de 20 a 60 frases/min, emitidas em séries homogêneas com duas ou três notas, ou em séries heterogêneas de duas a seis notas; a duração das frases com duas notas é 0,06 s, com três notas é de 0,08 a 0,09 s, com quatro notas de 0,09 a 0,12 s e com seis notas 0,13 s; a duração das notas varia de 0,007 a 0,022 s e os intervalos entre as notas apresentam duração maior que o das mesmas; fileira com 133 dentes, sendo o número de dentes raspados a cada fechamento das tégminas de 5 a 85%; frequência por volta de 4,2 kHz (LEROY, 1966) (Fig. 10).

13 – *G. carvalhoi* (Chopard, 1961): 121 dentes (OTTE; CADE, 1984), sem informações sonoras disponíveis.

14 – *G. cayensis* (Walker, 2001): registro de apenas um macho em laboratório, estridulação pouco intensa em frases contendo três ou quatro notas, emitidas a uma taxa de aproximadamente 2,4 frases/s (144 frases/min) e 33 notas/s; a frequência principal das notas é de 10,8 kHz com frequência secundária entre 6 e 9 kHz; fileira estridulatória com 2,26 a 2,74 mm de comprimento, 100 a 110 dentes e de 40,15 a 44,25 dentes/mm (WALKER, 2001). Sem representação gráfica do som na literatura e apenas um arquivo de som disponibilizado com qualidade ruim, registrado a 22°C e digitalizado a 44,1kHz (WALKER; MOORE, 2008) (Fig. 11).

15 – *G. chappuisi* (Chopard, 1938): som de chamado em agrupamentos de três a seis frases; dois sons disponíveis (RIEDE et al., 2008): 1) frases com duas notas (raramente uma; Fig. 12A), duração das frases de 0,024 a 0,027 s e das notas de 0,009 a 0,012 s, geralmente a primeira sendo 0,001 ou 0,002 s mais breve que a segunda; de 62 a 77 notas/s e 420 frases/min; som registrado por G. H. Schmidt a 29°C em laboratório, digitalizado a 44,1kHz, código cs07g013; 2) frases com uma ou duas notas (raramente três; Fig. 12B); som registrado por G.H. Schmidt em laboratório com 29°C, digitalizado a 44,1kHz, código cs07g014; frequência dominante de 5,2 kHz e banda de frequência entre 4,3 e 6,2 kHz. Fileira estridulatória com 126 dentes (OTTE; CADE, 1984).

16 – *G. cohni* Weissman, 1980: o som de chamado é um *trill* intermitente com 34 notas/s, sendo a duração de cada seção do *trill* de 0,5 a 0,8 s e intervalo de 0,1 a 0,2 s entre as seções (a 25°C); em temperaturas mais altas (29°C) ocorrem seções de notas mais uniformes (Fig. 13); comprimento da fileira de $2,8 \pm 0,2$ mm (2,5 a 3,0), $124,2 \pm 9,4$ dentes (116 a 140) e 45 ± 3 dentes/mm (41,4 a 48,6) (WEISSMAN et al., 1980).

17 – *G. conradti* (Bolivar, 1910): 140 dentes (OTTE; CADE, 1984), sem informações sonoras disponíveis.

18 – *G. darwini* Otte e Peck, 1997: 155 a 173 dentes (OTTE; PECK, 1997), sem informações sonoras disponíveis.

19 – *G. firmus* Scudder, 1902:

a) *G. firmus firmus* Scudder, 1902: frases contendo três (ALEXANDER, 1961), quatro, cinco ou seis notas (geralmente quatro) (ALEXANDER, 1957), sendo a primeira muito mais breve e com banda de frequência mais estreita (Fig. 14A, seta) (ALEXANDER, 1961), média de 18 notas/s (17 a 19) e comumente 100 a 120 frases/min (56 a 168) (ALEXANDER, 1957). Sonograma muito parecido com o de *G. pennsylvanicus* e *G. veletis* (ALEXANDER, 1961). Fileira estridulatória com $3,8 \pm 0,3$ mm (3,3 a 4,4) de comprimento, 185 ± 13 dentes (166 a 210) e 48 ± 3 dentes/mm (42 a 53) (NICKLE, WALKER, 1974). Dois arquivos de som de chamado disponibilizados (WALKER; MOORE, 2008), código do som analisado WTL481-24, registrado por T. J. Walker a 24.8°C e digitalizado a 44,1kHz: som de chamado em frases com duas, três ou quatro notas, além de um pequeno agrupamento de ciclos sonoros precedendo a frase (Fig. 14B), duração das notas variando de 0,025 a 0,037 s, geralmente a primeira nota de cada frase é mais breve que as demais; duração de 0,092 a 0,096 s para as frases com duas notas, de 0,161 a 0,166 s para as de três notas e de 0,233 a 0,245 s para as de quatro notas; 14 a 16 notas/s e 120 frases/min; frequência dominante de 3,6 kHz e banda de frequência entre 3,1 e 4,3 kHz.

b) *G. firmus bermudensis* Caudell, 1903: frases emitidas regularmente à taxa de 60/min, constituídas de três a seis notas (geralmente cinco) e duração variando de 0,25 a 0,45 s; as notas dentro de uma frase são raramente idênticas, as iniciais sendo mais breves (0,01 a 0,02 s e com 40 a 80 ciclos sonoros) e as últimas mais duradouras (0,05 s com até 170 ciclos sonoros) (Fig. 14C); a porcentagem de dentes raspados a cada nota oscila entre 30 e 99%; a frequência se situa por volta de

3,8kHz (LEROY, 1966). Fileira estridulatória com $3,7 \pm 0,39$ mm (2,9 a 5) de comprimento e $171 \pm 12,75$ dentes (150 a 199) (CORBEL, 1963).

20 – *G. fultoni* (Alexander, 1957): frases com três notas (ALEXANDER, 1957; JANG; GERHARDT, 2006), ocorrendo também frases com duas ou quatro notas; 43 a 50 notas/s e de 300 a 360 frases/min (176 a 420) a 29°C (ALEXANDER, 1957). Fileira com $2,8 \pm 0,2$ mm (2,2 a 3,1) de comprimento, 115 ± 8 dentes (100 a 133) e 41 ± 2 dentes/mm (37 a 46) (NICKLE, WALKER, 1974). Freqüência dominante de aproximadamente 4,5 kHz (WALKER, 2001). Dois arquivos de som de chamado disponibilizados (WALKER; MOORE, 2008), código do som analisado WTL484-12, registrado por T. J. Walker a 24,5°C e digitalizado a 44,1kHz: som de chamado emitido em frases com três notas, sendo a primeira mais breve, entre 0,004 e 0,008 s, e as demais com 0,010 a 0,014 s; as frases duram de 0,049 a 0,053 s; 42 a 53 notas/s e 210 frases/min; freqüência dominante de 4,6 kHz e banda de freqüência entre 3,7 e 5,2 kHz (Fig. 15).

21 – *G. galapageius* Scudder, 1893: frases com duas a 16 notas, sendo o período da primeira nota entre 0,015 e 0,026 s e a freqüência dominante entre 4,4 e 5,3 kHz a 28°C (Fig. 16); fileira com 145 a 190 dentes (OTTE; PECK, 1997).

22 – *G. genovesa* Otte e Peck, 1997: 155 a 178 dentes (OTTE; PECK, 1997), sem informações sonoras disponíveis.

23 – *G. insularis* Scudder, 1876: fileira estridulatória com $138,6 \pm 7,1$ dentes (131 a 147), $3,2 \pm 0,4$ mm (2,6 a 3,6) de comprimento e $43,9 \pm 5$ dentes/mm (38,1 a 50,4) (WEISSMAN et al., 1980), sem informações sonoras disponíveis.

24 – *G. integer* Scudder, 1901: frases com três notas (raramente duas), média de 1000 frases/min (700 a 1400) e de 43 a 70 notas/s a 25°C; comprimento da fileira de $3,2 \pm 0,3$ mm (2,8 a 4,1), $136 \pm 11,8$ dentes (115 a 152) e $41,7 \pm 3,5$ dentes/mm (33,1 a 46,1) (WEISSMAN et al., 1980). Quatro arquivos de som de chamado disponíveis em Walker e Moore (2008): 1) agrupamentos contendo frases com duas ou três notas (Fig. 17A), sendo a duração das notas de 0,009 a 0,011 s, das frases com duas notas de 0,025 a 0,027 s e das frases com três notas de 0,041 a 0,043 s; 56 a 67 notas/s e 660 frases/min; freqüência dominante de 4,8 kHz e banda de freqüência entre 4,1 e 5,5 kHz, som registrado por D. B. Weissman a 25°C; digitalizado a 44,1kHz, código S98-95, R98-129; 2) agrupamentos de frases mais marcados que no som anterior, sendo cada agrupamento formado por duas seções, a primeira é uma frase com aproximadamente 10 notas seguida por diversas frases

com duas ou três notas (Fig. 17B); som registrado por D. B. Weissman com 26°C; *sampling rate of 44,1kHz*, código S98-65, R98-91.

25 – *G. isabela* Otte e Peck, 1997: frases com duas a seis notas, sendo o período da primeira nota entre 0,021 e 0,031 s e a frequência dominante entre 4,5 e 5,2 kHz a 26°C (Fig. 18); fileira com 125 a 211 dentes (OTTE; PECK, 1997).

26 – *G. jallae* Giglio-Tos, 1907: 100 dentes (OTTE; CADE, 1984), sem informações sonoras disponíveis.

27 – *G. kapushi* Otte, 1907: 122 dentes (OTTE, 1987), sem informações sonoras disponíveis.

28 – *G. krugeri* Otte, Toms e Cade, 1988: som de chamado emitido em uma sucessão de frases breves, com notas emitidas em taxas rápidas de 61,9 a 79,7 notas/s (Fig. 19), cada frase com quatro notas e emitidas na taxa de 0,8 a 2,1 frases/s (48 a 126 frases/min); frequência dominante entre 3,8 e 4,2 kHz; sons registrados entre 20,4 e 29,7°C; fileira estridulatória com 88 a 96 dentes (OTTE et al., 1988). Otte (1987) descreveu *G. kapushi* e *G. mzimba*, no entanto, em uma tabela o autor apresentou os resultados do som de chamado de *G. krugeri*, descrita por Otte et al. (1988).

29 – *G. lineaticeps* Stål, 1861: frases com seis a 10 notas (geralmente sete ou oito), média de 175 frases/min (80 a 300; 200 a 25°C) e de 32 a 83 notas/s; comprimento da fileira estridulatória de $3,4 \pm 0,2$ mm (3,0 a 3,9), $134 \pm 8,9$ dentes (115 a 153) e $40 \pm 2,5$ dentes/mm (33,3 a 46) (WEISSMAN et al., 1980). Dois arquivos de som de chamado disponibilizados (WALKER; MOORE, 2008), som analisado código S92-44, R92-11 registrado por D. B. Weissman a 25°C e digitalizado a 44,1kHz: som de chamado emitido em frases com sete ou oito notas (apenas uma frase com nove) (Fig. 20); a duração das notas varia de 0,006 a 0,010 s, as frases com sete notas de 0,099 a 0,101 s e as com oito notas de 0,110 a 0,112 s; 62 a 71 notas/s e 168 frases/min; frequência dominante de 4,7 kHz e banda de frequência entre 3,6 e 5,5 kHz.

30 – *G. luctuosus* (Bolivar, 1910): 118 dentes (OTTE; CADE, 1984), sem informações sonoras disponíveis.

31 – *G. marchena* Otte e Peck, 1997: 148 a 164 dentes (OTTE; PECK, 1997), sem informações sonoras disponíveis.

32 – *G. maunus* Otte, Toms e Cade, 1988: som de chamado emitido em pequenas frases com nove ou dez notas com taxa de notas bastante rápida, 72 a

110 notas/s, e frases bastante espaçadas, aproximadamente 0,3 frases/s (18 frases/min); frequência dominante entre 3,5 e 3,6 kHz (Fig. 21); o som é bastante intenso, podendo ser ouvido a 500 metros de distância; sons registrados entre 20 e 21,1°C; fileira estridulatória com 79 a 89 dentes (OTTE et al., 1988).

33 – *G. meruensis* Sjöstedt, 1909: um arquivo de som de chamado disponível (RIEDE et al., 2008), código cs07g011, registrado por G. H. Schmidt em laboratório a 29°C, digitalizado a 44,1kHz: som emitido em agrupamentos de três a 11 frases, cada frase com duas notas, excepcionalmente frases com quantidade distinta de notas (Fig. 22); duração das notas de 0,012 a 0,017 s, sendo a primeira nota mais breve que a segunda; duração das frases com duas notas de 0,036 a 0,038 s; 45 a 48 notas/s e 660 frases/min; frequência dominante de 4,9 kHz e banda de frequência entre 4,0 e 5,5 kHz. Fileira estridulatória com 102 dentes (OTTE; CADE, 1984).

34 – *G. mzimba* Otte, 1987: uma a três notas bem espaçadas seguidas por uma frase de aproximadamente um segundo de duração (Fig. 23), frequência dominante de 3,7 kHz; fileira estridulatória com 102 dentes (OTTE, 1987). Otte, em estudo publicado em 1987, apresentou dados adicionais em uma tabela bastante confusa, que não foram adicionados a esta caracterização.

35 – *G. namibius* Otte e Cade, 1984: fileira estridulatória com 93 dentes (OTTE; CADE, 1984), sem informações sonoras disponíveis.

