UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto

Leandro Magrini

**Caracterização Acústica e Padrão de evolução do
canto de anúncio em pererecas Neotropicais do clado
Scinax (Hylidae): Implicações taxonômicas,
sistemáticas e macro-evolutivas**

Ribeirão Preto

2013

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto

Leandro Magrini

**Caracterização Acústica e Padrão de evolução do
canto de anúncio em pererecas Neotropicais do clado
Scinax (Hylidae): Implicações taxonômicas,
sistemáticas e macro-evolutivas**

(versão corrigida)

Tese apresentada ao Departamento de Biologia da
Faculdade de Filosofia , Ciências e Letras de Ribeirão
Preto, Universidade de São Paulo, como parte dos re-
quisitos para a obtenção do título de Doutor em Biolo-
gia Comparada.

Orientador: Ariovaldo Antônio Giaretta²

Ribeirão Preto

2013

**NÃO AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL
DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU
ELETRÔNICO.**

Magrini, Leandro

Caracterização Acústica e Padrão de evolução do canto de anúncio em pererecas Neotropicais do clado *Scinax* (Hylidae): Implicações taxonômicas, sistemáticas e macro-evolutivas.

412 p. : il. ; 30 cm

Tese de Doutorado, apresentada à Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Biologia Comparada.

Orientador: Giaretta, Ariovaldo A.

1. Sinais acústicos. 2. Canto de anúncio. 3. *Scinax*. 4. Sinal filogenético. 5. Diversidade críptica.

Dedicado em memória a
minha querida tia Edna Maria Gonçalves,
exemplo de bondade, generosidade e amizade.
E a minha querida vó (Thereza Gonçalves Lima),
que nos deixou logo após a defesa da minha Tese.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, em especial minha mãe por toda compreensão e apoio.

Agradeço àqueles que comumente foram fonte de inspiração e motivação como minha tia Elisete, e os amigos mais chegados (Pingo, Waguinho, André e Juliana).

Agradeço ao prof. Ariovaldo pela orientação, parceria em parte da coleta de dados, e pela apresentação inicial as áreas de bioacústica e de métodos comparados evolutivos.

Agradeço ao prof. A. Kwet, que prontamente disponibilizou sua coleção sonora, várias espécies de *Scinax* que registrou durante seus estudos no sul do Brasil.

Agradeço o prof. Sérgio (S. P. Carvalho-e-Silva) e família, por todo apoio logístico e hospitalidade durante meus trabalhos de campo no Rio de Janeiro e Mangaratiba.

Agradeço ao prof. Béda, pelo apoio logístico no trabalho em Aquidauna, MS.

Agradeço ao prof. Menin, e seus amigos na UFAM e no INPA pela grande auxílio no trabalho em Manaus.

Aos colegas de laboratório, antigos e atuais, pelo auxílio em algumas das viagens a campo, e alguns deles pela permissão de utilizar seus registros no presente trabalho.

Estou em débito com a profa. Beti (Elisabeth Spinelli), que generosamente cedeu o espaço do seu laboratório para minha parte final do trabalho, e pela oportunidade do convívio enriquecedor.

À Michelle Peixoto, agradeço o apoio e compreensão durante a etapa inicial do trabalho. Agradeço a profa. Kátia G. Facure que sem dúvida teve um papel importante no aceite do Ari em me orientar no doutoramento.

Agradeço a Paulinha (Paula Braga) pela revisão da bibliografia do trabalho.

E devo um grande agradecimento a profa. Patricia Monticelli pela revisão crítica de uma versão preliminar do trabalho, e nos instantes finais pelo generoso auxílio em questões de formatação pré-impressão da tese – contagem regressiva do *dead line* (hehe).

A CAPES pela bolsa concedida.

E agradeço ao Programa de Pós Graduação da Biologia Comparada pelo auxílio de diárias em várias viagens de coleta.

RESUMO

Magrini, L. (2013). Caracterização Acústica e Padrão de evolução do canto de anúncio em pererecas Neotropicais do clado *Scinax* (Hylidae): Implicações taxonômicas, sistemáticas e macro-evolutivas. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto.

O canto de anúncio dos anuros apresenta importância fundamental como mecanismo primário de isolamento reprodutivo. Em decorrência disto, estes cantos têm se mostrado altamente valiosos para a determinação da identidade das espécies, para assegurar uma diagnose confiável, e adicionalmente, têm contribuído para revelar espécies crípticas nos mais variados complexos de espécies. Apesar de alguns estudos na literatura terem investigado o padrão de evolução do canto com uma abordagem comparada incorporando a estrutura filogenética do grupo estudado, apenas na última década têm emergido os primeiros estudos utilizando uma abordagem filogenética para a investigação da evolução do canto em anuros. Pererecas do gênero *Scinax* Wagler, 1830 são um dos mais abundantes e conspícuos grupos de anuros dos Neotrópicos, sendo reconhecido atualmente como o segundo gênero mais especioso dentre os hílideos (Hylidae), i.e. 111 spp. descritas. O monofiletismo, a ampla distribuição geográfica, riqueza de espécies, heterogeneidade de ambientes ocupados e a variação morfológica e acústica das espécies de *Scinax* faz deste um clado interessante para o estudo da evolução da comunicação acústica. No presente estudo os principais objetivos foram contribuir com a taxonomia e zoogeografia do gênero *Scinax* através da descrição detalhada dos caracteres do canto de anúncio de espécies dos clados *S. ruber* e *S. catharinae*, melhorando assim a caracterização biológica (diagnose) destas espécies, e identificar e caracterizar a variação acústica intra-específica para parte das espécies estudadas. Como consequência desta primeira etapa do trabalho, era esperada a produção de uma base de dados acústicos de alta qualidade, de maneira padronizada e detalhada para seu uso subsequente em estudos comparados utilizando uma abordagem comparada filogenética (i.e. segunda etapa do trabalho). Espécies/populações de *Scinax* foram acusticamente amostradas em 60 localidades (dados inéditos), concentrando-se principalmente nas regiões sudeste, central e sul do Brasil, dentro dos biomas Mata Atlântica e Cerrado. No total, foram analisados cerca de 3.500 cantos de anúncio, pertencentes a 387 indivíduos – 332 indivíduos do clado *Scinax ruber* e 55

indivíduos do clado *S. catharinae* (grupo *S. catharinae*), a maior parte consistindo de dados inéditos (aprox. 75% dos dados). A análise destes dados permitiu a caracterização acústica detalhada de 40 espécies nominais do clado *Scinax* (i.e. 32 spp. clado *S. ruber*; 8 spp. clado *S. catharinae*) – o que corresponde a 36% das espécies atualmente conhecidas do gênero. Diferenças inter-específicas reportadas nas características do canto de anúncio destas espécies forneceram suporte robusto para a diagnose acústica de quase todas as espécies estudadas. Adicionalmente, esta amostragem acústica intensiva para o gênero revelou elevados níveis de diversidade críptica em *Scinax*, i.e. 33 espécies não descritas. A maior parte dessa diversidade críptica encontrada está oculta sob os nomes *S. squalirostris* (7 espécies crípticas) e *S. fuscomarginatus* (4 espécies crípticas). Desta forma, a análise acurada e detalhada dos dados acústicos do canto de anúncio revelaram um profundo impacto sobre a taxonomia do grupo. A base de dados interespecíficos de alta qualidade produzidos e a disponibilidade de hipóteses filogenéticas para *Scinax* na literatura permitiram a investigação da evolução dos sinais acústicos no grupo, e.g. reconhecer e diferenciar a magnitude de fatores filogenéticos sobre a diversificação inter-específica do canto de anúncio, avaliar se caracteres acústicos associados a morfologia ou comportamento-fisiologia apresentam diferentes níveis de sinal filogenético e investigar o padrão evolutivo dos caracteres acústicos (canto de anúncio) e do CRC em *Scinax* através do procedimentos de otimização/mapeamento. Estas análises conduzidas revelaram altos níveis de sinal filogenético para a maioria dos caracteres do canto de anúncio investigados (i.e. 16 de 21 caracteres, com λ não diferindo de 1 nesses caracteres), sobre uma topologia de 31 spp. do gênero. A intensidade elevada de sinal filogenético encontrado foi similar aos níveis observados em caracteres morfológicos na literatura, não confirmando a hipótese de que caracteres comportamentais seriam mais lábeis em relação a caracteres morfológicos. As análises de mapeamento de caráter evidenciaram dois padrões principais de canto de anúncio em *Scinax*, cada padrão associado a um dos grandes clados do grupo, além fornecerem evidência robusta para o suporte de sinapomorfias acústicas para cada clado.

Palavras-chave: Sinais acústicos, Canto de anúncio, *Scinax*, Sinal filogenético, Diversidade críptica.

ABSTRACT

Magrini, L. (2013). Acoustic characterization and pattern of evolution of the advertisement call of Neotropical tree frogs of *Scinax* clade (Hylidae): taxonomic, systematic and macro-evolutionary implications. Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto.

The advertisement call of frogs presents fundamental importance as a primary mechanism of reproductive isolation. As a result, these calls have proven to be highly valuable in determining the species identity, to ensure reliable diagnosis, and additionally, the advertisement calls has helped to reveal cryptic species in various species groups. Although some studies in the literature have investigated the pattern of evolution of the calls with a comparative approach incorporating information about the group phylogeny under study, only in the last decade studies using a phylogenetic approach to investigate the evolution of anurans calls have emerged. Treefrogs of the genus *Scinax* Wagler, 1830 is one of the most abundant and conspicuous groups of frogs in the Neotropics, actually being recognized as the second most specious genus among the hylids (Hylidae), i.e. 111 spp described. The monophyletism, wide geographic distribution, richness of species, heterogeneity of environments occupied and the morphological and acoustic variation makes *Scinax* an interesting group to the investigation of the evolution of acoustic communication. The main aims of the present study were to contribute to the taxonomy and zoogeography knowledge of the genus *Scinax* through a detailed description of the characters of the advertisement calls of the species from the clades *S. ruber* and *S. catharinae*. Thus, it was possible make better the biological characterization (diagnosis) of these species and allowed to identify and characterize the intra-specific acoustic variation to part of the genus. As a consequence, the first part of this study permitted to produce a high-quality acoustic database, in a detailed and standardized manner to being used in a subsequent comparative phylogenetic approach (second part of the study). Species/populations of *Scinax* were acoustically sampled at 60 localities (original data), mainly concentrated in the southeastern, central, and southern of Brazil, in Atlantic Rain forest and Cerrado biomes. In total, about 3,500 advertisement calls were analyzed from 387 individuals (332 of *Scinax ruber* clade; and 55 of *S. catharinae* clade) – the most part consisting of new data (ca. 75%). Data analysis allowed the detailed acoustic characterization of 40 nominal species of the clade *Scinax* (i.e. 32 spp. of *S. ruber* clade; 8 spp. of *S. catharinae* clade), what correponds to 36% of currently known diversity of the genus.