36 – *G. nigrohirsutus* Alexander, 1991: fileira com 93 dentes e 2,3 mm de comprimento (ALEXANDER, 1991), sem informações sonoras disponíveis.

37 – *G. nyasa* Otte e Cade, 1984: 146 a 150 dentes (OTTE; CADE, 1984), sem informações sonoras disponíveis.

38 – *G. ovisopis* Walker, 1974: única espécie do gênero conhecida por não possuir som de chamado (WALKER, 1974). Fileira com 141 ± 8 dentes (126 a 154), $2,7 \pm 0,7$ mm (2,3 a 3,1) de comprimento e 50 ± 4 dentes/mm (45 a 59) (NICKLE; WALKER, 1974).

39 – *G. pennsylvanicus* Burmeister, 1838: frases com três a sete notas (geralmente quatro), taxa de 25 notas/s (24 a 29) e de 120 a 370 frases/min (geralmente entre 150 e 240) (ALEXANDER, 1957). Weissman et al. (1980) apresentaram os seguintes resultados: som de chamado em frases com três, quatro ou cinco notas (geralmente quatro), média de 110 frases/min (70 a 165) e de 16 a 23 notas/s a 25°C; comprimento da fileira de $4,3 \pm 0,3$ mm (3,8 a 4,9), $168,7 \pm 10,9$ dentes (150 a 191) e $39,8 \pm 2,1$ dentes/mm (35,3 a 42,8). Dois arquivos de som de

chamado disponíveis (WALKER; MOORE, 2008), som analisado registrado por T. J. Walker a 24,4°C, digitalizado a 44,1kHz, código WTL489-28: som emitido em frases contendo quatro ou cinco notas, sendo a primeira nota sempre menor em duração e banda de freqüência; as notas variam de 0,016 a 0,032 s, sendo a primeira mais breve que as demais; duração das frases com quatro notas de 0,155 a 0,159 s e de cinco notas de 0,203 a 0,216 s; 19 a 23 notas/s e 84 frases/min; freqüência dominante de 4,7 kHz e banda de freqüência entre 3,8 e 5,3 kHz (Fig. 24).

40 – *G. personatus* Uhler, 1864: dois arquivos de som disponíveis (WALKER; MOORE, 2008), som analisado código S97-90, R97-126, registrado por D. B. Weissman a 26,5°C, digitalizado a 44,1kHz: frases com quatro a seis notas, geralmente cinco (Fig. 25); duração das notas de 0,010 a 0,013 s, sendo a primeira mais breve que as demais; duração das frases com quatro notas de 0,065 a 0,067 s, cinco de 0,080 a 0,083 s e seis 0,108 s; o intervalo entre as notas aumenta ao longo da frase, sendo a taxa de notas decrescente, de 62 a 67 notas/s ao início da frase e de 35 a 45 notas/s ao final; 198 frases/min; freqüência dominante de 4,4 kHz e banda de freqüência entre 3,4 e 5 kHz.

41 – *G. peruviansis* Saussure, 1874: frases com três a sete notas (geralmente cinco) e taxa de 30 a 90 frases/min; a duração das frases varia de 0,14 a 0,21 s para as frases com quatro notas, 0,16 a 0,21 s para as de cinco notas e aproximadamente 0,25 s para as de seis notas; as primeiras duas ou três notas de cada frase são sempre mais breves que as demais; o número de ciclos sonoros varia de 10 a 100 conforme a nota; fileira com 125 dentes (104 a 142), portanto porcentagem de 15 a 95% dos dentes da fileira raspados por nota; freqüência entre 2 e 3 kHz (LEROY, 1966; 1979) (Fig. 26). Segundo Corbel (1963) a fileira de *G. peruviansis* apresenta $2,57 \pm 0,34$ mm (1,9 a 3,29) de comprimento e $101 \pm 8,02$ dentes (85 a 129).

42 – *G. rixator* Otte e Cade, 1984: frases com cinco ou seis notas, sendo as frases separadas em duas seções, a primeira com três ou quatro notas e a segunda com duas notas (Fig. 27, som registrado a 22°C), e o intervalo entre as duas seções maior que entre as demais notas; a taxa de emissão das frases é de 0,22 a 1,2 frases/s (13 a 72 frases/min) e das notas é de 39,8 a 48 notas/s, registrados entre 22 e 30°C; freqüência dominante entre 3,2 e 3,8 kHz; fileira estridulatória com 110 dentes (OTTE; CADE, 1984).

43 – *G. rubens* Scudder, 1902: o som de chamado é um *trill* (ALEXANDER, 1957; 1961) com taxa de 60 notas/s a 29°C (ALEXANDER, 1957). Fileira com $2,7 \pm 0,2$ mm (2,3 a 3,2) de comprimento, 103 ± 7 dentes (91 a 117) e 40 ± 2 dentes/mm (34 a 42) (NICKLE, WALKER, 1974). Três arquivos de som de chamado disponibilizados (WALKER; MOORE, 2008), dois sons analisados: 1) séries de *trills* durando aproximadamente três segundos e as notas 0,01 s; 53 a 59 notas/s; som registrado por T. J. Walker a 25,4°C, digitalizado a 44,1kHz, código WTL482-189b (Fig. 28A); 2) séries de *trills* irregulares variando de 1,2 s a 10 s, sendo que estas séries apresentam repetidas “falhas” de notas; som registrado por T. J. Walker a 24°C, digitalizado a 44,1kHz, código WTL482-61 (Fig. 28B); frequência dominante de 4,7 kHz e banda de frequência entre 3,8 e 5,7 kHz em ambos os sons.

44 – *G. texensis* Cade e Otte, 2000: o som de chamado é composto por *trills* com durações variáveis produzidos a uma média de 80 notas/s a 25°C (WALKER, 1998; CADE; OTTE, 2000). Dois arquivos de som de chamado estão disponíveis em Walker e Moore (2008), som analisado código WTL479-12, registrado por T. J. Walker a 26°C, *sampling rate of* 44,1kHz: som emitido em séries de *trills* breves possuindo eventuais falhas, a duração das séries varia de 0,19 a 0,63 s (Fig. 29); notas com duração de 0,007 a 0,009 s; 77 a 91 notas/s; frequência dominante de 4,7 kHz e banda de frequência entre 4 e 5,5 kHz.

45 – *G. veletis* (Alexander e Bigelow, 1960): frases com três a cinco notas (raramente duas), média de 150 frases/min (80 a 180; 120 a 25°C) e 12 a 16 notas/s (a 25°C); fileira com $3 \pm 0,2$ mm (2,5 a 3,4) de comprimento, $131,9 \pm 9,9$ dentes (116 a 156) e $43,8 \pm 3,2$ dentes/mm (37,9 a 49,3) (WEISSMAN et al., 1980). Dois arquivos de som de chamado disponíveis em Walker e Moore (2008), som analisado código WTL488-4, registrado por T. J. Walker a 25,6°C e digitalizado a 44,1kHz: som emitido em frases com quatro notas (uma frase com cinco), sendo a primeira bastante breve em comparação as demais (Fig. 30), característica também presente no oscilograma apresentado por Weissman et al. (1980); duração da primeira nota de 0,006 a 0,008 s e das demais de 0,016 a 0,024 s; duração das frases com quatro notas de 0,107 a 0,117s e com cinco notas 0,153 s; 26 a 30 notas/s e 150 frases/min; frequência dominante de 4,9 kHz e banda de frequência entre 3,8 e 5,5 kHz.

46 – *G. vernalis* Blatchley, 1920: frases com três notas (ALEXANDER, 1957; JANG; GERHARDT, 2006), ocorrendo também frases com duas ou quatro notas;

taxa de 180 a 200 frases/min (108 a 246) e de 30 a 33 notas/s a 29°C (ALEXANDER, 1957). Dois arquivos de som de chamado disponíveis em Walker e Moore (2008), som analisado código WTL1996-20, registrado por T. J. Walker a 25°C, digitalizado a 44,1kHz: som emitido em frases com duas, três ou quatro notas, algumas frases com um pequeno agrupamento de ciclos sonoros precedendo a frase (Fig. 31), característica também presente no sonograma apresentado por Alexander (1957); duração das frases com duas notas de 0,029 a 0,033 s, com três notas de 0,049 a 0,052 s e com quatro notas de 0,071 a 0,083 s; duração das notas variando entre 0,006 e 0,014 s, geralmente a primeira nota sendo a mais breve da frase; 38 a 59 notas/s e 312 frases/min; frequência dominante de 4,4 kHz e banda de frequência entre 3,4 e 5,2 kHz.

47 – *G. vocalis* Scudder, 1901: frases com duas ou três notas (raramente quatro), média de 250 frases/min (150 – 420; 220 a 25°C) e de 20 a 42 notas/s (25 a 42 a 25°C); comprimento da fileira de $3,4 \pm 0,2$ mm (3,1 a 3,7), $143 \pm 10,7$ dentes (116 a 164) e $40,7 \pm 1,8$ dentes/mm (38,5 a 43,5) (WEISSMAN et al., 1980). Dois arquivos de som de chamado disponibilizados (WALKER; MOORE, 2008), som analisado código S97-60, R97-71, registrado por D. B. Weissman a 23,5°C, digitalizado a 44,1kHz: som caracterizado pela emissão de frases irregularmente espaçadas, cada frase com três notas, sendo a primeira de menor duração e com banda de frequência mais restrita (Fig. 32); duração das notas variando entre 0,012 e 0,027 s, sendo a duração das notas crescente ao longo da frase; duração das frases variando de 0,082 a 0,085 s; 29 a 32 notas/s e 252 frases/min; frequência dominante de 3,6 kHz e banda de frequência entre 2,8 e 4,3 kHz.

48 – *G. zaisi* Otte, Toms e Cade, 1988: 10 notas por frase, taxa de 52,7 notas/s a 26,3°C e frequência dominante de 3,2 kHz; fileira com 103 dentes (OTTE et al., 1988). Esta espécie não possui representação gráfica do som de chamado nem sons disponíveis em endereços eletrônicos, sendo necessário um estudo mais minucioso, visto que Otte et al. (1988) expressaram neste trabalho: “*Two call types were tape-recorded in captivity in the presence of an unrelated female (Larandeicus bicolor). One of these may be the calling song, the other may have been a courtship song.*”.

49 – *G. zambezi* (Saussure, 1877): 105 dentes (OTTE; CADE, 1984), sem informações sonoras disponíveis.

Discussão

Os sons de chamado das espécies de *Gryllus* apresentam grande diversidade de ritmos (ALEXANDER, 1957; 1961; ALEXANDER; WALKER, 1962; LEROY, 1966; 1979; WEISSMAN et al., 1980; OTTE; CADE, 1984; OTTE, 1987; OTTE et al., 1988; OTTE; PECK, 1997; WALKER, 1998; 2001; CADE; OTTE, 2000; JANG; GERHARDT, 2006; RIEDE et al., 2008; WALKER; MOORE, 2008). A maioria das espécies emite frases (*chirps*) e somente *G. cohni*, *G. rubens* e *G. texensis* emitem *trills* (ALEXANDER, 1961; WEISSMAN et al., 1980; CADE; OTTE, 2000). Segundo Alexander (1962a) e Otte (1992) os *trills* representam a condição menos derivada dentre os Grylloidea.

Uma característica comum nas frases das espécies analisadas foi a presença da primeira nota mais breve que as demais, presente em *G. bellicosus*, *G. rixator* (OTTE; CADE, 1984), *G. brevicaudus*, *G. pennsylvanicus*, *G. vocalis* (WEISSMAN et al., 1980; WALKER; MOORE, 2008), *G. campestris* (LEROY, 1966; RIEDE et al., 2008), *G. alogus*, *G. assimilis*, *G. fultoni*, *G. personatus*, *G. veletis* (WALKER; MOORE, 2008), *G. chappuisi*, *G. meruensis* (RIEDE et al., 2008), *G. firmus* (ALEXANDER, 1961; LEROY, 1966; WALKER; MOORE, 2008), *G. vernalis* (ALEXANDER, 1957; WALKER; MOORE, 2008) e *G. peruviansis* (LEROY, 1966), representando mais de 50% das espécies que emitem frases.

Algumas espécies, tais como *G. argentinus* (LEROY, 1966; MARTINS; ZEFA, em preparação), *G. bimaculatus* (LEROY, 1966; OTTE; CADE, 1984; RIEDE et al., 2008) e *G. campestris* (LEROY, 1966; RIEDE et al., 2008) apresentam frases em um padrão temporal uniforme e com número de notas quase constante. Por outro lado, *G. Isabela* e *G. galapageius* (OTTE; PECK, 1997) possuem sons de chamado complexos, com frases constituídas de diferentes quantidades de notas emitidas em ritmos distintos.

Considerando as espécies que emitem sons de chamado com a predominância de duas notas destacam-se *G. abditus* (OTTE; PECK, 1997), *G. vocalis* (WEISSMAN et al., 1980), *G. argentinus* (LEROY, 1966; 1979), *G. alogus*, *G. chappuisi* e *G. meruensis* (WALKER; MOORE, 2008). *G. abditus* e *G. argentinus* não podem ser distinguidas pela quantidade de dentes da fileira, mas as notas da primeira espécie são muito mais breves que as da segunda. *G. alogus* difere de *G. argentinus* por possuir notas e frases mais breves, além das duas notas de *G.*

alogus possuírem durações distintas. *G. abditus* e *G. vocalis* distinguem-se pelo número de dentes da fileira e pela freqüência dominante, além da emissão de frases com três notas em *G. vocalis*. *G. chappuisi* e *G. meruensis* emitem frases agrupadas, o que as diferem de *G. abditus*, *G. alogus*, *G. argentinus* e *G. vocalis*.