Inter-specific differences in the reported characteristics of the advertisement calls provided robust support to acoustic diagnosis for almost all species. Additionally, this intensive acoustic sampling to the genus revealed high levels of cryptic diversity in *Scinax*, i.e. 33 undescribed species. Most part of these cryptic diversity were under the nominal species *S. squalirostris* (7 cryptic species) and *S. fuscomarginatus* (4 cryptic species). Thus, accurate and detailed analysis of acoustic data of the advertisement call revealed a profound impact on the group taxonomy. The interspecific high-quality database here generated, and the availability of phylogenetic hypotheses for *Scinax* in the literature allowed the investigation of the evolution of acoustic signals in the genus, e.g. to recognize and differentiate the magnitude of phylogenetic factors on the inter-specific diversification of advertisement calls; to assess if acoustic characters related to morphology or behavior-physiology present different levels of phylogenetic signal; and to investigate the pattern of evolution of acoustic characters (advertisement call) and SVL in *Scinax* through optimization/mapping procedures. These analyses revealed high levels of phylogenetic signal for most of the characters of the advertisement call investigated (i.e. 16 of 21 characters with $\lambda=1$), based on a topology of 31 terminals species. The high intensity of phylogenetic signal found was similar to the levels observed for morphological characters in the literature, what is in disagree with the hypothesis that behavioral characters would be more labile than morphological characters. The character mapping analysis revealed two main patterns in *Scinax*, each one associated with one of the main clades of the genus, besides provide strong evidence to support acoustic synapomorphies for each clade.

Key words: Acoustic signals, Advertisement calls, *Scinax*, Phylogenetic signal, Cryptic diversity.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
Métodos Comparados Filogenéticos (MCFs).....	2
Sinais Acústicos em Anuros.....	3
O Modelo Biológico do Presente Estudo.....	4
Referências Bibliográficas.....	7
 CAPÍTULO 1	11
Introdução	11
Materiais e Métodos	13
Área de estudo.....	13
Coleta de Dados.....	14
Abordagem Acústica Mecânica/Comportamental.....	15
Análises Acústicas.....	16
Análises Estatísticas.....	18
Apresentação dos resultados.....	19
Resultados	21
Caracterização acústica do canto de anúncio de <i>Scinax</i> do clado <i>S. ruber</i>	29
Clado <i>Scinax ruber</i>	29
Diagnose acústica do clado <i>S. ruber</i>	29
<i>Scinax acuminatus</i>	30
Complexo <i>Scinax alter</i>	34
<i>Scinax imbegue</i>	34
<i>Scinax tymbamirim</i>	36
<i>Scinax boesemani</i>	45
<i>Scinax crospeospilus</i>	49
<i>Scinax cuspidatus</i>	56
Grupo <i>Scinax duartei</i>	62
<i>Scinax duartei</i>	63
<i>Scinax caldarum</i>	63
<i>Scinax rogerioi</i>	64
<i>Scinax elaeochrous</i>	72
<i>Scinax eurydice</i>	76
Complexo <i>Scinax fuscomarginatus</i>	80
<i>Scinax fuscovarius</i>	95
<i>Scinax hayii</i>	102
<i>Scinax ictericus</i>	110
<i>Scinax maracaya</i>	114
<i>Scinax nasicus</i>	118
<i>Scinax perereca</i>	122
<i>Scinax quinquefasciatus</i>	129
Complexo <i>Scinax ruber</i>	134
<i>Scinax ruber</i>	134
Complexo <i>Scinax squalirostris</i>	143
<i>Scinax staufferi</i>	159
<i>Scinax uruguayus</i>	164
Grupo <i>Scinax x-signatus</i>	168

<i>Scinax granulatus</i>	168
<i>Scinax similis</i>	173
<i>Scinax x-signatus</i>	177
Espécies crípticas não relacionadas a nenhuma espécie nominal ou população ainda não identificada.....	182
<i>Scinax</i> sp. ‘Uberlândia’.....	182
<i>Scinax</i> sp. ‘Olegário’.....	182
<i>Scinax</i> sp. ‘Curvelo’.....	183
<i>Scinax</i> sp. ‘Orellana’.....	185
Clado <i>Scinax rostratus</i>	192
<i>Scinax boulengeri</i>	192
<i>Scinax garbei</i>	197
<i>Scinax nebulosus</i>	203
<i>Scinax pedromedinae</i>	208
<i>Scinax proboscideus</i>	212
<i>Scinax rostratus</i>	213
Clado <i>Scinax catharinae</i> , grupo <i>S. catharinae</i>	221
<i>Scinax albicans</i>	223
<i>Scinax aromothyella</i>	231
<i>Scinax canastrensis</i>	244
<i>Scinax catharinae</i>	250
<i>Scinax longilineus</i>	254
<i>Scinax hiemalis</i>	255
<i>Scinax rizibilis</i>	263
<i>Scinax trapicheiroi</i>	280
Espécie críptica não relacionada a nenhuma espécie nominal do grupo <i>S. catharinae</i>	289
<i>Scinax</i> sp. ‘Cumari’.....	289
Coefficiente de Variação dos Caracteres Acústicos de espécies de <i>Scinax</i>	293
Discussão	303
(a) Bioacústica em <i>Scinax</i>	305
Fenômenos lineares e não lineares no canto de <i>Scinax</i>	308
(b) Implicações sistemáticas.....	307
<i>Scinax</i>	307
Clado <i>Scinax ruber</i>	308
Clado <i>Scinax catharinae</i>	308
Diversidade críptica.....	309
Referências Bibliográficas	312
APÊNDICE 1	324
APÊNDICE 2	325
APÊNDICE 3	326
APÊNDICE 4	327
SUPLEMENTO	328
ANEXO 1	347
ANEXO 2	348

CAPÍTULO 2	349
Introdução	349
Materiais e Métodos	352
Modelo biológico.....	352
Base de dados.....	353
Gravação e análises acústicas.....	355
Coeficiente de Variação.....	356
Hipótese filogenética.....	356
Análises comparadas filogenéticas.....	357
Resultados	363
Discussão	371
(a) Mapeamento de caracteres.....	374
Referências Bibliográficas	391
APÊNDICE 1	398
APÊNDICE 2	399
APÊNDICE 3	400
APÊNDICE 4	401
APÊNDICE 5	402
APÊNDICE 6	403
APÊNDICE 7	404
APÊNDICE 8	405
APÊNDICE 9	406
SUPLEMENTO	407

LISTA DE FIGURAS (CAPÍTULO 1)

Figura 1. Mapa das localidades acusticamente amostradas no presente estudo para as espécies do gênero <i>Scinax</i>	23
Figura 2. Canto de anúncio de <i>Scinax acuminatus</i> . Aquidauana/MS.....	33
Figura 3. Canto de anúncio de <i>Scinax imbegue</i> . Jaraguá do Sul/SC.....	40
Figura 4. Canto de anúncio de <i>Scinax imbegue</i> . Parque Natural da Taquara, Duque de Caxias/RJ.....	41
Figura 5. Canto de anúncio de <i>Scinax imbegue</i> representado na figura anterior.....	42
Figura 6. Canto de anúncio de <i>Scinax tymbamirim</i> . Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula/RS.....	43
Figura 7. Canto de anúncio de <i>Scinax tymbamirim</i> representado na figura anterior.....	44
Figura 8. Canto de anúncio de <i>Scinax boesemani</i> . Manaus/AM.....	48
Figura 9. Canto de anúncio de <i>Scinax crospedospilus</i> . Teresópolis/RJ.....	53
Figura 10. Canto de anúncio de <i>Scinax crospedospilus</i> representado na figura anterior.....	54
Figura 11. Canto de anúncio de <i>Scinax crospedospilus</i> para as duas populações estudadas, Teresópolis/RJ e Atibaia/SP.....	55
Figura 12. Canto de anúncio de <i>Scinax cuspidatus</i> . Guapimirim/RJ.....	60
Figura 13. Canto de anúncio de <i>Scinax cuspidatus</i> representado na figura anterior.....	61
Figura 14. Canto de anúncio de <i>Scinax duartei</i> . Parque Nacional do Itatiaia (Brejo da Lapa), Itamonte/MG.....	68
Figura 15. Canto de anúncio de <i>Scinax caldarum</i> . Andradadas/MG.....	69
Figura 16. Canto de anúncio de <i>Scinax rogerioi</i> . Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás/GO.....	70
Figura 17. Canto de anúncio de <i>Scinax duartei</i> ‘Bocaina’. Parque Nacional da Serra da Bocaina, São José do Barreiro/SP.....	71
Figura 18. Canto de anúncio de <i>Scinax elaeochrous</i> . La Lola, Limón, Costa Rica.....	75
Figura 19. Canto de anúncio de <i>Scinax eurydice</i> . Parque Florestal do Itapetinga, Atibaia/SP.....	79