G. chappuisi e *G. meruensis* apresentam sons de chamado semelhantes (RIEDE et al., 2008). As localidades tipos destas espécies estão distantes 300 km no continente africano e suas análises morfológicas e morfométricas foram realizadas a partir de um espécime (holótipo), além dos desenhos das genitálias não apresentarem detalhamento suficiente para distinguí-las (OTTE; CADE, 1984). As análises sonoras de *G. chappuisi* e *G. meruensis* apresentadas neste trabalho devem ser tratadas com cuidado até que novos estudos sejam realizados.

G. pennsylvanicus e *G. veletis* são exemplos clássicos de espécies que ocorrem em simpatria nos Estados Unidos e não podem ser distinguidas através de morfologia externa ou som de chamado, diferindo apenas pela sazonalidade (ALEXANDER; BIGELOW, 1960; WALKER; MOORE, 2008). No entanto, as análises dos sons de chamado indicaram que a duração das frases pode ser importante para distinguí-las, sendo necessários mais registros sonoros para tal afirmação. No momento, uma diferenciação mais segura entre *G. pennsylvanicus* e *G. veletis* pode ser realizada utilizando a quantidade de dentes e o comprimento da fileira (WEISSMAN et al., 1980).

G. vernalis e *G. fultoni* também ocorrem em simpatria em algumas localidades dos Estados Unidos (JANG; GERHARDT, 2006), mas podem ser distinguidas através da morfologia externa (ALEXANDER, 1957) e das taxas de notas e frases dos sons de chamado (JANG; GERHARDT, 2006).

G. rubens e *G. texensis* ocorrem em simpatria e sincronia em algumas localidades nos Estados Unidos e não podem ser distinguidas pela morfologia, sendo diferenciados pela taxa de notas e pelo *trill*, o qual é mais interrompido na última espécie (WALKER, 1998).

Existe a possibilidade dos espécimes de *G. assimilis* do sudoeste dos Estados Unidos pertencerem a outro táxon (WEISSMAN et al., 1980; MARTINS; ZEFA, em preparação). *G. assimilis* há muito tempo trata-se de um táxon problemático no continente americano devido às inúmeras sinonimizações e registros de ocorrência equivocados realizados desde o início do século XX. Dessa forma, torna-se necessária uma revisão taxonômica, principalmente na América do

Sul, ignorando-se os registros de ocorrência, na tentativa de esclarecer a taxonomia de *G. assimilis* e facilitar a determinação de outros táxons. Utilizando-se toda a informação disponível para essa espécie, seria possível rever a sinonimização de todas as espécies sul americanas de *Gryllus*, pelos mesmos motivos que levaram Rehn e Hebard (1915) a realizá-la anteriormente.

Agradecimentos: agradecemos à CAPES pela concessão da bolsa e ao CNPQ pelo auxílio financeiro, processo 473045/2007-9.

Referências

- ALEXANDER, R. D. The taxonomy of field crickets of the eastern United States (Orthoptera: Gryllidae: Acheta). **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v.50, n.6, p.584-602, 1957.
- ALEXANDER, R. D. Aggressiveness, territoriality, and sexual behaviour in field crickets (Orthoptera: Gryllidae). **Behaviour**, v.17, p.130–223, 1961.
- ALEXANDER, R. D. Evolutionary change in cricket acoustical communication. **Evolution**, v.16, n.4, p.443-467, 1962a.
- ALEXANDER, R. D. The Role of Behavioral Study in Cricket Classification. **Sist. Zool.**, v.11, n.2, p.53-72, 1962b.
- ALEXANDER, R. D. The evolution of cricket chirps. **Nat. Hist.**, v.75, p.26-31, 1966.
- ALEXANDER, R. D. A review of the genus *Gryllus* (Orthoptera:Gryllidae), with a new species from Korea. **Great Lakes Entomol.**, v.24, n.2, p.79-84, 1991.
- ALEXANDER, R. D.; BIGELOW, R. S. Allochronic speciation in field crickets, and a new species, *Acheta veletis*. **Evolution**, v.14, n.3, p.334-346, 1960.
- ALEXANDER, R. D.; WALKER, T. J. Two introduced field crickets new to eastern United States (Orthoptera: Gryllidae). **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v.55, n.1, p.90-94, 1962.
- BENNET-CLARK, H. C. Songs and the physics of sound production. In: HUBER, F.; MOORE, T. E.; LOHER, W. **Cricket behavior and neurobiology**. United States of America: Cornell University Press., 1989, p.227-261.
- CADE, W. H; OTTE, D. *Gryllus texensis* n. Sp.: a widely studied field cricket (Orthoptera; Gryllidae) from the Southern United States. **Trans. Amer. Ent. Soc.**, v.126, n.1, p.117-123, 2000.
- CORBEL, J. C. Caractères spécifiques du champ dorsal élytral des mâles de quelques *Gryllus*. **Bull. Biol. Fr. Belg.**, v. 97, p.531-550, 1963.

- DAVID, J. A. O.; ZEFA, E.; FONTANETTI, C. S. Cryptic Species of *Gryllus* in the Light of Bioacoustic (Orthoptera: Gryllidae). **Neotropical Entomology**, v.32, n.1, p.75-80, 2003.
- DESUTTER-GRANDCOLAS, L. Functional forewing morphology and stridulation in crickets (Orthoptera, Grylloidea). **J. Zool., London**, v.236, p.243-252, 1995.
- EADES, D. C.; OTTE, D. **Orthoptera Species File Online**. Versão 2.0/3.5. Disponível em: < <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>>. Acesso em: 15 dez. 2008.
- FORREST, T. G. Acoustic communication and baffling behaviors of crickets. **Fla. Entomol.**, v.65, n.1, p.33-44, 1982.
- FULTON, B. B. Speciation in the field cricket. **Evolution**, v.6, n.3, p.283-95, 1952.
- JANG, Y.; GERHARDT, H. C. Divergence in the calling songs between sympatric and allopatric populations of the southern wood cricket *Gryllus fultoni* (Orthoptera: Gryllidae). **J. Evol. Biol.**, v.19, p.459-472, 2006.
- KOCH, U. T. Analysis of crickets stridulation using miniature angle detectors. **J. Comp. Physiol.**, v.136, p.247-256, 1980.
- KOCH, U. T.; ELLIOTT, C. J. H.; SCHÄFFNER, K.; KLEINDIENST, H. The mechanics of stridulation of the cricket *Gryllus campestris*. **J. Comp. Physiol.**, v.162, p.213-223, 1988.
- LEROY, Y. Signaux acoustiques, comportement et systématique de quelques espèces de gryllides (orthoptères, ensifères). **Bull. Biol. Fr. Belg.**, v.100, n.1, p.1-134, 1966.
- LEROY, Y. **L'univers sonore animal**. Paris: Gauthier-villars, 350p, 1979.
- MIYOSHI, A. R.; ZEFA, E.; MARTINS, L. P.; DIAS, P. G. B. S.; DREHMER, C. J.; DORNELLES, J. E. F. Stridulatory file and calling song of two populations of the tropical bush cricket *Eneoptera surinamensis* (Orthoptera, Gryllidae, Eneopterinae). **Iheringia, Sér. Zool.**, v. 97, p. 461-465, 2007.
- NICKLE, D. A.; WALKER, T. J. A morphological key to field crickets of southeastern United States (Orthoptera: Gryllidae: *Gryllus*). **Fla. Entomol.**, v.57, p.8-12, 1974.

- OTTE, D. African Crickets (Gryllidae) 9. New Genera and Species of Brachytrupinae and Gryllinae. **Proc. Acad. Nat. Sc., Phila.**, v.139, p.315-374, 1987.
- OTTE, D. Evolution of Cricket Songs. **J. Orthop. Res.**, n.1, p.25-49, 1992.
- OTTE, D.; CADE, W. African Crickets (Gryllidae) 6. The Genus *Gryllus* and Some Related Genera (Gryllinae, Gryllini). **Proc. Acad. Nat. Sc., Phila.**, v.136, p.98-122, 1984.
- OTTE, D.; PECK, S. B. New Species of *Gryllus* (Orthoptera: Grylloidea: Gryllidae) from the Galapagos Islands. **J. Orthop. Res.** n.6, p.161-173, 1997.
- OTTE, D.; TOMS, R. B.; CADE, W. New species and records of east and southern African crickets (Orthoptera: Gryllidae: Gryllinae). **Ann. Transvaal Mus.**, v.34, n.19, p.405-468, 1988.
- PIERCE, G. W. The songs of insects. **Harvard Univ. Press., Cambridge: Mass.**, 329p., 1948.
- RAKSHPAL, R. Sound-producing organs and mechanism of song production in field crickets of the genus *Acheta* Fabricius (Orthoptera, Gryllidae). **Can. J. Zool.**, v.38, p.499-507, 1960.
- REHN, J. A. G.; HEBARD, M. The genus *Gryllus* (Orthoptera) as found in America. **Proc. Acad. Nat. Sc., Phila.**, v.67, p.293-322, 1915.
- RIEDE, K.; LAMPE, K.; INGRISCH, S. **Deutsche Orthopteren Sammlungen** (DORSA). Disponível em: < <http://www.dorsa.de/>>. Acesso em: 10 dez. 2008.
- WALKER, T. J. Factors responsible for intraespecific variation in the calling song of crickets. **Evolution**, v.16, p.407-428, 1962.
- WALKER, T. J. Cryptic species among sound-producing Ensiferan Orthoptera (Gryllidae and Tettigoniidae). **Quart. Rev. Biol.**, v.39, p.345-355, 1964.
- WALKER, T. J. *Gryllus ovisopis* n. sp.: a taciturn cricket with a life cycle suggesting allochronic speciation. **Fla. Entomol.**, v.57, n.1, p.13-22, 1974.

- WALKER, T. J. Trilling field crickets in a zone of overlap (Orthoptera: Gryllidae: *Gryllus*). **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v.91, n.2, p.175-184, 1998.
- WALKER, T. J. *Gryllus cayensis* n. sp. (Orthoptera: Gryllidae), a taciturn wood cricket extirpated from the Florida keys: songs, ecology and hybrids. **Fla. Entomol.**, v.84, n.4, p.700-05, 2001.
- WALKER, T. J.; CARLYSLE, T. C. Stridulatory file teeth in crickets: taxonomic and acoustic implications (Orthoptera: Gryllidae). **Int. J. Insect Morphol. & Embriol.**, v.4, n.2, p.151-158, 1975.
- WALKER, T. J.; MOORE, T. E. **Singing Insects of North America**. Disponível em: <<http://entomology.ifas.ufl.edu/walker/buzz/>>. Acesso em: 20 nov. 2008.
- WEISSMAN, D. B.; RENTZ, D. C. F.; ALEXANDER, R. D.; WERNER, L. Field crickets (*Gryllus* and *Acheta*) of California and Baja California, Mexico (Orthoptera: Gryllidae: Gryllinae). **Trans. Amer. Ent. Soc.**, v.106, p.327-356, 1980.
- ZEFA, E. **Comportamento, bioacústica, morfologia e citogenética de algumas espécies do gênero *Endecous* Saussure, 1878 (Orthoptera, Phalangopsinae)**. Rio Claro, 2000. 177p. Tese (Doutorado em Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, UNESP.

Tabela 1 – Comparação do som de chamado e da fileira estridulatória das espécies de *Gryllus*. Referências conforme o texto apresentado nos resultados.

Espécies	Trill ou chirp	Notas por frase	Frequência dominante (kHz)	Número de dentes
<i>G. abditus</i>	<i>chirp</i>	2	5 a 5,5	170 a 188
<i>G. abingdoni</i>	-	-	-	145 a 190
<i>G. alogus</i>	<i>chirp</i>	2	4,4	-
<i>G. argenteus</i>	-	-	-	120
<i>G. argentinus</i>	<i>chirp</i>	2	4,1 4,6 a 5,1	130 a 189 159 a 205
<i>G. assimilis</i>	<i>chirp</i>	11 a 17 8 ou 9 7 (6 a 10)	- 4 3,6 a 4	106 a 143 105 a 124 115
<i>G. bellicosus</i>	<i>chirp</i>	4, 5 ou 6	3,1 a 3,3	122
<i>G. bimaculatus</i>	<i>chirp</i>	3, 4 ou 5	4,3 a 5,6	145 a 160
<i>G. braueri</i>	<i>chirp</i>	7, 8 ou 9	4,3 ou 4,4	103 a 107
<i>G. brevicaudus</i>	<i>chirp</i>	4 ou 5 (3 a 6)	5,1	110 a 135
<i>G. campestris</i>	<i>chirp</i>	3 ou 4	4,8	125 a 169
<i>G. capitatus</i>	<i>chirp</i>	2 a 6	-	133
<i>G. carvalhoi</i>	-	-	-	121
<i>G. cayensis</i>	<i>chirp</i>	3 ou 4	acima de 6	100 e 110
<i>G. chappuisi</i>	<i>chirp</i> – agrupamentos de frases	2 (raramente 1 ou 3)	5,2	126
<i>G. cohni</i>	<i>trill</i>	34 notas/s a 25°C	-	116 a 140
<i>G. conradti</i>	-	-	-	140
<i>G. darwini</i>	-	-	-	155 a 173
<i>G. firmus</i>	<i>chirp</i>	4 ou 5 (3 a 6)	3,6 a 3,8	150 a 210
<i>G. fultoni</i>	<i>chirp</i>	3 (2 a 4)	4,6	100 a 133
<i>G. galapageius</i>	<i>chirp</i>	2 a 16	4,4 a 5,3	145 a 190
<i>G. genovesa</i>	-	-	-	155 a 178
<i>G. insularis</i>	-	-	-	131 a 147
<i>G. integer</i>	<i>Chirp</i> – agrupamentos de frases (dois tipos)	2 a 3 ou ±10 + 2 a 3	4,8 a 5	115 a 152
<i>G. isabela</i>	<i>chirp</i>	2 a 6	4,5 a 5,2	125 a 211
<i>G. jallae</i>	-	-	-	100

Tabela 1 – Comparação do som de chamado e da fileira estridulatória das espécies de *Gryllus*. Referências conforme o texto apresentado nos resultados.

Espécies	Trill ou chirp	Notas por frase	Frequência dominante (kHz)	Número de dentes
<i>G. kapushi</i>	-	-	-	122
<i>G. krugeri</i>	chirp	4	3,8 a 4,2	88 a 96
<i>G. lineaticeps</i>	chirp	7 ou 8 (6 a 10)	4,7	115 a 153
<i>G. luctuosus</i>	-	-	-	118
<i>G. marchena</i>	-	-	-	148 a 164
<i>G. maunus</i>	chirp	9 ou 10	3,5 ou 3,6	79 a 89
<i>G. meruensis</i>	chirp – agrupamentos de frases – 3 a 6 frases	2	4,9	102
<i>G. mzimba</i>	chirp	1 a 3 + uma frase de 1 s	3,7	102
<i>G. namibius</i>	-	-	-	93
<i>G. nigrohirsutus</i>	-	-	-	93
<i>G. nyasa</i>	-	-	-	146 a 150
<i>G. ovisopis</i>	Sem som de chamado	Sem som de chamado	Sem som de chamado	126 a 154
<i>G. pennsylvanicus</i>	chirp	4 (3 a 7)	4,7	150 a 191
<i>G. personatus</i>	chirp	4 ou 5	4,4	-
<i>G. peruviansis</i>	chirp	5 (3 a 7)	-	104 a 142 85 a 129
<i>G. rixator</i>	chirp	5 ou 6 (duas seções – 3 ou 4 + 2)	3,2 a 3,8	110
<i>G. rubens</i>	trill	60 notas/s a 29°C	4,7	91 a 117
<i>G. texensis</i>	trill	80 notas/s a 25°C	4,7	-
<i>G. veletis</i>	chirp	3 a 5 (raramente 2)	4,9	116 a 156
<i>G. vernalis</i>	chirp	3 (2 a 4)	4,4	-
<i>G. vocalis</i>	chirp	2 ou 3 (raramente 4)	3,6	116 a 164
<i>G. zaisi</i>	chirp	10	3,2	103
<i>G. zambezi</i>	-	-	-	105

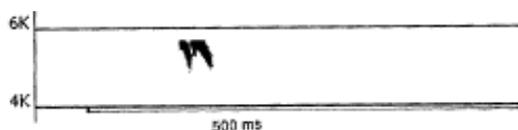


Figura 1 – Sonograma do som de chamado de *G. abditus*. Trecho contendo uma frase com duas notas. Modificados de Otte e Peck (1997).



Figura 2 – Sonograma do som de chamado de *G. alogus*. Trecho de 3,4 s com 27 frases de duas notas e um pequeno agrupamento de ciclos sonoros precedendo-as.

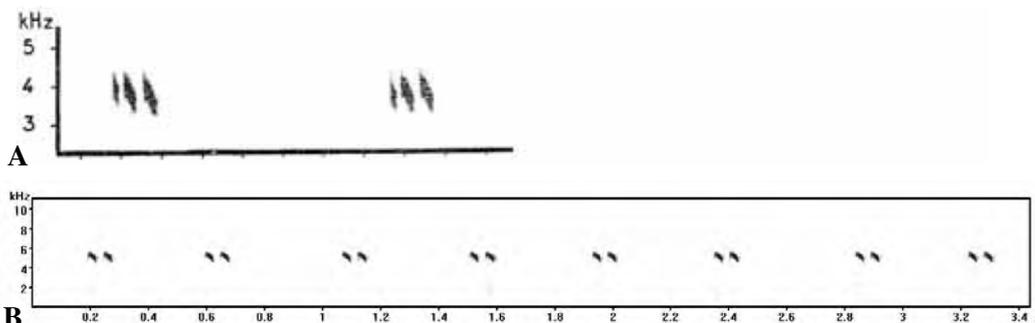
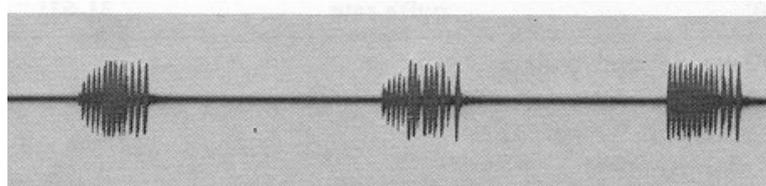


Figura 3 – Sonogramas do som de chamado de *G. argentinus*. A = trecho de 1,2 segundos de duração contendo duas frases com três notas, sendo a primeira nota mais breve que as demais. Sonograma extraído de Leroy (1966). B = oito frases compostas apenas pelas duas notas principais.



A 1 segundo

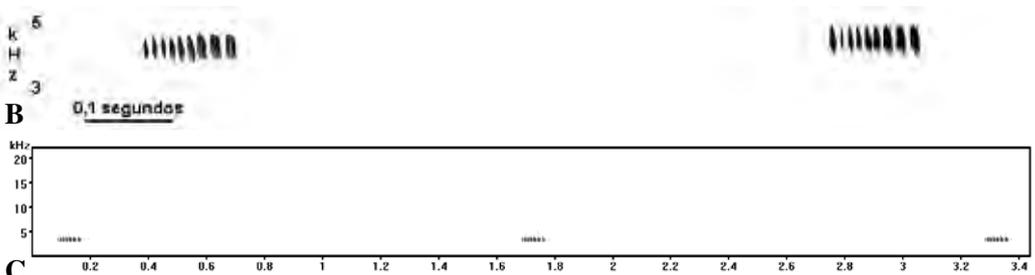


Figura 4 – Oscilograma e sonogramas do som de chamado de *G. assimilis*. A = oscilograma contendo três frases, a primeira com 12 notas e as duas últimas com 13 notas; modificado de Weissman et al. (1980). B = sonograma contendo duas frases com nove notas; modificado de Alexander e Walker (1962). C = sonograma contendo três frases com sete notas.



Figura 5 – Sonograma do som de chamado de *G. bellicosus*. Sonograma contendo duas frases com cinco notas, sendo a primeira nota de cada frase mais breve e com banda de frequência mais restrita. Modificado de Otte e Cade (1984).

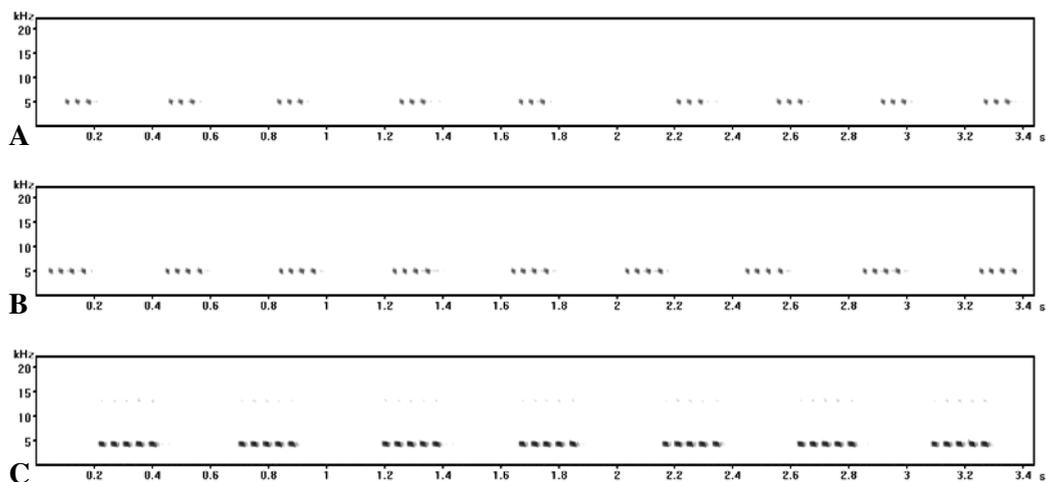


Figura 6 – Sonogramas do som de chamado de *G. bimaculatus*. A = nove frases com três notas. B = nove frases com quatro notas. C = sete frases com cinco notas.



Figura 7 – Sonogramas do som de chamado de dois espécimes de *G. braueri*. A = duas frases com sete notas. B = duas frases com nove notas emitidas em taxas mais lentas que o anterior. Modificado de Otte e Cade (1984).

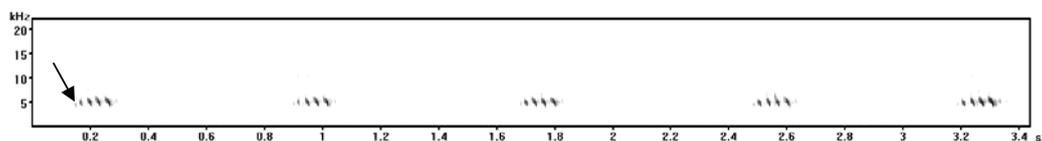


Figura 8 – Sonograma do som de chamado de *G. brevicaudus*. Trecho com cinco frases de quatro notas, além de um pequeno agrupamento inicial de ciclos sonoros (seta).

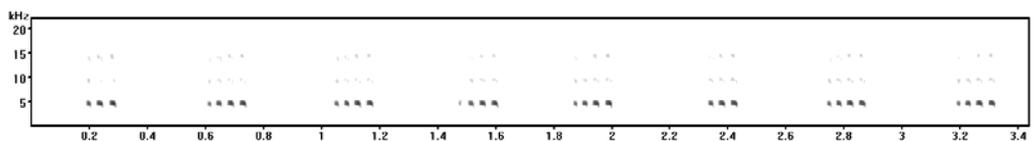


Figura 9 – Sonograma do som de chamado de *G. campestris*. Trecho com oito frases de três ou quatro notas, sendo a primeira nota com duração mais breve que as demais.



Figura 10 - Sonograma do som de chamado de *G. capitatus*. Trecho de 1,2 s contendo uma frase com um pequeno agrupamento de ciclos sonoros (seta) seguido de três notas; o agrupamento de ciclos sonoros é bastante breve e possui banda de frequência muito estreita. Sonograma extraído de Leroy (1966).

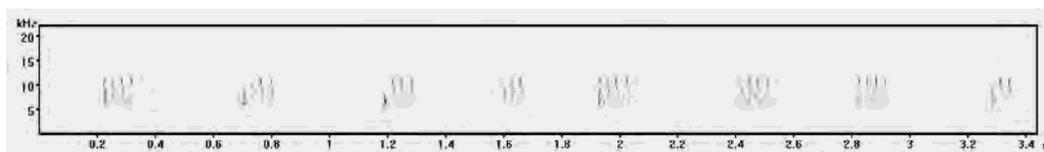


Figura 11 – Sonograma do som de chamado de *G. cayensis*. Trecho compreendendo oito frases com três ou quatro notas, frequência principal de aproximadamente 10,8 kHz e frequência secundária entre 6 e 9 kHz.

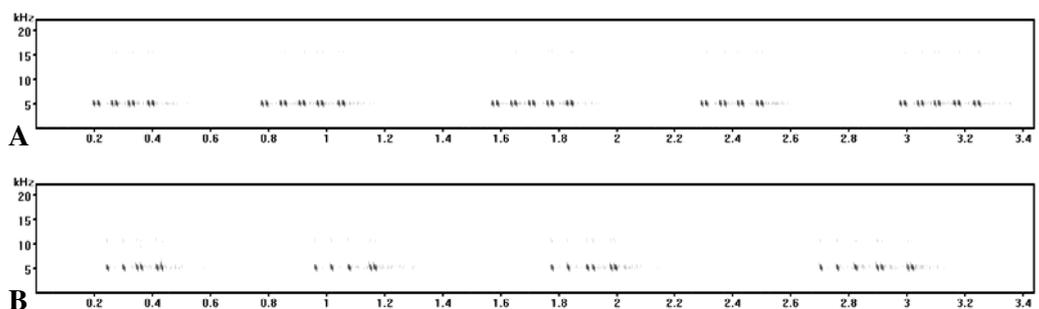


Figura 12 – Sonogramas do som de chamado de dois espécimes de *G. chappuisi*. A = cinco agrupamentos de frases, o primeiro e o quarto com quatro frases e os restantes com cinco frases, todos os agrupamentos contendo duas notas. B = quatro agrupamentos de frases alternando uma e duas notas por frase.

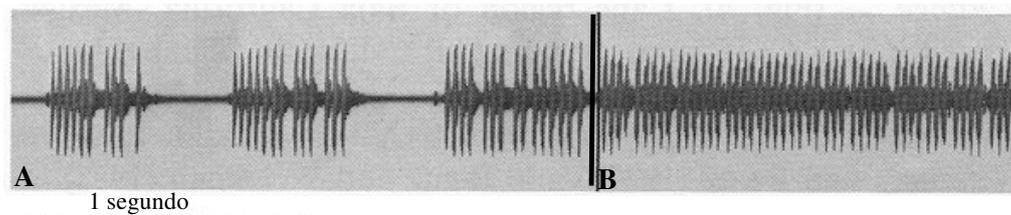


Figura 13 – Oscilogramas do som de chamado de *G. cohni*. . A = *trill* intermitente com três seções; som registrado a 23,5°C. B = mesmo espécime registrado a 29°C; *trill* uniforme com maior duração. Modificado de Weissman et al. (1980).