Figura 20. Análises de Função Discriminante das características acústicas de indivíduos pertencentes a cinco populações inicialmente atribuídos a <i>S. fuscomarginatus</i>	85
Figura 21. Canto de anúncio de <i>Scinax fuscomarginatus</i> . Estação Ecológica do Panga, Uberlândia/MG.....	89
Figura 22. Canto de anúncio de <i>S. fuscomarginatus</i> , população de Juatuba/MG e Serra do Cipó/MG.....	90
Figura 23. Canto de anúncio de <i>Scinax fuscomarginatus</i> ‘Pequena’. Clube de Caça e Pesca, Uberlândia/MG.....	91
Figura 24. Canto de anúncio de <i>Scinax fuscomarginatus</i> ‘Aquidauana’. Aquidauana/MS.....	92
Figura 25. Canto de anúncio de <i>Scinax fuscomarginatus</i> ‘MT’. Pontal do Araguaia/MT.....	93
Figura 26. Canto de anúncio de <i>Scinax fuscomarginatus</i> ‘Veadeiros’. Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás/GO.....	94
Figura 27. Canto de anúncio de <i>Scinax fuscovarius</i> . Araguari/MG.....	100
Figura 28. Canto de anúncio de <i>Scinax fuscovarius</i> . Poços de Caldas/MG.....	101
Figura 29. Canto de anúncio de <i>Scinax hayii</i> . Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis/RJ.....	107
Figura 30. Canto de anúncio de <i>Scinax hayii</i> de diversas localidades: Duque de Caxias/RJ; Itatiaia/RJ; Paranapiacaba/SP e Poços de Caldas/MG.....	108
Figura 31. Canto de anúncio de <i>Scinax hayii</i> ‘Bocaina’. Proximidades do Parque Nacional da Serra da Bocaina, São José do Barreiro/SP.....	109
Figura 32. Canto de anúncio de <i>Scinax ictericus</i> . Tambopata, Peru.....	113
Figura 33. Canto de anúncio de <i>Scinax maracaya</i> . Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas/MG.....	117
Figura 34. Canto de anúncio de <i>Scinax nasicus</i> . Aquidauana/MS.....	121
Figura 35. Canto de anúncio de <i>Scinax perereca</i> . Estação Ecológica Juréia-Itatins, Peruíbe/SP.....	127
Figura 36. Canto de anúncio de <i>Scinax perereca</i> registrada em Florianópolis/SC e <i>S. perereca</i> registrada no estado do Rio Grande do Sul	128
Figura 37. Canto de anúncio de <i>Scinax quinquefasciatus</i> . Manabí, Equador.....	133
Figura 38. Canto de anúncio de <i>Scinax ruber</i> ‘Manaus’. Manaus/AM.....	140
Figura 39. Canto de anúncio de diferentes populações atribuídas a <i>Scinax ruber</i> : Guiana Francesa; Tambopata, Peru; Barro Colorado, Panamá; Equador e Bolívia.....	141

Figura 40. Espectrogramas do canto de anúncio de diferentes populações atribuídas a <i>Scinax ruber</i> : Guiana Francesa; Tambopata, Peru; Barro Colorado, Panamá e Equador	142
Figura. 41. Análises de Função Discriminante das características acústicas de indivíduos pertencentes à população topotípica e mais quatro populações inicialmente atribuídas a <i>S. squalirostris</i>	148
Figura 42. Canto de anúncio de <i>Scinax squalirostris</i> , população topotípica. Parque Nacional da Serra da Bocaina, São José do Barreiro/SP.....	154
Figura 43. Canto de anúncio de populações pertencentes ao complexo <i>Scinax squalirostris</i> : A- <i>S. squalirostris</i> ‘CanastraI’; B- <i>S. squalirostris</i> ‘CanastraII’; C- <i>S. squalirostris</i> ‘Poços’; D- <i>S. squalirostris</i> ‘Veadeiros’; E- <i>S. squalirostris</i> ‘Sul’ e F- <i>S. squalirostris</i> ‘Cristalina’.....	155
Figura 44. Canto de anúncio de <i>S. squalirostris</i> ‘CanastraII’ e <i>S. squalirostris</i> ‘Poços’. Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas/MG e Poços de Caldas/MG.....	156
Figura 45. Canto de anúncio de <i>S. squalirostris</i> ‘Veadeiros’ e <i>S. squalirostris</i> ‘Sul’	157
Figura 46. Canto de anúncio de <i>Scinax squalirostris</i> ‘Cristalina’. Cristalina/GO.....	158
Figura 47. Canto de anúncio de <i>Scinax staufferi</i> . Chiapas, México.....	163
Figura 48. Canto de anúncio de <i>Scinax uruguayus</i> e <i>S. uruguayus</i> ‘Cambará’	167
Figura 49. Canto de anúncio de <i>Scinax granulatus</i> . Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula/RS.....	172
Figura 50. Canto de anúncio de <i>Scinax similis</i> . Citrolândia, Magé/RJ.....	176
Figura 51. Canto de anúncio de <i>Scinax x-signatus</i> . Clube de Caça & Pesca, Uberlândia/MG.....	181
Figura 52. Canto de anúncio de <i>Scinax</i> sp. ‘Uberlândia’. Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia/MG.....	188
Figura 53. Canto de anúncio de <i>Scinax</i> sp. ‘Olegário’. Reserva Vereda Grande, Presidente Olegário/MG.....	189
Figura 54. Canto de anúncio de <i>Scinax</i> sp. ‘Curvelo’. Curvelo/MG.....	190
Figura 55. Canto de anúncio de <i>Scinax</i> sp. ‘Orellana’. Orellana, Equador.....	191
Figura 56. Canto de anúncio de <i>Scinax boulengeri</i> . Barro Colorado, Panamá.....	196
Figura 57. Canto de anúncio de <i>Scinax garbei</i> ‘Manaus’. Manaus/AM.....	201
Figura 58. Canto de anúncio de <i>Scinax garbei</i> ‘Tambopata’. Tambopata, Peru.....	202
Figura 59. Canto de anúncio de <i>Scinax nebulosus</i> . Embrapa, Belém/PA.....	207

Figura 60. Canto de anúncio de <i>Scinax pedromedinae</i> . Tambopata, Peru.....	211
Figura 61. Canto de anúncio de <i>Scinax proboscideus</i> . Barro Colorado, Panamá.....	219
Figura 62. Canto de anúncio de <i>Scinax rostratus</i> . Barro Colorado, Panamá.....	220
Figura 63. Canto de anúncio de <i>Scinax albicans</i> . Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis/RJ.....	227
Figura 64. Canto de anúncio de <i>Scinax albicans</i> evidenciando a presença de harmônicos.....	228
Figura 65. Canto de anúncio de <i>Scinax albicans</i> representado na fig. 63	229
Figura 66. Vocalizações do repertório de <i>Scinax albicans</i>	230
Figura 67. Vocalizações do repertório de <i>Scinax aromothyella</i> . San Vicente, Argentina.....	236
Figura 68. Espectrograma da secção do canto de anúncio de <i>Scinax aromothyella</i> mostrando detalhes da estrutura espectral dos pulsos.....	237
Figura 69. Secção do canto de anúncio de <i>Scinax aromothyella</i> representado na figura anterior.....	238
Figura 70. Vocalizações do repertório de <i>Scinax aromothyella</i>	239
Figura 71. Vocalizações do repertório de <i>Scinax berthae</i> ‘Itatiba’. Itatiba/SP.....	240
Figura 72. Espectrograma da secção do canto de anúncio de <i>Scinax berthae</i> ‘Itatiba’ mostrando detalhes da estrutura espectral dos pulsos.....	241
Figura 73. Secção do canto de anúncio de <i>Scinax berthae</i> ‘Itatiba’	242
Figura 74. Vocalizações do repertório de <i>Scinax berthae</i> ‘Itatiba’	243
Figura 75. Canto de anúncio de <i>Scinax canastrensis</i> . Estação Ambiental Galheiro, Perdizes/MG....	247
Figura 76. Vocalizações do repertório de <i>Scinax canastrensis</i> , ‘tic’= pulso simples e nota 2. Estação Ambiental Galheiro, Perdizes/MG.....	248
Figura 77. Canto de anúncio de <i>Scinax catharinae</i> . Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula/RS.....	252
Figura 78. Vocalizações do repertório de <i>Scinax catharinae</i> . Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula/RS.....	253
Figura 79. Canto de anúncio de <i>Scinax longilineus</i> . Poços de Caldas/MG.....	259
Figura 80. Vocalizações do repertório de <i>Scinax longilineus</i> . Poços de Caldas/MG.....	260
Figura 81. Canto de anúncio de <i>Scinax hiemalis</i> . Distrito de Sousas, Campinas/SP.....	261

Figura 82. Vocalizações do repertório de <i>Scinax hiemalis</i> . Distrito de Sousas, Campinas/SP.....	262
Figura 83. Vocalizações do repertório de <i>Scinax rizibilis</i> . Pirabeiraba/SC.....	269
Figura 84. Espectrograma de uma secção do canto de anúncio de <i>Scinax rizibilis</i>	270
Figura 85. Secção do canto de anúncio de <i>Scinax rizibilis</i> (últimos 6 pulsos do canto).....	271
Figura 86. Vocalizações do repertório de <i>Scinax rizibilis</i> . Pirabeiraba/SC.....	272
Figura 87. Vocalizações do repertório de <i>Scinax rizibilis</i> , população de Ribeirão Branco/SP.....	273
Figura 88. A- Espectrograma de uma secção do canto de anúncio de <i>Scinax rizibilis</i>	274
Figura 89. Secção do canto de anúncio de <i>Scinax rizibilis</i> representado na fig. 87	275
Figura 90. Vocalizações do repertório de <i>Scinax rizibilis</i> ‘RS’. Terra de Areia/RS.....	276
Figura 91. Espectrograma da secção do canto de anúncio de <i>Scinax rizibilis</i> ‘RS’.....	277
Figura 92. Secção do canto de anúncio de <i>Scinax rizibilis</i> ‘RS’ representado em B da fig. 90	278
Figura 93. Vocalizações do repertório de <i>Scinax rizibilis</i> ‘RS’.....	279
Figura 94. Canto de anúncio de <i>Scinax trapicheiroi</i> . Maciço da Tijuca, São Conrado/RJ.....	284
Figura 95. Canto de anúncio de <i>Scinax trapicheiroi</i> , mesmo canto representado na figura anterior.....	285
Figura 96. Vocalizações do repertório de <i>Scinax trapicheiroi</i>	286
Figura 97. Canto de anúncio de <i>Scinax trapicheiroi</i> ‘Ubatuba’. Ubatuba/SP.....	287
Figura 98. Secção representada em B da figura anterior, i.e. parte final do canto de anúncio e dois tics de <i>Scinax trapicheiroi</i> ‘Ubatuba’.....	288
Figura 99. Canto de anúncio de <i>Scinax</i> sp. ‘Cumari’. Fazenda Limoeiro, Cumari/ GO.....	292
Figura 100. Coeficiente de variação (CV) da duração do canto e do nº de pulsos por canto para 24 espécies/populações do gênero <i>Scinax</i>	298
Figura 101. Coeficiente de variação (CV) da razão entre duração do canto/nº de pulsos e da frequência mínima do canto para 24 espécies/populações do gênero <i>Scinax</i>	299
Figura 102. Coeficiente de variação (CV) da frequência máxima do canto e do 1ºPE do canto para 24 espécies/populações do gênero <i>Scinax</i>	300
Figura 103. Coeficiente de variação (CV) do 2ºPE do canto e da taxa de repetição de pulsos/seg. para 24 espécies/populações do gênero <i>Scinax</i>	301

Figura 104. Coeficiente de variação (CV) da razão entre duração do pulso/intervalo entre pulsos e do intervalo entre pulsos para 24 espécies/populações do gênero <i>Scinax</i>	302
--	-----

LISTA DE TABELAS (CAPÍTULO 1)

Tabela 1. Definição e forma de mensuração dos caracteres quantitativos considerados na descrição do canto de anúncio das espécies no presente estudo.....	20
Tabela 2. Lista das espécies de <i>Scinax</i> descritas até o presente e informações sobre as espécies com canto conhecido ou parcialmente conhecido.....	24
Tabela 3. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax acuminatus</i>	32
Tabela 4. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio do complexo <i>Scinax alter</i> (<i>S. alter</i> , <i>S. imbegue</i> e <i>S. tymbamirim</i>).....	39
Tabela 5. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax boesemani</i>	47
Tabela 6. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax crospedospilus</i>	52
Tabela 7. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax cuspidatus</i>	59
Tabela 8. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio das espécies presentemente alocadas no grupo <i>Scinax duartei</i>	67
Tabela 9. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax elaeochrous</i>	74
Tabela 10. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax elaeochrous</i>	78
Tabela 11. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio do complexo <i>Scinax fuscomarginatus</i>	87
Tabela 12. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações atualmente reconhecidas como <i>Scinax fuscovarius</i>	98
Tabela 13. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações atribuídas a <i>Scinax hayii</i>	105
Tabela 14. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax ictericus</i>	112
Tabela 15. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax maracaya</i>	116
Tabela 16. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax nasicus</i>	120
Tabela 17. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações de <i>Scinax perereca</i>	126
Tabela 18. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax quinquefasciatus</i>	132

Tabela 19. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações do complexo <i>Scinax ruber</i>	138
Tabela 20. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações do complexo <i>Scinax squalirostris</i>	152
Tabela 21. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax staufferi</i>	162
Tabela 22. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax uruguayus</i>	166
Tabela 23. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax granulatus</i>	171
Tabela 24. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax similis</i>	175
Tabela 25. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações de <i>Scinax x-signatus</i>	180
Tabela 26. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de três populações não relacionadas a nenhuma espécie conhecida do clado <i>Scinax ruber</i> , e de uma população adicional do clado, cuja identidade taxonômica ainda não está determinada.....	187
Tabela 27. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax boulengeri</i>	195
Tabela 28. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações atribuídas a <i>Scinax garbei</i>	200
Tabela 29. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax nebulosus</i>	206
Tabela 30. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax pedromedinae</i>	210
Tabela 31. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax proboscideus</i>	217
Tabela 32. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax rostratus</i>	218
Tabela 33. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de <i>Scinax albicans</i>	226
Tabela 34. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de <i>Scinax aromothyella</i> e <i>Scinax berthae</i> ‘Itatiba’ (população registrada em Itatiba/SP).....	234
Tabela 35. Sumário dos caracteres numéricos de outras vocalizações (nota 2 e tic) do repertório acústico de <i>Scinax aromothyella</i> , <i>S. berthae</i> e <i>S. berthae</i> ‘Itatiba’.....	235
Tabela 36. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de <i>Scinax canastrensis</i>	246
Tabela 37. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de <i>Scinax catharinae</i>	251
Tabela 38. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de <i>Scinax longilineus</i> e <i>S. hiemalis</i>	258

Tabela 39. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de populações atribuídas a <i>Scinax rizibilis</i>	268
Tabela 40. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de <i>Scinax trapicheiroi</i> e de uma população encontrada no estado de São Paulo, <i>Scinax</i> sp. ‘Ubatuba’	283
Tabela 41. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de uma população encontrada no estado de Goiás, <i>Scinax</i> sp. ‘Cumari’ e <i>S. centralis</i> (dados da literatura).....	291
Tabela 42. Coeficiente de variação (CVs) de 14 caracteres acústicos do canto de anúncio de 24 espécies/populações do gênero <i>Scinax</i> (algumas não descritas).....	295

LISTA DE FIGURAS (CAPÍTULO 2)

Figura 1. Topologia de trabalho para 31 espécies do gênero <i>Scinax</i>	366
Figura 2. Representação gráfica dos valores numéricos dos caracteres considerados no presente estudo para cada espécie da filogenia.....	367
Figura 3. Evolução do canto de anúncio, i.e. intervalo entre pulsos, para 31 espécies do clado <i>Scinax</i> mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo.....	377
Figura 4. Evolução do canto de anúncio, i.e. amplitude máxima do canto (em %), para 31 espécies do clado <i>Scinax</i> mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo.....	378
Figura 5. Evolução do canto de anúncio, i.e. duração do canto, para 31 espécies do clado <i>Scinax</i> mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo.....	379
Figura 6. Evolução do canto de anúncio, i.e. duração máxima do canto, para 31 espécies do clado <i>Scinax</i> mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo.....	380
Figura 7. Evolução do canto de anúncio, i.e. nº máximo de pulsos por canto, para 31 espécies do clado <i>Scinax</i> mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo.....	381
Figura 8. Evolução do canto de anúncio, i.e. freq. mínima do canto, para 31 espécies do clado <i>Scinax</i> mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo.....	382
Figura 9. Evolução do canto de anúncio, i.e. freq. máxima do canto, para 31 espécies do clado <i>Scinax</i> mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo.....	383
Figura 10. Evolução do canto de anúncio, i.e. pico principal de freq. enfatizado do canto (1ºPE), para 31 espécies do clado <i>Scinax</i> mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo.....	384
Figura 11. Evolução do canto de anúncio, i.e. razão duração do canto/nº de pulsos, para 31 espécies do clado <i>Scinax</i> mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo.....	385
Figura 12. Evolução do canto de anúncio, i.e. período do pulso, para 29 espécies do clado <i>Scinax</i> mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo.....	386
Figura 13. Evolução do canto de anúncio, i.e. duração do pulso, para 31 espécies do clado <i>Scinax</i> mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo.....	387
Figura 14. Evolução do canto de anúncio, i.e. razão entre duração do pulso/intervalo entre pulsos, para 29 espécies do clado <i>Scinax</i> mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo.....	388
Figura 15. Evolução do canto de anúncio, i.e. intervalo entre cantos, para 31 espécies do clado <i>Scinax</i> mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo.....	389

Figura 16. Evolução do tamanho corporal (CRC) para 31 espécies do clado <i>Scinax</i> mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo.....	390
--	-----

LISTA DE TABELAS (CAPÍTULO 2)

Tabela 1. Lista dos caracteres do canto de anúncio considerados no estudo.....	361
Tabela 2. Tamanho amostral para os dados acústicos.....	362
Tabela 3. Estimativa de λ de Pagel para 21 características do canto de anúncio e para o CRC, de 31 espécies de <i>Scinax</i> avaliadas no presente estudo.....	368
Tabela 4. Coeficiente de variação (CV) de 14 caracteres acústicos do canto de anúncio para 14 das 31 espécies do gênero <i>Scinax</i> analisadas no presente estudo.....	369
Tabela 5. Análises de correlação entre caracteres utilizando ‘PGLS’ – <i>Phylogenetic generalized least square</i>	370

Introdução Geral

Em biologia, as comparações interespecíficas permitem estabelecer os níveis de generalidade dos surgimentos de novidades evolutivas. Desde Darwin a comparação tem sido a técnica mais geral para responder questões sobre padrões comuns de mudança evolutiva através do estudo das relações fenótipo/ambiente ou fenótipo/fenótipo entre espécies contemporâneas (Harvey & Pagel, 1991).

Espécies proximamente aparentadas tendem a ser fenotipicamente mais similares do que espécies mais distantemente relacionadas em seus caracteres morfológicos, comportamentais, ecológicos e de história de vida. Isto implica na não independência estatística dos valores dos caracteres que compõem o fenótipo das espécies (Harvey & Pagel, 1991; Maddison & Maddison, 1992; Diniz-Filho, 2000; Freckleton *et al.*, 2002; Blomberg *et al.*, 2003; Rezende & Diniz-Filho, 2012).

Para lidar com estes problemas têm sido desenvolvidos nas últimas décadas vários métodos que levam em consideração a relação filogenética entre as espécies, e conciliam proposições sobre mudança evolutiva (hipóteses sobre como a evolução ocorre; e.g. modelo de evolução de caráter Browniano) com análises quantitativas formais (estatística), assegurando a independência filogenética dos dados (valores dos caracteres das espécies analisados). Estes métodos são conhecidos como métodos comparados filogenéticos (MCFs) (Harvey & Pagel, 1991; Maddison & Maddison, 1992; Diniz-Filho, 2000; Blomberg *et al.*, 2003; Rezende & Diniz-Filho, 2012).

A Ecologia Histórica (*sensu* Brooks & McLennan, 1991, 2002) explora a integração de conceitos e metodologias em filogenia (eixo temporal), comportamento e ecologia na busca de padrões e processos evolutivos subjacentes, objetivando interpretar a história evolutiva (e.g. homologias, homoplasias, ponto de origem, sequência de transformação) e o contexto adaptativo (associação/correlações entre caracteres ou entre esses e o ambiente) de caracteres morfológicos, comportamentais e ecológicos, tendo como base hipóteses filogenéticas e dados interespecíficos (Maddison & Maddison, 1992; Diniz-Filho, 2000; Autumn *et al.*, 2002; Brooks & McLennan, 2002; Rezende & Diniz-Filho, 2012).