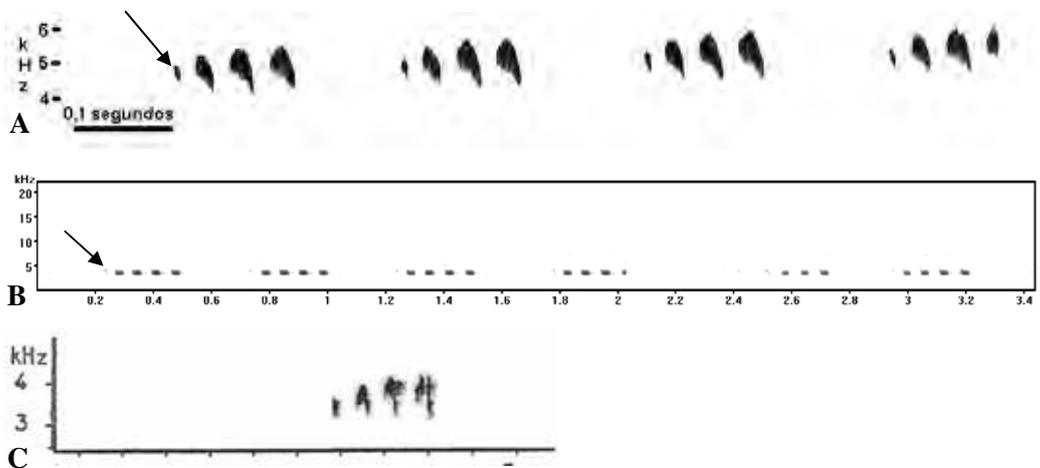


Figura 14 – Sonogramas do som de chamado de *G. firmus*. A = sonograma de *G. f. firmus* com quatro frases, cada frase com quatro notas, sendo a primeira bastante breve e com banda de freqüência mais estreita que as demais notas (seta); modificado de Alexander (1961). B = sonograma de *G. f. firmus* com seis frases, sendo cinco delas compostas por quatro notas e uma por três notas, além de um pequeno agrupamento de ciclos sonoros inicial (seta). C = sonograma de *G. f. bermudensis* com uma frase contendo quatro notas, sendo a primeira bastante breve e com banda de freqüência mais estreita que as demais notas; extraído de Leroy (1966).

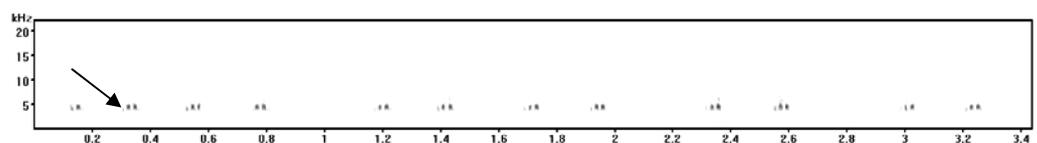


Figura 15 – Sonograma do som de chamado de *G. fultoni*. Trecho com 12 frases de duas notas principais, além de um pequeno agrupamento inicial de ciclos sonoros (seta).

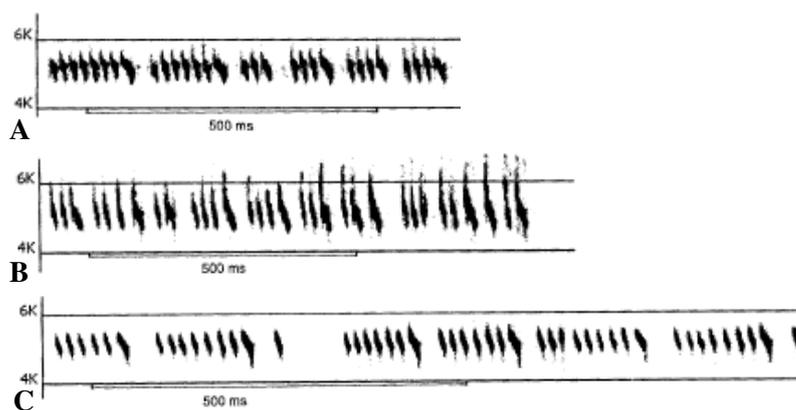


Figura 16 – Sonogramas do som de chamado de três espécimes de *G. galapageius* (A, B e C). Sons muito variáveis em quantidade de notas por frase e banda de freqüência. Extraídos de Otte e Peck (1997).

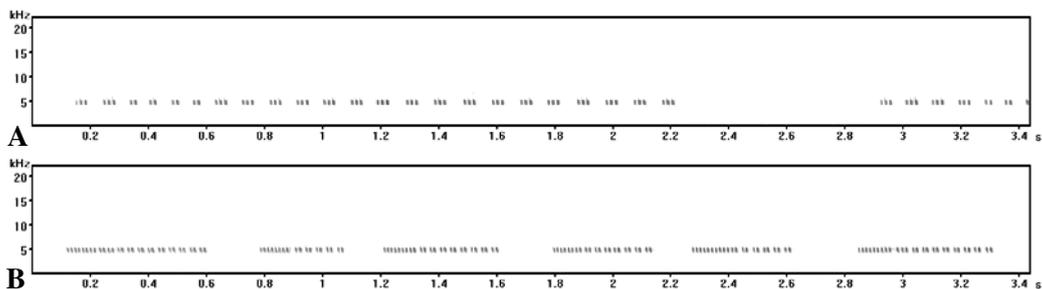


Figura 17 – Sonogramas do som de chamado de dois espécimes de *G. integer*. A = trecho contendo um grupo de frases e início de outro agrupamento, cada frase compreende duas ou três notas. B = trecho com seis grupos de frases; cada agrupamento formado por uma frase inicial longa seguida de diversas frases contendo duas ou três notas.

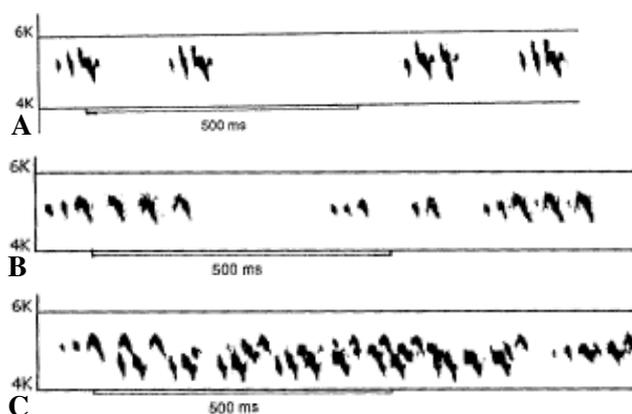


Figura 18 – Sonogramas do som de chamado de três espécimes de *G. isabela* (A, B e C). Extraídos de Otte e Peck (1997).

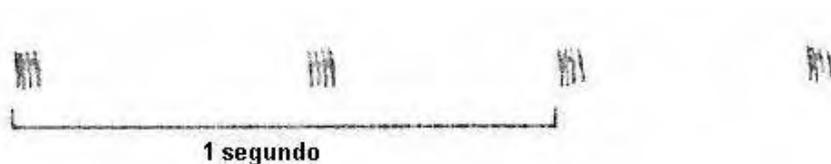


Figura 19 - Sonograma do som de chamado de *G. krugeri*. Trecho contendo quatro frases com quatro notas. Modificado de Otte et al. (1988).

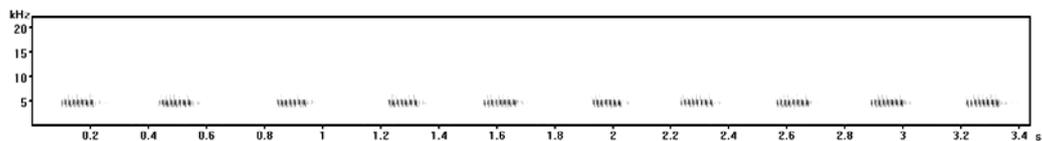


Figura 20 – Sonograma do som de chamado de *G. lineaticeps*. Trecho com 10 frases de sete ou oito notas.

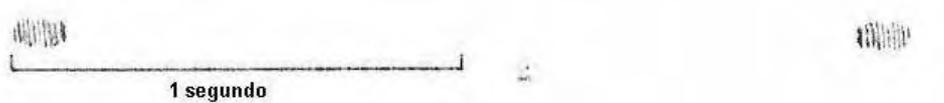


Figura 21 - Sonograma do som de chamado de *G. maunus*. Trecho com duas frases de 10 notas. Modificado de Otte et al. (1988).

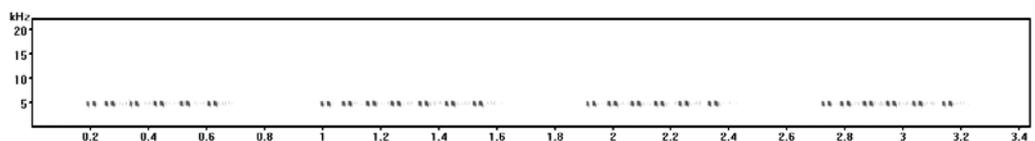


Figura 22 – Sonograma do som de chamado de *G. meruensis*. Trecho com quatro grupos de frases, o segundo agrupamento contém sete frases e os demais seis; todas as frases possuem duas notas.



Figura 23 – Sonograma do som de chamado de *G. mzimba*. Trecho com duas frases distintas, sendo a primeira com três notas espaçadas e a segunda com 17 notas. Modificado de Otte (1987).

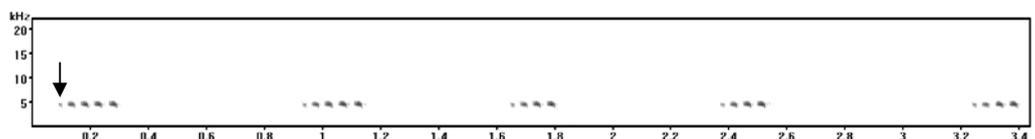


Figura 24 – Sonograma do som de chamado de *G. pennsylvanicus*. Trecho com cinco frases de quatro ou cinco notas cada; todas as frases possuem a primeira nota mais breve e com banda de frequência mais estreita (seta).

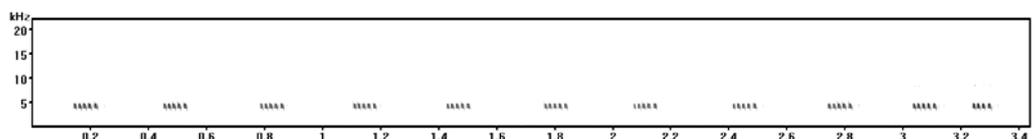


Figura 25 – Sonograma do som de chamado de *G. personatus*. Trecho com 11 frases; a última frase compreende quatro notas e as demais cinco.



Figura 26 – Sonograma do som de chamado de *G. peruviansis*. Trecho com uma frase de cinco notas. Extraído de Leroy (1966).



Figura 27 – Sonograma do som de chamado de *G. rixator*. Sonograma de duas frases com seis notas, sendo o intervalo entre a quarta e a quinta nota maior que entre as demais notas; esta peculiaridade caracteriza a divisão destas frases em duas seções. Modificado de Otte e Cade (1984).

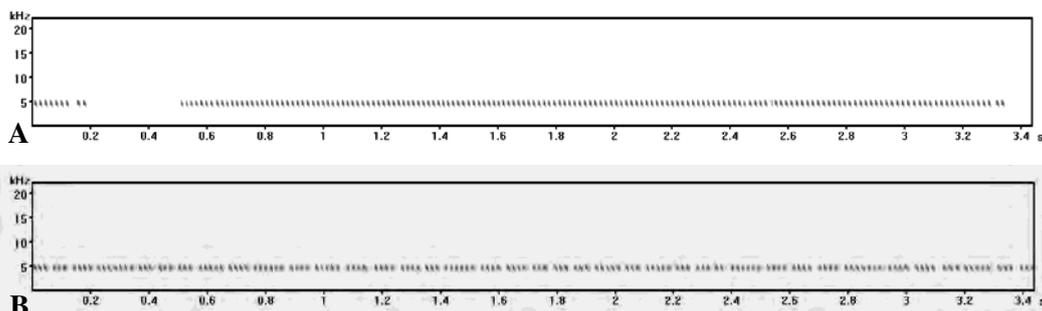


Figura 28 – Sonogramas do som de chamado de dois espécimes de *G. rubens*. A = trecho contendo o final de um *trill* seguido de um *trill* completo. B = trecho com um *trill* mais longo com interrupções breves.

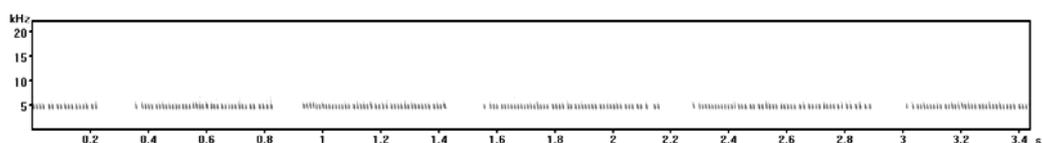


Figura 29 – Sonograma do som de chamado de *G. texensis*. Trecho contendo *trills* breves, alguns com eventuais falhas de notas.

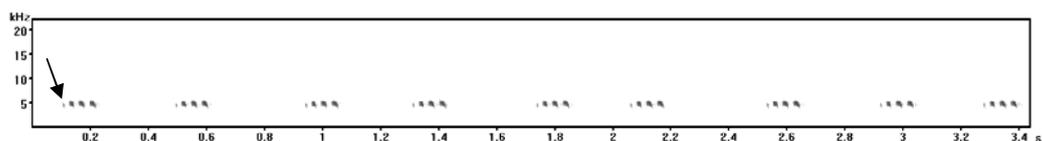


Figura 30 – Sonograma do som de chamado de *G. veletis*. Trecho de nove frases com quatro notas, sendo a primeira nota mais breve e com banda de frequência mais estreita (seta).

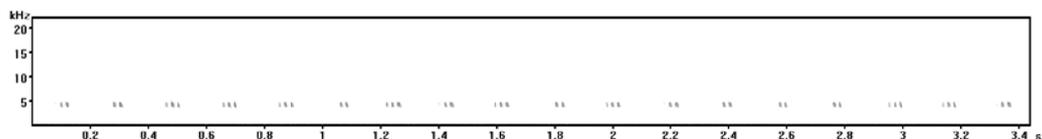


Figura 31 – Sonograma do som de chamado de *G. vernalis*. Trecho de 18 frases com duas ou três notas; algumas frases possuem um pequeno agrupamento de ciclos sonoros precedendo-as, os quais são quase imperceptíveis em sonogramas.

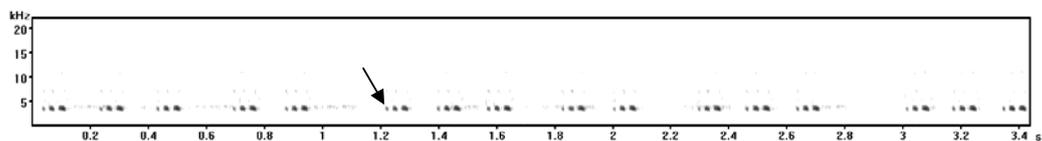


Figura 32 – Sonograma do som de chamado de *G. vocalis*. Trecho com 16 frases irregularmente espaçadas, cada frase constituída de três notas com a primeira nota mais breve e com banda de frequência mais estreita que as demais (seta).

Capítulo 3

Varição intraespecífica no som de chamado de *Gryllus* sp. n.2 (Orthoptera, Gryllidae): implicações taxonômicas

Varição intraespecífica no som de chamado de *Gryllus* sp. n.2 (Orthoptera, Gryllidae): implicações taxonômicas

Luciano de Pinho Martins¹ & Edison Zefa²

¹ Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Departamento de Zoologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

² Departamento de Zoologia e Genética, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, RS.

Resumo

Gryllus sp. n.2 ocorre no Bioma Pampa, localizado no extremo sul do Brasil e emite sons de chamado em frases com variações de 13 a 21 notas. Este estudo teve por objetivo utilizar os sons de chamado de machos originários de fêmeas fecundadas na natureza a fim de identificar se a plasticidade sonora evidenciada nessa espécie ocorre devido à variação intraespecífica ou pela ocorrência de diferentes espécies em simpatria. Três proles foram analisadas, sendo que os espécimes da prole 150PELCE emitiram 14 a 22 notas por frase, os da prole 152PELCE, 11 a 19 notas por frase e da prole 161PELCE com 14 a 24 notas por frase. Em conjunto, a variação encontrada nas proles foi de 11 a 24 notas por frase, o que permitiu determinar que a variação de 13 a 21 notas nos espécimes do extremo sul brasileiro trata-se de uma variação intraespecífica, indicando que essa espécie possui uma plasticidade fenotípica maior que a registrada na natureza.

Palavras chaves: Prole. Bioacústica. Grilo. Inseto. Taxonomia.

Abstract

Gryllus n. sp.2 occurs in the Pampa Biome, Southern Brazil, and emits calling songs in chirps with 13 to 21 pulses. The aim of this work was analyze offspring from field inseminated females in order to know if the acoustic plasticity is due to intraspecific variation or to occurrence of species in sympatry. Three offspring were analyzed: 150PELCE with 14 to 22 pulses per chirp, 152PELCE with 11 to 19 pulses per chirp and 161PELCE with 14 to 24 pulses per chirp. Total variation found in offspring was 11 to 24 pulses per chirp, which showed that 13 to 21 pulses found in specimens from Brazilian Southern is an intraspecific variation, indicating that specimens here analyzed have calling song plasticity greater than recorded in field.

Key words : Offspring. Bioacoustic. Cricket. Insect. Taxonomy.

Introdução

A emissão do som de chamado é uma etapa fundamental no processo reprodutivo dos grilos, sendo produzido pelos machos adultos e sexualmente maduros com o objetivo de atrair as fêmeas para o acasalamento (ALEXANDER, 1962; LEROY, 1966).

As características sonoras dos grilos são determinadas geneticamente (LEROY, 1966; OTTE, 1992), no entanto, alguns fatores podem promover variações nas emissões sonoras, tais como a temperatura (WALKER, 1962a; LEROY, 1979; DOHERTY, 1985; BENNET-CLARK, 1989; SOUROUKIS et al., 1992; CICERAN et al., 1994), o período de atividade, o agrupamento ou o isolamento dos indivíduos (LEROY, 1979; CICERAN et al., 1994), a idade (SIMMONS; ZUK, 1992), a presença de infecção parasitária (CADE, 1984; SIMMONS; ZUK, 1992), o tamanho dos espécimes (SIMMONS, 1988; SIMMONS; ZUK, 1992), além das interações com o ambiente (WALKER, 1962a).

Variações nos parâmetros sonoros carregam informações a respeito da identidade da espécie e das qualidades fenotípicas do macho (SIMMONS; RITCHIE, 1996; SIMMONS, 1988). Essas informações podem estar contidas na intensidade, na frequência e na estrutura temporal do som de chamado, fornecendo componentes que são selecionados pelas fêmeas (SIMMONS, 1988; SCHATRAL; BAILEY, 1991).

Em *Gryllus bimaculatus* De Geer, 1773, Ferreira e Ferguson (2002) verificaram que os componentes sonoros possuem menor variabilidade quando comparados à morfologia corporal e alar, tanto entre indivíduos da mesma população, quanto entre populações distintas, sendo que as características empregadas no reconhecimento específico, como a frequência e o período das notas, variam muito pouco entre os espécimes. Esse fato pode ser justificado pela coevolução do sistema de reconhecimento de acasalamento (seleção estabilizadora) ou pela forte seleção na prevenção do desperdício de tentativas de cópula com espécies acusticamente semelhantes (RITCHIE, 1992).

Nos últimos 60 anos houve aumento considerável no conhecimento sobre a bioacústica dos grilos, com a aplicação dos resultados na taxonomia do grupo (FULTON, 1952; ALEXANDER, 1957; WALKER, 1962b; WALKER, 1998). Porém, os

taxonômos precisam incluir uma amostragem adequada às descrições possibilitando definir com clareza as variações intraespecíficas.

Gryllus texensis Cade e Otte, 2000 foi considerado por muito tempo um variante geográfico sonoro de *Gryllus integer* Scudder, 1901 (CADE; OTTE, 2000), no entanto por meio de hibridização (SMITH; CADE, 1987) foi constatado que *G. texensis* não era capaz de produzir prole quando cruzada com *G. integer*, mas produzia prole fértil quando cruzada com *Gryllus rubens* Scudder, 1902, apresentando maior relação com esta última espécie. No entanto, os espécimes de *G. texensis* e *G. rubens*, embora morfologicamente indistintos, apresentavam diferenças na taxa de notas dos *trills*, o que levou Walker (1998) a analisar os sons de chamado de proles provenientes de fêmeas fecundadas na natureza de ambas as espécies, constatando que esta dicotomia sonora era relativa a variação interespecífica, visto que não ocorreram taxas de notas intermediárias.

Gryllus sp. n.2 ocorre no Bioma Pampa, extremo sul do Brasil, e emite sons de chamado com frases de 13 a 21 notas (MARTINS; ZEFA, em preparação). Esse fato nos fez indagar sobre a possibilidade de existir mais de uma espécie ocorrendo em simpatria e sincronia. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi caracterizar o tipo de variação existente nesse táxon, empregando a análise do som de chamado dos machos provenientes de fêmeas fecundadas na natureza.

Material e métodos

Três fêmeas fecundadas na natureza foram acondicionadas individualmente em recipientes de vidro com algodão umedecido para a oviposição. Após a oviposição as fêmeas foram fixadas em álcool 70% e os algodões contendo os ovos mantidos separadamente em recipientes plásticos com substrato de areia até a eclosão. Então foram transferidos para terrários (50x40x30cm, comprimento x largura x altura) com substrato de areia e abrigos de papelão.

Os grilos foram alimentados *ad libitum* duas vezes por semana com ração para peixes, ração para crescimento de frangos e ração para postura de aves, na proporção de 10x45x45. Também foi mantido dentro dos recipientes um algodão embebido em água, o qual foi trocado semanalmente. As criações foram mantidas no biotério da Universidade Federal de Pelotas, em sala climatizada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12: 12 h (claro: escuro).

Os machos adultos provenientes das proles foram mantidos isolados para a obtenção dos registros sonoros. Foram elaboradas arenas de gravação com caixas de isopor de 22x13x18 cm (comprimento x largura x altura) com uma abertura coberta por tela de náilon em uma das laterais, onde o gravador foi posicionado para o registro.

Os sons foram analisados no software Avisoft SasLab Light e CoolEdit Pro. De cada registro selecionou-se um trecho de 20 s para a análise do número de frases/10 s, quantidade de notas por frase, banda de frequência e frequência dominante.

Resultados

As proles das fêmeas fecundadas na natureza foram denominadas como 150PELCE, 152PELCE e 161PELCE.

Prole 150PELCE – nove espécimes, totalizando 13 registros sonoros realizados entre 16,2 e 20,1°C (Tab. 1). Número de notas por frase variando de 14 a 22 (n=92), frequência dominante de $3,9 \pm 0,11$ kHz (3,7 a 4,1; n=13), banda de frequência entre 3,1 e 4,6 kHz (n=13) e taxa de duas a seis frases/10 s (n=26). Ocorreu variação individual na quantidade de notas por frase (Tab. 2).

Prole 152PELCE – oito espécimes, totalizando 15 registros sonoros realizados entre 16,2 e 18,4°C (Tab. 1). Número de notas por frase variando de 11 a 19 (n=115), frequência dominante de $3,8 \pm 0,24$ kHz (3,3 a 4,1; n=15), banda de frequência entre 2,8 e 4,7 kHz (n=15) e taxa de duas a seis frases/10 s (n=30). Ocorreu variação individual na quantidade de notas por frase (Tab. 3).

Prole 161PELCE – 22 espécimes, totalizando 36 registros sonoros realizados entre 15 e 20°C (Tab. 1). Número de notas por frase variando de 14 a 24 (n=241), frequência dominante de $4 \pm 0,11$ kHz (3,8 a 4,3; n=36), banda de frequência entre 3,2 e 4,8 kHz (n=36) e taxa de duas a oito frases/10 s (n=72). Ocorreu variação individual na quantidade de notas por frase (Tab. 4).

Discussão

A variação encontrada em *Gryllus* sp. n.2 de 13 a 21 notas/frase (MARTINS; ZEFA, em preparação), trata-se de variação intraespecífica. Provavelmente essa plasticidade deva ser maior na natureza, uma vez que obtivemos 11 a 24 notas/frase em laboratório. Variação de magnitude semelhante foi verificada apenas em *G. galapageius* (2 a 16 notas/frase; OTTE; PECK, 1997).

A variação no som de chamado de *Gryllus* sp. n.2 torna-se mais notável ao compará-la às demais espécies congêneres simpátricas e sincrônicas, ou seja, *Gryllus* nov. sp.1 possui variação de cinco ou seis notas/frase e *G. argentinus* com duas (raramente três) notas/frase (MARTINS; ZEFA, em preparação).

O número de notas por frase é a característica empregada como caráter diagnóstico inicial de *Gryllus* nov. sp.2 dentre os demais congêneres simpátricos (MARTINS; ZEFA, em preparação). Provavelmente, devido à seleção estabilizadora, esta característica não seja utilizada pela fêmea para o reconhecimento específico, visto que a variação é muito grande, mas empregada nos processos de seleção sexual (FERREIRA; FERGUSON, 2002). Por outro lado, as durações das notas são menos variáveis e provavelmente utilizadas no reconhecimento específico (MARTINS; ZEFA, em preparação). Deste modo haveria duas características distintas no som de chamado de *Gryllus* nov. sp.2 utilizadas pelas fêmeas com propósitos diferentes, como o sugerido por Ferreira e Ferguson (2002) para *G. bimaculatus*. No entanto, para corroborar estas hipóteses seriam necessários estudos de fonotaxia.

Outra explicação para esta grande variação seria uma fraca preferência das fêmeas por uma constituição específica na quantidade de notas por frase, permitindo persistir níveis incomuns de variabilidade genética dentro da população, assim como sugerido por Ritchie (1992) para o tetigónideo *Ephippiger ephippiger* (Fiebig, 1784).

Em *Gryllus* sp. n.2 há considerável variação individual no número de notas por frase ao longo de um período de estridulação, bem como na frequência entre indivíduos, o mesmo sendo verificado por Leroy (1966) em *Teleogryllus commodus* (Walker, 1869).