Quando topologias (filogenias) e dados interespecíficos estão disponíveis, é possível

utilizar MCFs dentro da abordagem da Ecologia Histórica para realizar testes formais de hipóteses sobre evolução e adaptação.

Métodos Comparados Filogenéticos (MCFs)

Tendências evolutivas podem ser identificadas através da comparação (MCFs) de caracteres de um conjunto de táxons. Estes caracteres podem incluir descrições do ambiente dos organismos bem como caracteres fenotípicos (Harvey & Pagel, 1991).

Através de MCFs é possível e.g., distinguir origens evolutivamente independentes de estados de caráter (homoplasias) de casos de semelhança por descendência (homologias); testar mudanças evolutivas correlacionadas entre caracteres e entre caracteres e o ambiente ao longo da filogenia; reconstruir estados de caráter ancestral e detectar a direção da mudança evolutiva do caráter através de procedimentos de otimização/mapeamento de caracteres; e detectar se o caráter possui sinal filogenético significativo (Maddison & Maddison, 1992; Diniz-Filho, 2000; Brooks & McLennan, 2002; Ord & Martins, 2006; Rezende & Diniz-Filho, 2012).

O sinal filogenético é uma forma de estimar se a variância dos valores do caráter de interesse entre os táxons analisados está dentro do esperado devido ao parentesco entre as espécies (i.e. medida do quanto os caracteres tendem a estar correlacionados com a filogenia). Se a variância do caráter entre os táxons for diferente do esperado sob um modelo de evolução Browniano (= “*constant variance process*” cf. Freckleton *et al.*, 2002), pressões seletivas como e.g. seleção estabilizadora ou e.g. seleção direcional devem estar operando independentemente entre os táxons (Blomberg *et al.*, 2003; Ord & Martins, 2006).

Mapeamentos de caráter buscam determinar a série de transformação com melhor suporte (e.g. parcimoniosa) para uma dada filogenia, obtendo-se o nível de surgimento (ponto na filogenia em que um dado caráter surgiu) e a sequência de transformação do caráter ao longo dos ramos da árvore (padrão de evolução do caráter) (Harvey & Pagel, 1991; Maddison & Maddison, 1992; Autumn *et al.*, 2002; Brooks & McLennan, 2002).

Com o desenvolvimento de métodos compreensivos de reconstrução filogenética e o uso de filogenias para testar hipóteses evolutivas, há uma tendência recente para extrapolar resultados populacionais utilizando as mais diversas bases de dados (e.g. fisiológica,

ecológica, comportamental, morfológica) usando métodos comparados filogenéticos (Basolo, 1990; Ferrarezi, 1996; Robillard *et al.*, 2006; Erdtmann & Amézquita, 2009).

No presente trabalho investigo a evolução de caracteres comportamentais complexos, i.e. vocalizações de anuros (canto de anúncio), que são sinais essenciais no sistema reprodutivo (“mating system”) deste grupo.

Sinais Acústicos em Anuros

A comunicação animal exerce papel fundamental na atração sexual, sucesso reprodutivo, cuidado parental e defesa anti-predação (e.g. Krebs & Davies, 1996). Assim como a maioria dos fenótipos complexos, muitos fatores estão implicados em orientar a evolução e a forma dos sistemas de comunicação animal (Seddon, 2005).

Muitos animais dependem da comunicação acústica para seu sucesso reprodutivo e sobrevivência. A importância dos sinais de comunicação para a seleção natural e sexual, e mais amplamente, para a evolução e diversificação dos táxons tem sido extensivamente demonstrada nos anuros (Ryan, 1985; Ryan & Drewes, 1990; Gerhardt & Huber, 2002). Sinais que ajudam os animais a reconhecerem, obterem acesso e/ou atração de parceiros são considerados sujeitos a forte pressão seletiva (e.g. Cocroft & Ryan, 1995; Gerhardt & Huber, 2002), e tanto características bióticas (e.g. tamanho, estrutura do hábitat, espécies proximamente aparentadas simpátricas) quanto abióticas (e.g. temperatura) também influenciam fortemente a evolução dos sinais acústicos (e.g. Duellman & Trueb, 1986; Narins *et al.*, 2007; Wells, 2007).

A produção de som pelos animais é primariamente um meio de anunciar (advertir) a presença de um indivíduo para outros da mesma espécie (Duellman & Trueb, 1986). A principal forma de comunicação em anuros é a acústica, com a maioria das espécies dispondo de estruturas vocais bem desenvolvidas capazes de produzirem sons variados que servem a diferentes funções (Duellman & Trueb, 1986; Narins *et al.*, 2007; Wells, 2007).

Os três tipos de sinais acústicos (cantos) usados mais comumente na comunicação dos anuros são o canto de anúncio, o canto agressivo (usados durante interações agonísticas entre machos) e o canto de corte (geralmente emitido pelos machos quando detectam fêmeas nas proximidades) (Duellman & Trueb, 1986; Narins *et al.*, 2007; Wells, 2007).

O canto de anúncio é o principal sinal emitido pelos machos durante a estação reprodutiva e geralmente apresentam duas funções básicas: a atração de fêmeas co-específicas para a reprodução e o anúncio da posição de um macho para outros machos, ajudando a manter o espaçamento entre os indivíduos vocalizando (Blair, 1958; Wells, 1977; Duellman & Trueb, 1986; Narins *et al.*, 2007). Além disso, o canto de anúncio abrange ainda um conjunto de outras mensagens relacionadas à sinalização da identidade da espécie, a receptividade sexual, posição, tamanho, e em alguns casos, a identidade individual dos machos em um coro, i.e. conjunto de indivíduos vocalizando (Narins *et al.*, 2007).

A importância do canto de anúncio em anuros como mecanismo primário de isolamento reprodutivo foi extensivamente documentado na literatura (e.g. Blair, 1955, 1958; Littlejohn & Loftus-Hills, 1968) e em decorrência disso, estes cantos têm se mostrado altamente valiosos para a determinação da identidade das espécies e assegurar sua diagnose confiável, além de contribuírem para revelar espécies crípticas nos mais variados complexos de espécies, com especial destaque para táxons cuja morfologia é altamente conservada (e.g. *Hylodes*, *Oreobates*, *Adenomera*, *Leptodactylus*) (Heyer *et al.*, 1996; Angulo *et al.*, 2003; Kwet, 2007; Canedo & Pombal, 2007; Ângulo & Reichle, 2008; Padial *et al.*, 2008).

Adicionalmente, as implicações filogenéticas (correlação com a filogenia) e sistemáticas do canto de anúncio dos anuros também têm sido reconhecida e explorada há algum tempo nos mais diversos táxons, como bufonídeos, dendrobatídeos e hilídeos (Duellman & Trueb, 1986; Cocroft & Ryan, 1995; Robillard *et al.*, 2006; Wells, 2007; Erdtmann & Amézquita, 2009). No presente trabalho investigo caracteres acústicos do canto de anúncio do clado de pererecas neotropicais do gênero *Scinax* (Anura, Hylidae), a maior parte constituída de dados originais. Adicionalmente foram incluídos dados disponíveis na literatura (e.g. Cocroft *et al.*, 2001) e cedidos por colaboradores.

O Modelo Biológico do Presente Estudo

Pererecas neotropicais do gênero *Scinax* (Anura, Hylidae) compõem o segundo grupo mais especioso dentre os hilídeos, atualmente com 111 espécies conhecidas (Frost, 2013), distribuídas desde sul do México, *S. staufferi* (Cope, 1965), ao Centro-Leste da Argentina, *S. berthae* (Barrio, 1962), e algumas ilhas do Caribe, ocupando quase todos os ecossistemas

tropicais e subtropicais ao longo de sua distribuição (Frost, 2013).

O gênero *Scinax* é composto em grande parte por espécies originalmente descritas ou formalmente incluídas dentro do grupo de *Hyla rubra* (ver breve revisão em Faivovich, 2002). Historicamente, as espécies de *Scinax* (= grupo de *Hyla rubra*) foram feneticamente alocadas em diversos grupos de espécies com base em caracteres e.g. osteológicos, morfológicos, reprodutivos e citológicos (Fouquette & Delahoussaye, 1977; Duellman & Wiens, 1992; Peixoto, 1987; Duellman, 1972; Lutz, 1973).

Estudos filogenéticos recentes (morfológico e molecular) têm corroborado o monofiletismo do gênero (proposto inicialmente por Duellman & Wiens, 1992) e gerado hipóteses sobre as relações interespecíficas das espécies constituintes (Faivovich, 2002; Faivovich *et al.*, 2005; Wiens *et al.*, 2010; Pyron & Wiens, 2011). Sinapomorfias sustentando o clado incluem e.g., redução das membranas entre os artelhos I e II (não estendendo-se além do tubérculo sub-articular do artelho I), origem do *m. pectoralis abdominalis* através de tendões bem definidos (cf. Duellman & Wiens, 1992; Faivovich, 2002) e transformações em proteínas nucleares e mitocondriais, e em genes ribossômicos (Faivovich *et al.*, 2005).

Em decorrência das análises cladísticas, todos os grupos de espécies de *Scinax* previamente reconhecidos são considerados atualmente como parte de dois grandes clados: o clado *S. catharinae*, biogeograficamente associado ao bioma Mata Atlântica (até o momento composto por 44 espécies), e o de *S. ruber*, que apresenta ampla distribuição geográfica com a maioria das espécies ocupando áreas tropicais e sub-tropicais da América Central e do Sul (até o momento composto por 67 espécies) (Faivovich, 2002; Faivovich *et al.*, 2005; Frost, 2013). Os grupos de espécies atualmente reconhecidos são os de *S. catharinae* e *S. perpusillus*, dentro do clado *S. catharinae*, e os grupos de *S. uruguayus* (reconhecido por Faivovich *et al.*, 2005; Pyron & Wiens, 2010) e de *S. rostratus*, ambos pertencendo ao clado *S. ruber* (Faivovich, 2002; Wiens *et al.*, 2010; Pyron & Wiens, 2011).