Os motivos que nos levaram a condução deste trabalho são diferentes daqueles que estimularam Walker (1998) a analisar proles no caso do *G. texensis* da América do Norte, pois a população naquela situação era um variante sonoro e o

objetivo era colocá-la dentro de um táxon, tendo estes resultados um papel fundamental na indicação de que era necessário um novo nome para aqueles espécimes.

Trabalhos que empregam criações de proles como este e o realizado por Walker (1998) são muito importantes por ajudarem na solução de problemas taxonômicos em grupos que ocorrem espécies crípticas. Outra aplicação para a criação de proles provenientes de fêmeas fecundadas na natureza é a identificação *a posteriori* de características morfológicas diagnósticas em fêmeas, de forma mais segura que por associação aos machos, como comumente é realizado.

Agradecimentos: Agradecemos ao Prof. Dr. Paulo Bretanha Ribeiro por ceder espaço em seu laboratório para o estabelecimento das criações, à CAPES pela concessão da bolsa e ao CNPQ pelo auxílio financeiro, processo 473045/2007-9.

Referências

- ALEXANDER, R. D. The taxonomy of field crickets of the eastern United States (Orthoptera: Gryllidae: Acheta). **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v.50, n.6, p.584-602, 1957.
- ALEXANDER, R. D. The Role of Behavioral Study in Cricket Classification. **Sist. Zool.**, v.11, n.2, p.53-72, 1962.
- BENNET-CLARK, H. C. Songs and the physics of sound production. In: HUBER, F.; MOORE, T. E.; LOHER, W. **Cricket behavior and neurobiology**. United States of America: Cornell University Press., 1989, p.227-261.
- CADE, W. H. Effects of fly parasitoids on nightly calling duration in field crickets. **Can. J. Zool.**, v.62, p.226-228, 1984.
- CADE, W. H.; OTTE, D. *Gryllus texensis* n. sp.: a widely studied field cricket (Orthoptera; Gryllidae) from the southern United States. **Trans. Am. Entomol. Soc.** v.126, p.117-123, 2000.
- CICERAN, M.; MURRAY, A.; ROWELL, G. Natural variation in the temporal patterning of calling song structure in the field cricket *Gryllus pennsylvanicus*: effects of temperature, age, mass, time of day, and nearest neighbour. **Can. J. Zool.**, v.72, p.38-42, 1994.
- DOHERTY, J. A. Temperature coupling and “trade-off” phenomena in the acoustic communication system of the cricket, *Gryllus bimaculatus* De Geer (Gryllidae). **J. exp. Biol.**, v.114, p.17-35, 1985.
- FERREIRA, M.; FERGUSON, W. H. Geographic variation in the calling song of the Field cricket *Gryllus bimaculatus* (Orthoptera: Gryllidae) and its relevance to mate recognition and mate choice. **J. Zool., Lond.**, v. 257, p.163-170, 2002.
- FULTON, B. B. Speciation in the field cricket. **Evolution**, v.6, n.3, p.283-95, 1952.
- LEROY, Y. Signaux acoustiques, comportement et systématique de quelques espèces de gryllides (orthoptères, ensifères). **Bull. Biol. Fr. Belg.**, v.100, n.1, p.1-134, 1966.

- LEROY, Y. **L'univers sonore animal**. Paris: Gauthier-villars, 350p, 1979.
- OTTE, D. Evolution of Cricket Songs. **J. Orthop. Res.**, n.1, p.25-49, 1992.
- OTTE, D.; PECK, S. B. New Species of *Gryllus* (Orthoptera: Grylloidea: Gryllidae) from the Galapagos Islands. **J. Orthop. Res.** n.6, p.161-173, 1997.
- RITCHIE, M. G. Variation in male song and female preference within a population of *Ephippiger ephippiger* (Orthoptera: Tettigoniidae). **Anim. Behav.**, v.42, p.845-855, 1992.
- SCHATRAL, A.; BAILEY, W. J. Song variability and the response to conspecific song and to song models of different frequency contents in males of the bushcricket *Requena verticalis* (Orthoptera: Tettigoniidae). **Behaviour**, v.116, p.164-179, 1991.
- SIMMONS, L. W. The calling song of the field cricket, *Gryllus bimaculatus* (De Geer): constraints on transmission and its role in intermale competition and female choice. **Anim. Behav.**, v.36, n.2, p.380-394, 1988.
- SIMMONS, L. W.; RITCHIE, M. G. Symmetry in the songs of crickets. **Proc. R. Soc. Lond. B**, v.236, p.305-311, 1996.
- SIMMONS, L. W.; ZUK, M. Variability in call structure and pairing success of male field crickets, *Gryllus bimaculatus*: the effects of age, size and parasite load. **Anim. Behav.**, v.44, p.1145-1152, 1992.
- SMITH, C. J.; CADE, W. H. Relative fertility in hybridization experiments using three song types of the field crickets *Gryllus integer* and *Gryllus rubens*. **Can. J. Zool.** v.65, p.2390-2394, 1987.
- 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. **Can. J. Zool.**, v.70, p.950-955, 1992.
- WALKER, T. J. Factors responsible for intraespecific variation in the calling song of crickets. **Evolution**, v.16, p.407-428, 1962a.

WALKER, T. J. The taxonomy and calling songs of United States tree crickets (Orthoptera: Gryllidae: Oecanthinae). I. The genus *Neoxabea* and the *niveus* and *varicornis* groups of the genus *Oecanthus*. **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v.55, p.303-322, 1962b.

WALKER, T. J. Trilling field crickets in a zone of overlap (Orthoptera: Gryllidae: *Gryllus*). **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v.91, n.2, p.175-184, 1998.

Tabela 1 – Som de chamado das proles de *Gryllus* sp. n.2. Média geral (X), desvio padrão (DP) e amplitude de variação (AV).

Proles	Notas por frase	Frequência dominante (kHz)	Banda de frequência (kHz)	Taxa de frases - período de 10 s
Prole 150PELCE n=9 13 registros	14 a 22 [n=92]	3,9 ± 0,11 (3,7 a 4,1) [n=13]	entre 3,1 e 4,6 [n=13]	2 a 6 [n=26]
Prole 152PELCE n=8 15 registros	11 a 19 [n=115]	3,8 ± 0,24 (3,3 a 4,1) [n=15]	entre 2,8 e 4,7 [n=15]	2 a 6 [n=30]
Prole 161PELCE n=22 36 registros	14 a 24 [n=241]	4 ± 0,11 (3,8 a 4,3) [n=36]	entre 3,2 e 4,8 [n=36]	2 a 8 [n=72]

Tabela 2 – Variação individual no som de chamado da prole 150PELCE de *Gryllus* n. sp.2. A variação de cada registro sonoro está entre parênteses.

Espécime	Notas por frase
150VI1	(18 e 19)
150VI2	(19 e 20)
150VI3	(18 e 19) / (16, 17, 18 e 19)
150VI4	(18) / (15, 16 e 17)
150VI5	(18 e 19)
150VI6	(15 e 16)
150VI7	(15, 16, 17 e 18)
150VI8	(19, 20, 21 e 22)
150VI9	(15, 16 e 18) / (15 e 16) / (14, 15, 16 e 17)

Tabela 3 – Variação individual no som de chamado da prole 152PELGE de *Gryllus* n. sp.2. A variação de cada registro sonoro está entre parênteses.

Espécime	Notas por frase
152VI1	(11, 12 e 13) / (13 e 14)
152VI2	(13, 14 e 15) / (14 e 15) / (14 e 15) / (14 e 15) / (14 e 15)
152VI3	(15 e 16) / (16, 17 e 18)
152VI4	(14 e 15)
152VI6	(12, 13 e 14)
152VI7	(17 e 18)
152VI8	(14 e 15) / (15, 16 e 17)
152VI9	(17, 18 e 19)

Tabela 4 – Variação individual no som de chamado da prole 161PELGE de *Gryllus* n. sp.2. A variação de cada registro sonoro está entre parênteses.

Espécime	Notas por frase
161VI1	(19 e 20) / (19, 20, 21 e 22)
161VI2	(17 e 18)
161VI3	(16 e 17) / (16 e 17) / (14, 15 e 16)
161VI4	(20, 21 e 22)
161VI5	(16, 17 e 18) / (15 e 16)
161VI6	(20, 21, 22 e 23) / (23 e 24)
161VI7	(17, 18 e 20)
161VI8	(19 e 20) / (20 e 21)
161VI9	(17, 18 e 19) / (18, 19, 20 e 21) / (19 e 20)
161VI10	(15 e 16) / (16 e 17) / (15 e 16) / (16 e 17)
161VI11	(17 e 18)
161VI12	(16, 17 e 18) / (14, 15, 16, 17 e 18)
161VI13	(20, 21, 22 e 23) / (22 e 23)
161VI14	(16, 17 e 18)
161VI15	(17, 18 e 19) / (18 e 19)
161VI16	(14, 16, 17 e 18)
161VI17	(18, 19 e 20)
161VI18	(18, 19 e 20)
161VI19	(15 e 16)
161VI20	(19 e 20)
161VI21	(15 e 16)
161VI22	(18 e 19)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo foi norteado pelo conceito biológico de espécie, conforme proposto por Mayr (1942), que emprega o isolamento reprodutivo como evidência de espécies distintas. Utilizamos os caracteres sonoros como justificativa para o emprego desse conceito, já que o som de chamado é indicador seguro de identidade específica (ALEXANDER, 1962; WALKER, 1964), e diferentes estruturas sonoras podem ser utilizadas como substitutos legítimos para testes de isolamento reprodutivo entre espécies, particularmente aquelas em simpatria (SHAW, 1999).

Este trabalho obteve êxito na determinação das espécies de *Gryllus* do extremo sul do Brasil, principalmente devido à utilização de elementos do som de chamado combinados aos dados da fileira estridulatória. Tais resultados nos motivaram a realizar uma revisão referente ao som de chamado e à fileira estridulatória, visando facilitar futuros estudos nesse gênero, além de estimular o emprego desses elementos em publicações taxonômicas. Embora a utilização da bioacústica no contexto taxonômico seja utilizada desde meados do século passado por diversos pesquisadores norte-americanos, poucos pesquisadores a empregaram na taxonomia dos grilos sul-americanos.

Os espécimes aqui estudados foram determinados sem a análise dos tipos das espécies sul-americanas, alguns dos quais tivemos acesso aos registros fotográficos. As espécies referentes ao extremo sul do Brasil são morfologicamente indistinguíveis e os tipos muito antigos. A grande maioria encontra-se em péssimo estado de conservação e a literatura disponível é imprópria, sendo a caracterização inadequada ou a espécie não condizente com a literatura referida, o que nos faz acreditar que o manuseio desses tipos em nada acrescentaria na solução dos problemas taxonômicos dos *Gryllus* analisados, assim como na maioria dos congêneres sul-americanos.

A utilização da bioacústica na taxonomia dos grilos é imprecindível para a obtenção de resultados satisfatórios e mais estáveis do que a taxonomia clássica proporciona.

Referências

- ALEXANDER, R. D. The taxonomy of field crickets of the eastern United States (Orthoptera: Gryllidae: Acheta). **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v.50, n.6, p.584-602, 1957.
- ALEXANDER, R. D. Aggressiveness, territoriality, and sexual behaviour in field crickets (Orthoptera: Gryllidae). **Behaviour**, 17: 2-3, p.130–223, 1961.
- ALEXANDER, R. D. Evolutionary change in cricket acoustical communication. **Evolution**, v.16, n.4, p.443-467, 1962a.
- ALEXANDER, R. D. The Role of Behavioral Study in Cricket Classification. **Sist. Zool.**, v.11, n.2, p.53-72, 1962b.
- ALEXANDER, R. D. The evolution of cricket chirps. **Nat. Hist.**, v.75, p.26-31, 1966.
- ALEXANDER, R. D. Acoustical communication in Arthropods. **Ann. Rev. Entomol.**, v.12, p.495–526, 1967.
- ALEXANDER, R. D. A review of the genus *Gryllus* (Orthoptera:Gryllidae), with a new species from Korea. **Great Lakes Entomol.**, v.24, n.2, p.79-84, 1991.
- ALEXANDER, R. D.; BIGELOW, R. S. Allochronic speciation in field crickets, and a new species, *Acheta veletis*. **Evolution**, v.14, n.3, p.334-346, 1960.
- ALEXANDER, R. D.; WALKER, T. J. Two introduced field crickets new to Eastern United States (Orthoptera: Gryllidae). **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v.55, n.1, p.90-94, 1962.
- BENNET-CLARK, H. C. Songs and the physics of sound production. In: HUBER, F.; MOORE, T. E.; LOHER, W. **Cricket behavior and neurobiology**. United States of America: Cornell University Press., 1989, p.227-261.
- CADE, W. H. Field cricket spacing, and the phonotaxis of crickets and parasitoid flies to clumped and isolated cricket songs. **Z. Tierpsychol.**, v.55, n.4, p.365-375, 1981.