Juntamente com o gênero *Hypsiboas*, *Scinax* apresenta a maior diversidade em modos reprodutivos conhecidos dentre os hílídeos neotropicais (Haddad & Sawaya, 2000). A diversidade de espécies e de ambientes ocupados está refletida em uma grande variedade de morfologia, comportamento, vocalizações e biologia reprodutiva (Duellman & Wiens, 1993), o que torna este grupo interessante para estudos de padrões de evolução de caracteres como

canto, tamanho do corpo (Faivovich, 2002), modos reprodutivos (Bevier, 1997; Haddad & Sawaya, 2000) e seleção sexual (Bastos & Haddad, 1999).

As topologias (hipóteses de parentesco) já disponíveis podem servir de base teórica para o entendimento do padrão de evolução de caracteres de interesse no gênero (cantos de anúncio) através da aplicação de MCFs (e.g. Coccoft & Ryan, 1995; Ord & Martins, 2006).

Os objetivos do presente estudo foram: **(1)** Contribuir com a taxonomia e zoogeografia do gênero *Scinax* através da descrição detalhada dos caracteres do canto de anúncio de espécies do clado *S. ruber* e do clado *S. catharinae*, melhorando assim a caracterização biológica (diagnose) destas espécies; **(2)** Identificar e caracterizar a variação acústica intra-específica, i.e. interpopulacional, para a maior parte das espécies estudadas; **(3)** Comparar os resultados encontrados à descrições prévias na literatura discutindo as implicações taxonômicas e sistemáticas para as espécies estudadas; **(4)** Estimar o coeficiente de variação das características do canto de anúncio no gênero *Scinax* para identificar caracteres menos variáveis (i.e. estáticos) e dinâmicos do canto (i.e. maior variação); **(5)** Produzir uma base de dados acústicos (i.e. canto de anúncio) de alta qualidade, de maneira padronizada e detalhada para ser utilizada em uma abordagem comparada filogenética (**Capítulos 1 e 2**); **(6)** Reconhecer e diferenciar a magnitude de fatores filogenéticos sobre a diversificação inter-específica do canto de anúncio e sobre um caráter associado i.e., tamanho corporal, em um dos grupos mais especiosos e conspícuos de anuros neotropicais – pererecas do gênero *Scinax* – ou seja, detectar e quantificar o sinal filogenético destes caracteres (**Capítulo 2**); **(7)** Avaliar se caracteres acústicos associados a morfologia ou comportamento-fisiologia apresentam diferentes níveis de sinal filogenético (**Capítulo 2**); **(8)** Testar a ocorrência de mudanças evolutivas correlacionadas/associadas entre caracteres do canto (e.g. duração do canto *versus* número de pulsos) e entre caracteres acústicos e o tamanho corporal (CRC) (**Capítulo 2**); e **(9)** Investigar o padrão evolutivo dos caracteres acústicos (canto de anúncio) e do CRC em *Scinax* visando determinar o ponto de origem e a sequência de transformação destes caracteres ao longo da filogenia – i.e. mapeamento de caracteres (**Capítulo 2**).

Referências Bibliográficas

- Angulo, A., Cocroft, R. B. & Reichle, S. 2003. Species identity in the genus *Adenomera* (Anura: Leptodactylidae) in southeastern Peru. *Herpetologica*, 59: 490–504.
- Angulo, A. & Reichle, S. 2008. Acoustic signals, species diagnosis and species concepts: the case of a new cryptic species of *Leptodactylus* (Amphibia, Anura, Leptodactylidae) from the Chapare region, Bolivia. *Zool. J. Linn. Soc.*, 152: 59–77.
- Autumn, K., Ryan, M. J. & Wake, D. B. 2002. Integrating historical and mechanistic biology enhances the study of adaptation. *Quart. Rev. Biol.*, 77: 383–405.
- Basolo, A. L. 1990. Female preferences predate the evolution of the sword on swordtail fish. *Science*, 250: 808–810.
- Bastos, R. P. & Haddad, C. F. B. 1999. Atividade reprodutiva de *Scinax rizibilis* (Bokermann) (Anura, Hylidae) na Floresta Atlântica, sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, 16: 409–421.
- Blair, W. F. 1955. Mating call and stage of speciation in the *Microhyla olivacea-M. carolinensis*. *Evolution*, 9: 469–480.
- Blair, W. F. 1958. Mating call in the speciation of anuran amphibians. *The American Naturalist*, 92: 27–51.
- Blomberg, S. P., T. Garland, Jr., & Ives, A. R. 2003. Testing for phylogenetic signal in comparative data: behavioral traits are more labile. *Evolution*, 57: 717–745.
- Brooks, D. R. & McLennan, D. A. 1991. *Phylogeny, ecology, and behavior: a research program in comparative biology*. University Chicago Press.
- Brooks, D. R. & McLennan, D. A. 2002. *The Nature of Diversity*. Univ. Chicago Press.
- Canedo, C. & Pombal Jr, J. P. 2007. Two new species of torrent frogs of the genus *Hylodes* (Anura, Hylodidae) with nuptial thumb tubercles. *Herpetologica*, 63: 224–235.
- Cocroft, R. B., & Ryan, M. J. 1995. Patterns of advertisement call evolution in toads and chorus frogs. *Animal Behaviour*, 49: 283–303.
- Cocroft, R., Morales, V. R. & R. W. McDiarmid. 2001. *Frogs of Tambopata, Peru* (CD). Macaulay Library of Natural Sounds, Cornell Laboratory of Ornithology. New York, Ithaca.
- Diniz-Filho, J. A. F. 2000. *Métodos Filogenéticos Comparativos*. Holos Editora. Ribeirão Preto.

- Duellman, W. E. 1972. South American frogs of the *Hyla rostrata* group (Amphibia, Anura, Hylidae). Zool. Mededel. Rijksmus. Nat. Hist. Leiden, 47: 177–192.
- Duellman, W. E. & L. Trueb. 1986. Biology of Amphibians. McGraw–Hill, New York.
- Duellman, W.E & Wiens, J. J. 1992. The status of the hylid frog genus *Ololygon* and the recognition of *Scinax* Wagler, 1830. Occas. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas, 151: 1–23.
- Erdtmann, L. & Amézquita, A. 2009. Differential evolution of advertisement call traits in dart–poison frogs (Anura:Dendrobatidae). Ethology, 115: 801–811.
- Faivovich, J. 2002. A cladistic analysis of *Scinax* (Anura: Hylidae). Cladistics, 18: 367–393.
- Faivovich, J., Haddad, C. F. B., Garcia, P. C. A., Frost, D. R., Campbell, J. A. & W. C. Wheeler. 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hyliinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. 2005. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 294: 240 pp.
- Ferrarezi, H. & Gimenez, E. A. 1996. Systematic patterns and the evolution of feeding habits in Chiroptera (Archonta: Mammalia). J. Comp. Biol., 1: 75–94.
- Fouquette, Jr M. J. & Delahoussaye. 1977. Sperm Morphology in the *Hyla rubra* group (Amphibia, Anura, Hylidae), and its bearing on generic status. Journal of Herpetology, 11: 387–396.
- Freckleton, R. P., Harvey, P. H. & Pagel, M. 2002. Phylogenetic Analysis and Comparative Data: A Test and Review of Evidence. American Naturalist, 160: 712–726.
- Frost, D. R. 2013. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.6 (9 January 2013). *Electronic Database accessible at* <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- Gerhardt, H. C. & Huber, F. 2002. Acoustic Communication in Insects and Anurans. Chicago and London, University of Chicago Press.
- Haddad, C. F. B. & Sawaya, R. J. 200. Reproductive Modes of Atlantic Forest hylid frogs: a general overview and the description of a new model. Biotropica, 32: 862–871.
- Harvey, P. H. & Pagel, M. 1991. The comparative method in Evolutionary Biology.
- Heyer, W. R., García-López, J. M. & Cardoso, A. J. 1996. Advertisement call variation in the

- Leptodactylus mystaceus* species complex (Amphibia: Leptodactylidae) with a description of a new sibling species. *Amphibia-Reptilia*, 17: 7–31.
- Kwet, A. 2007. Bioacoustic variation in the genus *Adenomera* in southern Brazil, with revalidation of *Leptodactylus nanus* Müller, 1922 (Anura: Leptodactylidae). *Mitt. Mus. Nat. Berlin, Zool. Reihe.*, 83: 56–68.
- Littlejohn, M. J. & Loftus-Hills, J. J. 1968. An experimental evaluation of premating isolation in the *Hyla ewingi* complex (Anura: Hylidae). *Evolution*, 22: 659–663.
- Lutz, B. 1973. Brazilian species of *Hyla*. University of Texas Press, Austin, Texas, U.S.A.
- Maddison, W. P. & Maddison, D. R. 1992. Analysis of phylogeny and character evolution. Version 3.0. Sinauer Ass., Sunderland, Massachusetts.
- Narins, P. M., Feng, A. S., Fay, R. R. & Popper, A. N. 2007. Hearing and Sound Communication in Amphibians. New York, Springer.
- Nunn, C. L. 2011. The Comparative Approach in Evolutionary Anthropology and Biology. University of Chicago Press.
- Ord, T. J. & Martins, E. P. 2006. Tracing the origins of signal diversity in anole lizards: phylogenetic approaches to inferring the evolution of complex behaviour. *Animal Behaviour*, 71: 1411–1429.
- Padial, J. M., Köhler, J., Muñoz, A. & I. L. Riva. 2008. Assessing the taxonomic status of tropical frogs through bioacoustics: geographical variation in the advertisement calls in the *Eleutherodactylus discoidalis* species group (Anura). *Zool. J. Linn. Soc.*, 152: 353–365.
- Pyron, R. A. & Wiens, J. J. 2011. A large-scale phylogeny of Amphibia including over 2800 species, and a revised classification of extant frogs, salamanders, and caecilians. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 61: 543–583.
- Rezende, E. L. & Diniz-Filho, A. F. 2012. Phylogenetic analyses: comparing species to infer adaptations and physiological mechanisms. *Comprehensive Physiology*, 2: 639–673.
- Robillard, T., Höbel, G. & Gerhardt, C. 2006. Evolution of advertisement signals in North American hylid frogs: vocalizations as end-products of calling behavior. *Cladistics*, 22: 533–545.
- Ryan, M. J. 1985. The Tungara Frog: A Study in Sexual Selection and Communication.

Chicago: University of Chicago Press.

- Ryan, M. J. & Drewes, R. C. 1990. Vocal morphology of the *Physalaemus pustulosus* species group (Leptodactylidae): morphological response to sexual selection for complex calls. Biol. J. Linn. Soc., 40: 37–52.
- Seddon, N. 2005. Ecological adaptation and species recognition drives vocal evolution in neotropical suboscine birds. Evolution, 59: 200–215.
- Wells, K. D. 1977. The social behavior of anuran amphibians. Animal Behaviour, 25: 666–693.
- Wells, K. D. 2007. The ecology & Behaviour of Amphibians. The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Wiens, J. J., Kuczynski, C. A., Hua, X. & Moen, D. S. 2010. An expanded phylogeny of treefrogs (Hylidae) based on nuclear and mitochondrial sequence data. Molecular Phylogenetics and Evolution, 55: 871–882.

Capítulo 1

Caracterização e Revisão Acústica de pererecas Neotropicais do clado *Scinax* (Hylidae, Hylinae): Implicações taxonômicas, sistemáticas e diversidade críptica

Introdução

Pererecas do gênero *Scinax* Wagler, 1830 são um dos mais abundantes e conspícuos grupos de anuros dos Neotrópicos (Duellman & Wiens, 1993; De la Riva *et al.*, 1994), sendo reconhecido atualmente como o segundo gênero mais especioso dentre os hílideos (Hylidae), i.e. 111 spp. descritas (Frost, 2013). As espécies de *Scinax* estão distribuídas desde o sul do México, i.e. *S. staufferi* (Cope, 1965), ao Centro-Leste da Argentina, e.g. *S. berthae* (Barrio, 1962), incluindo ilhas do Caribe – Trinidad e Tobago, e Santa Lucia – ocupando quase todos os ecossistemas tropicais e subtropicais ao longo desta distribuição (Frost, 2013).

O monofiletismo de *Scinax* foi proposto por Duellman & Wiens (1992) – e.g. ausência ou redução das membranas entre os artelhos I e II – e posteriormente corroborado por diversos estudos filogenéticos de diferentes bases de dados, i.e. morfológica/osteológica (Faivovich, 2002), e molecular (Faivovich *et al.*, 2005; Wiens *et al.*, 2010; Pyron & Wiens, 2011).

Em decorrência das análises cladísticas, dois grandes clados são reconhecidos para o gênero, i.e. o clado *S. catharinae*, biogeograficamente associado com o bioma Mata Atlântica do Brasil (até o momento composto por 43 espécies), e o clado *S. ruber*, que apresenta ampla distribuição geográfica, com a maioria das espécies ocupando áreas tropicais e sub-tropicais da América Central e do Sul (até o momento composto por 68 espécies) (Frost, 2013). Dentro do clado *S. catharinae* dois grupos são atualmente reconhecidos, o grupo *S. perpusillus* (ainda não avaliado filogeneticamente; 12 spp.), e o grupo *S. catharinae* (31 spp.); no clado *S. ruber* são reconhecidos os grupos *S. uruguayus* (2 spp.) e *S. rostratus* (13 spp.), com as demais espécies (53 spp.) não alocadas atualmente em nenhum clado/grupo.

Como reconhecido por diversos autores, a grande similaridade morfológica em

diversos complexos de espécies do gênero, a ampla distribuição geográfica, e a elevada diversidade de *Scinax* torna a taxonomia deste grupo uma tarefa desafiadora (e.g. Pombal *et al.*, 1995b; Silva & Alves-Silva, 2008; Pugliese *et al.*, 2009; Cardoso & Pombal, 2010).

O canto de anúncio dos anuros apresenta importância fundamental como mecanismo primário de isolamento reprodutivo (Blair, 1955, 1958; Fouquette, 1960; Littlejohn, 1965). Em decorrência disto, estes cantos têm se mostrado altamente valiosos para a determinação da identidade das espécies e para assegurar uma diagnose confiável; adicionalmente, têm contribuído para revelar espécies crípticas nos mais variados complexos de espécies, com especial destaque para táxons cuja morfologia é altamente conservada (e.g. *Hylodes*, *Oreobates*, *Adenomera*, *Leptodactylus*) (Heyer *et al.*, 1996; Heyer & Reid, 2003; Kwet, 2007; Canedo & Pombal, 2007; Padial *et al.*, 2008).

Os objetivos do presente capítulo foram: **(1)** contribuir com a taxonomia e zoogeografia do gênero *Scinax* através da descrição detalhada dos caracteres do canto de anúncio de espécies do clado *S. ruber* e do clado *S. catharinae*, melhorando assim a caracterização biológica (diagnose) destas espécies; **(2)** identificar e caracterizar a variação acústica intra-específica, i.e. interpopulacional, para a maior parte das espécies estudadas; **(3)** comparar os resultados encontrados às descrições prévias na literatura discutindo as implicações taxonômicas e sistemáticas para as espécies estudadas; **(4)** estimar o coeficiente de variação das características do canto de anúncio no gênero *Scinax* para identificar caracteres menos variáveis (i.e. estáticos) e dinâmicos (i.e. maior variação); **(5)** produzir uma base de dados acústicos (i.e. canto de anúncio) de alta qualidade, de maneira padronizada e detalhada para ser utilizada em uma abordagem comparada filogenética (**Capítulo 2 do trabalho**).

Materiais e Métodos

Área de estudo

Os trabalhos de campo foram realizados durante as estações reprodutivas, setembro-março, de 2007 a 2012. As regiões amostradas para o registro de vocalizações concentraram-se no Brasil Central, dentro do bioma Cerrado, e no sudeste do Brasil, no bioma Mata Atlântica – regiões que abrigam o maior número de espécies conhecidas do gênero (Frost, 2013), compreendendo um total de 37 localidades (informações detalhadas sobre localidades, espécies registradas e nº de registros são fornecidos no Suplemento). No Brasil, o Cerrado estende-se da borda sul da Floresta Amazônica até áreas no sul dos estados de São Paulo e Paraná, distribuição coincidente com o platô do Brasil Central (Oliveira & Marquis, 2002). Nossa amostragem no Cerrado se concentrou em localidades dos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, em áreas de fitofisionomias campo cerrado, florestas de galeria (Oliveira & Marquis, 2002) e áreas antropizadas. Maiores detalhes sobre a vegetação e o clima para algumas destas áreas podem ser encontradas em Giaretta & Kokubum (2004); Haddad *et al.*, (1988); Silva *et al.*, (2005) e Silva & Giaretta (2008). No domínio da Mata Atlântica (Ab'Saber, 1977) nossa amostragem se concentrou em localidades dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, abrangendo desde regiões costeiras próximas do nível do mar (e.g. Peruíbe e Ubatuba/SP), até áreas montanhosas na Serra do Mar (e.g. Serra de Paranapicaba/SP) e na Serra da Mantiqueira (e.g. Serra da Bocaina/SP, entre 1.500 m e 1.950 m alt.; Serra dos Órgãos/RJ e Brejo da Lapa/MG, *ca.* 2.100 m alt.). Maiores detalhes sobre a vegetação e o clima para algumas destas áreas podem ser encontradas em Giaretta & Sazima (1993); Giaretta & Facure (2004); Carvalho-e-Silva *et al.*, (2008); Giaretta & Facure (2008); Narvaes *et al.*, (2009); Serafim *et al.*, (2008); Salles *et al.*, (2009); Verdade *et al.*, (2009) e Silva-Soares *et al.*, (2010). Coletas pontuais foram realizadas na Floresta Amazônica, e.g. Manaus/AM, e no Pantanal, e.g. Aquidauana/MS; detalhes sobre as áreas em Lima *et al.*, (2008) e Uetanabaro *et al.*, (2008), respectivamente.

Dados provenientes de localidades no Uruguai e região sul do Brasil foram cedidos por A. Kwet, a maior parte amostrada no platô das Araucárias. Boa parte destes registros encontram-se publicados em Kwet (2001a,b; detalhes da área de estudo são fornecidos nestes

trabalhos) e foram cedidos pelo autor para trabalhos em colaboração.

Coleta de Dados

A maior parte das gravações foi realizada utilizando-se os gravadores digitais Marantz (PMD 670 ou 671) ou M-audio Micro-Track II. Alguns registros adicionais foram realizados com os gravadores digitais Boss 864 ou Tascam DR-05. Para todos os gravadores foi utilizada uma taxa de amostragem de 44.1 kHz e precisão de 16 bits. Foram utilizados microfones direcionais Sennheiser (ME-66 ou ME-67) para as gravações; o microfone foi posicionado a uma distância aproximada de 0,5 m do macho vocalmente ativo, orientado diretamente em frente à extremidade rostral do animal (ver Gerhardt, 1975). A temperatura do ar foi medida imediatamente após cada som registrado com termômetro digital de precisão de 0,5 °C, próximo ao sítio de vocalização do indivíduo. Os registros sonoros estão depositados na coleção AAG-UFU – Ariovaldo Antônio Giaretta da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. Testemunhos de gravação, i.e indivíduos gravados, foram coletados para cada espécie/população amostrada (entre 1 e 10 espécimes) para confirmação da identificação taxonômica e para assegurar a associação entre o canto e o exemplar depositado. Os espécimes coletados foram anestesiados com xylocaína (lidocaína 2%), posteriormente fixados em formol 10%, e preservados em álcool 70%. Todos os espécimes coletados estão depositados na coleção do Museu de Biodiversidade do Cerrado da Universidade Federal de Uberlândia (AAG-UFU), MG. Licenças para as coletas foram fornecidas pelo IBAMA (Nº24954-2; Nº30059-2).

Informações sobre o tamanho corporal (CRC) das espécies estão baseadas na literatura citada, ou foram obtidos diretamente a partir de espécimes em coleções: AAG-UFU – Coleção Ariovaldo A. Giaretta, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia (MG); CFBH – Coleção Célio F. B. Haddad, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rio Claro (SP); UFAM – Coleção da Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM) e ZUEC – Museu de História Natural, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas (SP). Os espécimes das coleções foram medidos manualmente com paquímetro (precisão 0,05 mm).