- CADE, W. H. Effects of fly parasitoids on nightly calling duration in field crickets. **Can. J. Zool.**, v.62, p.226-228, 1984.
- CADE, W. H.; OTTE, D. *Gryllus texensis* n. sp.: a widely studied field cricket (Orthoptera; Gryllidae) from the southern United States. **Trans. Am. Entomol. Soc.** v.126, p.117-123, 2000.
- CHOPARD, L. Les divisions du genre *Gryllus* basees sur l'etude de l'appareil copulateur (Orth. Gryllidae). **Rev. Esp. Entomol.**, v.37, n.3, p.267-315, 1961.
- CICERAN, M.; MURRAY, A.; ROWELL, G. Natural variation in the temporal patterning of calling song structure in the field cricket *Gryllus pennsylvanicus*: effects of temperature, age, mass, time of day, and nearest neighbour. **Can. J. Zool.**, v.72, p.38-42, 1994.
- CORBEL, J. C. Caractères spécifiques du champ dorsal élytral des mâles de quelques *Gryllus*. **Bull. Biol. Fr. Belg.**, v. 97, p.531-550, 1963.
- DAMBACH, M.; GRAS, A.; Bioacoustic of a miniature cricket, *Cycloptiloides canariensis* (Orthoptera: Gryllidae: Mogoplistinae). **J. Exp. Biol.**, v.198, p.721-728, 1995.
- DAVID, J. A. O.; ZEFA, E.; FONTANETTI, C. S. Cryptic Species of *Gryllus* in the Light of Bioacoustic (Orthoptera: Gryllidae). **Neotropical Entomology**, v.32, n.1, p.75-80, 2003.
- DESUTTER, L. Structure et évolution du complexe phallique des Gryllidea (Orthoptera) et classification des genres Nétropicaux de Grylloidea. Première Partie. **Ann. Soc. Entomol. Fr.** v.23, n.3, p.213-39, 1987.
- DESUTTER-GRANDCOLAS, L. Functional forewing morphology and stridulation in crickets (Orthoptera, Grylloidea). **J. Zool., London**, v.236, p.243-252, 1995.
- DESUTTER-GRANDCOLAS, L. Pulse duration and the effectiveness of acoustic communication in crickets (Orthoptera: Grylloidea): the case of *Paragrylloides campanella*, sp. n. (Phalangopsidae). **Soc. Ent. Fr.**, v.34, n.4, p.407-418, 1998.
- DESUTTER-GRANDCOLAS, L. Phylogeny and the evolution of acoustic communication in extant Ensifera (Insecta, Orthoptera). **Zoologica Scripta**, 32, p.525-561, 2003.

- DOHERTY, J. A. Temperature coupling and “trade-off” phenomena in the acoustic communication system of the cricket, *Gryllus bimaculatus* De Geer (Gryllidae). **J. exp. Biol.**, v.114, p.17-35, 1985.
- EADES, D. C.; OTTE, D. **Orthoptera Species File Online**. Versão 2.0/3.5. Disponível em: < <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>>. Acesso em: 15 dez. 2008.
- FERREIRA, M.; FERGUSON, W. H. Geographic variation in the calling song of the Field cricket *Gryllus bimaculatus* (Orthoptera: Gryllidae) and its relevance to mate recognition and mate choice. **J. Zool., Lond.**, v. 257, p.163-170, 2002.
- FORREST, T. G. Acoustic communication and baffling behaviors of crickets. **Fla. Entomol.**, v.65, n.1, p.33-44, 1982.
- FULTON, B. B. Speciation in the field cricket. **Evolution**, v.6, n.3, p.283-95, 1952.
- GURNEY, A. B. The Linnaean subgeneric names of *Gryllus* (Orthoptera). **J. Washington Acad. Sc.**, v.40, n.12, p.409-413, 1950.
- JANG, Y.; GERHARDT, H. C. Divergence in the calling songs between sympatric and allopatric populations of the southern wood cricket *Gryllus fultoni* (Orthoptera: Gryllidae). **J. Evol. Biol.**, v.19, p.459-472, 2006.
- KOCH, U. T. Analysis of crickets stridulation using miniature angle detectors. **J. Comp. Physiol.**, v.136, p.247-256, 1980.
- KOCH, U. T.; ELLIOTT, C. J. H.; SCHÄFFNER, K.; KLEINDIENST, H. The mechanics of stridulation of the cricket *Gryllus campestris*. **J. Comp. Physiol.**, v.162, p.213-223, 1988.
- LEROY, Y. Signaux acoustiques, comportement et systématique de quelques espèces de gryllides (orthoptères, ensifères). **Bull. Biol. Fr. Belg.**, v.100, n.1, p.1-134, 1966.
- LEROY, Y. **L'univers sonore animal**. Paris: Gauthier-villars, 350p, 1979.

- LINNAEUS, C. **Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis.** Laurentii Salvii, Holmiae (Stockholm), Tomus I, Editio Decima, reformata, p.1-824, 1758.
- MAYR, E. **Systematics and the Origin of Species from the viewpoint of a zoologist.** Columbia University Press, New York, 334p., 1942.
- MELLO, F.A.G. **Sistemática, distribuição e diferenciação de grilos do gênero *Arancamby* Mello, 1992, nas matas costeiras do Sudeste do Brasil e sistema insular adjacente: aspectos morfológicos, cromossômicos e comportamentais ORTHOPTERA, GRYLLOIDEA, PHALANGOPSIDAE.** SÃO PAULO, 1994. 215p. Tese (Doutorado em Zoologia) - Instituto de Biociências, USP.
- MESA, A., GARCIA-NOVO, P. *Endecous onthophagus*: a new combination, phallic sclerites and karyology of the species (Orthoptera – Grylloidea). **J. Orthop. Res.**, v.6, p117-20, 1997.
- MESA, A., SPERBER, C.F., GARCIA, P.C. Two new species of the cricket genus *Eidmanacris* and a new combination name for a third species (Orthoptera, Grylloidea, Phalangopsidae). **Trans. Amer. Entomol. Soc.**, v.124, p.43-60, 1998.
- MIYOSHI, A. R.; ZEFA, E.; MARTINS, L. P.; DIAS, P. G. B. S.; DREHMER, C. J.; DORNELLES, J. E. F. Stridulatory file and calling song of two populations of the tropical bush cricket *Eneoptera surinamensis* (Orthoptera, Gryllidae, Eneopterinae). **Iheringia, Sér. Zool.**, v. 97, p. 461-465, 2007.
- NICKLE, D. A.; WALKER, T. J. A morphological key to field crickets of southeastern United States (Orthoptera: Gryllidae: *Gryllus*). **Fla. Entomol.**, v.57, p.8-12, 1974.
- OTTE, D. African crickets (Gryllidae). 2. *Afrogryllopsis* Randell and *Neogryllopsis* n. Gen. Of Eastern and Southern Africa (Gryllinae, Brachytrupini). **Proc. Acad. Nat. Sc., Phila.**, v.135, p.218-235, 1983
- OTTE, D. African Crickets (Gryllidae) 9. New Genera and Species of Brachytrupinae and Gryllinae. **Proc. Acad. Nat. Sc., Phila.**, v.139, p.315-374, 1987.
- OTTE, D. Evolution of Cricket Songs. **J. Orthop. Res.**, n.1, p.25-49, 1992.

- OTTE, D.; CADE, W. African Crickets (Gryllidae) 6. The Genus *Gryllus* and Some Related Genera (Gryllinae, Gryllini). **Proc. Acad. Nat. Sc., Phila.**, v.136, p.98-122, 1984.
- OTTE, D.; PECK, S. B. New Species of *Gryllus* (Orthoptera: Grylloidea: Gryllidae) from the Galapagos Islands. **J. Orthop. Res.**, n.6, p.161-173, 1997.
- OTTE, D.; TOMS, R. B.; CADE, W. New species and records of east and southern African crickets (Orthoptera: Gryllidae: Gryllinae). **Ann. Transvaal Mus.**, v.34, n.19, p.405-468, 1988.
- PIERCE, G. W. The songs of insects. **Harvard Univ. Press., Cambridge: Mass.**, 329p., 1948.
- RAKSHPAL, R. Sound-producing organs and mechanism of song production in field crickets of the genus *Acheta* Fabricius (Orthoptera, Gryllidae). **Can. J. Zool.**, v.38, p.499-507, 1960.
- RANDELL, R.L. The male genitalia in Gryllinae (Orthoptera: Gryllidae) and a tribal revision. **Can. Entomol.**, v.96, p.1565-607, 1964.
- REHN, J. A. G.; HEBARD, M. The genus *Gryllus* (Orthoptera) as found in America. **Proc. Acad. Nat. Sc., Phila.**, v.67, p.293-322, 1915.
- RIEDE, K.; LAMPE, K.; INGRISCH, S. **Deutsche Orthopteren Sammlungen** (DORSA). Disponível em: < <http://www.dorsa.de/>>. Acesso em: 10 dez. 2008.
- RITCHIE, M. G. Variation in male song and female preference within a population of *Ephippiger ephippiger* (Orthoptera: Tettigoniidae). **Anim. Behav.**, v.42, p.845-855, 1992.
- ROBERTS, H. R. Nomenclature in the Orthoptera concerning genotype designations. **Trans. Amer. Entomol. Soc.**, v.67, p.1-34, 1941.
- SAUSSURE, H. Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale, 6^e partie: études sur les myriapodes et les insectes. **Paris: Imprimerie Impériale.** p.293-531, 1874.

- SAUSSURE, H. Mélanges Orthoptérologiques, V^{me} fasc. Gryllides. **Mem. Soc. Phys. Hist. Nat. Geneve**, v. 25, p.1-352, 1877.
- SCHATRAL, A.; BAILEY, W. J. Song variability and the response to conspecific song and to song models of different frequency contents in males of the bushcricket *Requena verticalis* (Orthoptera: Tettigoniidae). **Behaviour**, v.116, p.164-179, 1991.
- SHAW, K. L. A nested analysis of song groups and species boundaries in the Hawaiian cricket Genus *Laupala*. **Mol. Phylogenet. Evol.**, v.11, n.2, p.332-341, 1999.
- SIMMONS, L. W. The calling song of the field cricket, *Gryllus bimaculatus* (De Geer): constraints on transmission and its role in intermale competition and female choice. **Anim. Behav.**, v.36, n.2, p.380-394, 1988.
- SIMMONS, L. W.; RITCHIE, M. G. Symmetry in the songs of crickets. **Proc. R. Soc. Lond. B**, v.236, p.305-311, 1996.
- SIMMONS, L. W.; ZUK, M. Variability in call structure and pairing success of male field crickets, *Gryllus bimaculatus*: the effects of age, size and parasite load. **Anim. Behav.**, v.44, p.1145-1152, 1992.
- SMITH, C. J.; CADE, W. H. Relative fertility in hybridization experiments using three song types of the field crickets *Gryllus integer* and *Gryllus rubens*. **Can. J. Zool.** v.65, p.2390-2394, 1987.
- 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. **Can. J. Zool.**, v.70, p.950-955, 1992.
- STEPHEN, R. O.; HARTLEY, J. C. Sound production in crickets. **J. Exp. Biol.**, v.198, p.2139-2152, 1995.
- WALKER, F. Catalogue of the specimens of Dermaptera saltatoria and supplement to the Blattariae in the collection of the British Museum [Part I.] **British Museum, London**, p.1-224, 1869.
- WALKER, T. J. Factors responsible for intraespecific variation in the calling song of crickets. **Evolution**, v.16, p.407-428, 1962a.

- WALKER, T. J. The taxonomy and calling songs of United States tree crickets (Orthoptera: Gryllidae: Oecanthinae). I. The genus *Neoxabea* and the *niveus* and *varicornis* groups of the genus *Oecanthus*. **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v.55, p.303-322, 1962b.
- WALKER, T. J. The taxonomy and calling songs of United States tree crickets (Orthoptera: Gryllidae: Oecanthinae). II. The *nigricornis* group of the genus *Oecanthus*. **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v.56, n.6, p.772-789, 1963.
- WALKER, T. J. Cryptic species among sound-producing Ensiferan Orthoptera (Gryllidae and Tettigoniidae). **Quart. Rev. Biol.**, v.39, p.345-355, 1964.
- WALKER, T. J. *Gryllus ovisopis* n. sp.: a taciturn cricket with a life cycle suggesting allochronic speciation. **Fla. Entomol.**, v.57, n.1, p.13-22, 1974.
- WALKER, T. J. Trilling field crickets in a zone of overlap (Orthoptera: Gryllidae: *Gryllus*). **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, v.91, n.2, p.175-184, 1998.
- WALKER, T. J. *Gryllus cayensis* n. sp. (Orthoptera: Gryllidae), a taciturn wood cricket extirpated from the Florida keys: songs, ecology and hybrids. **Fla. Entomol.**, v.84, n.4, p.700-05, 2001.
- WALKER, T. J.; CARLYSLE, T. C. Stridulatory file teeth in crickets: taxonomic and acoustic implications (Orthoptera: Gryllidae). **Int. J. Insect Morphol. & Embriol.**, v.4, n.2, p.151-158, 1975.
- WALKER, T. J.; MOORE, T. E. **Singing Insects of North America**. Disponível em: <<http://entomology.ifas.ufl.edu/walker/buzz/>>. Acesso em: 20 nov. 2008.
- WEISSMAN, D. B.; RENTZ, D. C. F.; ALEXANDER, R. D.; WERNER, L. Field crickets (*Gryllus* and *Acheta*) of California and Baja California, Mexico (Orthoptera: Gryllidae: Gryllinae). **Trans. Amer. Ent. Soc.**, v.106, p.327-356, 1980.
- ZEFA, E. **Comportamento, bioacústica, morfologia e citogenética de algumas espécies do gênero *Endecous* Saussure, 1878 (Orthoptera, Phalangopsinae)**. Rio Claro, 2000. 177p. Tese (Doutorado em Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, UNESP.

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](#)