Registros adicionais analisados no presente estudo foram obtidos através das seguintes fontes: (1) a partir de cantos de anuros publicados na forma de CDs: Ibáñez *et al.*, (1999),

Read (2000); Cocroft *et al.*, (2001), Márquez *et al.*, (2002) e Toledo & Haddad (2008) – a maior parte destes cantos, embora publicados, não foram formalmente descritos até o momento; (2) registros depositados na coleção sonora Fonozoo - Fonoteca Zoológica de Madrid de autoria de W. E. Duellman; (3) registros gentilmente cedidos por pesquisadores: M. Bilate e A. P. Rodrigues; e (4) registros inéditos obtidos junto a outros pesquisadores, i.e. V. Zaracho (localidades na Argentina) e S. Ron (localidades no Equador) através de trabalhos em colaboração.

Abordagem Acústica Mecânica/Comportamental

Além da abordagem física de descrição dos sons, os sinais acústicos podem ser tratados seguindo-se a aplicação do princípio de homologia. Para tanto, é necessário compreender que os sinais acústicos não são caracteres estritamente comportamentais, mas sim, que constituem produtos-finais do comportamento de vocalização (Robillard *et al.*, 2006). Para assegurar que caracteres homólogos estão sendo comparados é necessário relacionar produtos-finais com o comportamento e as estruturas envolvidas na sua produção (Stuart & Currie, 2001). A relação entre sinal e comportamento de vocalização/mecânica é direta em certos grupos de anuros – e.g. hilídeos (Gridi-Papp, 2003), que usam mecanismos estereotipados de produção do som (Robillard *et al.*, 2006). Na maioria das famílias de anuros a forma básica de produção do som consiste em um mecanismo respiratório modificado (Martin & Gans, 1972). De uma perspectiva mecânica e comportamental, cada ato de emissão de som corresponde a um ciclo de exalação-inalação de ar (Robillard *et al.*, 2006). Assim, a noção de “nota” reconhecida como a quantidade total de energia sonora gerada durante um único ciclo de fluxo de ar (exalação-inalação) (Schmidt, 1965; McLister *et al.*, 1995; Gridi-Papp, 2003), é uma unidade acústica apropriada (i.e. homologia primária) para ser usada em estudos comparados evolutivos sobre as vocalizações (i.e. cantos) em anuros. No presente estudo adoto uma abordagem mecânica-comportamental para o reconhecimento de notas realizada através da observação focal dos espécimes (espécies/populações) durante a atividade vocal. Isto permitiu, consequentemente, a identificação da equivalência nos cantos entre as espécies do grupo investigado.

Análises acústicas

As análises acústicas foram realizadas utilizando-se uma combinação de programas para a plataforma *Windows*: para a mensuração de caracteres temporais foram utilizados o Raven Pro 1.4 (Cornell Lab of Ornithology) e o Audacity 1.3 beta (Free Software Foundation, Inc., 1991); para os caracteres espectrais foram utilizados o SoundRuler (Grid-Papp, 2004) e o Seewave (Sueur *et al.*, 2008; R Developmental Core Team, 2009). Oscilogramas, espectros de força e espectrogramas de alta resolução foram preparados para ilustração e comparação das vocalizações utilizando-se o programa Seewave (Sueur *et al.*, 2008; R Developmental Core Team, 2009). Todos os cantos registrados foram editados no programa Audacity 1.3 beta (Free Software Foundation, Inc., 1991). Como mais de um programa de análise acústica foi utilizado para a mensuração de caracteres espectrais (i.e. SoundRuler e Seewave) e temporais (i.e. Audacity e Raven), uma amostra dos dados (cantos) foram analisados em mais de um programa para assegurar que os resultados obtidos para uma mesma variável (e.g. duração do canto mensurada no Audacity ou Raven) eram consistentes independentemente do programa utilizado (**ver Tabela 1**). O canto de algumas espécies do grupo *S. catharinae* pareceu ter uma estrutura harmônica; para estas espécies foi utilizado o programa Avisoft SAS-Lab Pro (Avisoft Bioacoustics, v. 4.36) que possui uma função específica para identificação de frequências harmônicas sobre o espectrograma, o que permitiu uma avaliação mais rigorosa da estrutura espectral.

A identificação das vocalizações como canto de anúncio baseou-se na observação do comportamento dos indivíduos durante a atividade vocal. O canto de anúncio é a vocalização mais comumente emitida pelos anuros durante a atividade reprodutiva. Sob condições apropriadas (e.g. pluviosidade, temperatura) os cantos podem ser emitidos de forma contínua por longos períodos de tempo (Duellman & Trueb, 1986; Wells, 2007). Os demais tipos de cantos dos anuros são emitidos principalmente em decorrência de mudanças na motivação individual, interações entre indivíduos (macho-macho; macho-fêmea) ou na presença de predadores. Para as espécies do clado *Scinax ruber* foram consideradas nas análises apenas as vocalizações identificadas como cantos de anúncio. Como as espécies do clado *S. catharinae* apresentam um repertório acústico complexo, com outros tipos de vocalizações sendo emitidos isoladamente ou conjuntamente ao canto de anúncio, esses cantos também foram analisados.

As vocalizações podem ser descritas por uma série de variáveis físicas que podem ser analisadas e categorizadas em múltiplos caracteres (Gerhardt, 1998). Para a caracterização do canto de anúncio foram mensurados 13 caracteres quantitativos: duração do canto; número (nº) de pulsos; amplitude de frequência (frequência mínima e máxima); frequência dominante (mínima e máxima); outra (segunda) faixa de frequência enfatizada (mínima e máxima) quando presente; pico de maior energia (primeiro pico de frequência enfatizada – 1ºPE); segundo pico de energia (segundo pico em intensidade de frequência enfatizada – 2ºPE); duração dos pulsos (para o cálculo da taxa de repetição de pulsos); intervalo entre pulsos (para o cálculo da razão entre duração dos pulsos e intervalo entre pulsos); e taxa de repetição de cantos (cantos/minuto). Estes caracteres foram combinados e/ou transformados em outros quatro caracteres adicionais: taxa de repetição de pulsos (pulsos/seg.), razão entre a duração do canto e o nº de pulsos, razão entre a duração do pulso e do intervalo entre pulsos e período do pulso (duração do pulso + intervalo entre pulsos). As unidades das variáveis temporais e espectrais medidas estão em ms e kHz, respectivamente. Para as populações que serviram de base para a descrição do canto das espécies nominais foram mensurados dois caracteres adicionais: porcentagem (%) da duração até a amplitude máxima do canto (% “call rise time”) e a % da duração até a amplitude máxima do pulso (% “pulse rise time”). A descrição detalhada dos caracteres analisados, da forma como foram medidos, e os programas utilizados para sua mensuração são fornecidos na **Tabela 1**. Para cada indivíduo foram analisados 10 cantos (quando disponível), com exceção dos caracteres espectrais, para os quais foram analisados 5 cantos por indivíduo (quando disponível) – esta diferença amostral é justificada pelo baixo coeficiente de variação das variáveis espectrais do canto (cf. Gerhardt, 1991; Gerhardt & Huber, 2002).

Valores de frequência medidos sobre o espectrograma foram realizados utilizando-se janela Hanning, FFT=256 pontos e “overlap” de 90%. Dois caracteres qualitativos também foram considerados na descrição dos cantos: presença/ausência de modulação de frequência e o padrão de emissão dos pulsos, i.e. pulsos emitidos isolados ou em grupos (característica presente apenas no grupo/complexo *S. squalirostris*).

As características acústicas consideradas no presente trabalho são comumente usadas em trabalhos de descrição de cantos, reconhecimento taxonômico e de abordagem comparada

(De la Riva *et al.*, 1994; Cocroft & Ryan, 1995; Kwet 2001a, Reichle *et al.*, 2001; Angulo & Reichle, 2008; Padial *et al.*, 2008; Magrini *et al.*, 2011). A terminologia acústica adotada segue Beecher (1988), Gerhardt (1998), Clements (1998) e Beeman (1998).

Análises Estatísticas

Para cada população e/ou espécie foram calculados a média, o desvio padrão e a amplitude de cada variável quantitativa. Estes valores e o tamanho amostral para cada variável medida estão sumarizados nas **Tabelas 3–41**; parte dessas informações também são fornecidas ao longo do texto.

Devido ao baixo tamanho amostral (nº de indivíduos registrados por população/espécie) e/ou pequena variação de temperatura não foi possível realizar análises de correlação para avaliar o efeito da temperatura sobre as variáveis acústicas das espécies e/ou corrigir estatisticamente o efeito da temperatura sobre as variáveis acústicas. Para as populações inicialmente atribuídas às espécies *Scinax fuscomarginatus* e *Scinax squalirostris* para as quais os dados acústicos do presente trabalho sugeriram a existência de diversidade críptica foram conduzidas análises de função discriminante (AFD) com o procedimento *stepwise*. Esta análise fornece procedimentos de classificação que ordena cada espécime registrado ao seu grupo/população apropriado (classificação correta) ou não (classificação incorreta). Nesse processo de classificação são determinados os principais caracteres acústicos que permitem diferenciar entre as populações consideradas e as porcentagens de classificação correta. Assim, a AFD fornece subsídios adicionais para decisões taxonômicas e tem sido amplamente utilizadas na literatura (Heyer *et al.*, 1996; Schneider & Sinsch, 1999; Padial *et al.*, 2008). Análises de função discriminante foram conduzidas no programa SPSS v. 13 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL).

Coefficiente de Variação

Para as espécies com registros acústicos de boa qualidade para um nº de indivíduos ≥ 4 foi avaliada a variação individual para cada característica acústica, expressa através do coeficiente de variação: $CV = (\text{média/desvio padrão}) \times 100$. Para cada macho foi calculado o CV de cada caráter acústico. A média e o desvio padrão dos coeficientes de variação de cada

caráter acústico foram calculados a partir dos CVs de cada macho, resultando nos CVs dos caracteres para as espécies/populações estudadas. Os caracteres acústicos com baixo CV para a espécie (geralmente menor que 5%) foram considerados estáticos, intermediários (entre 5% e 15%) e dinâmicos (geralmente maior do que 15%) (Gerhardt, 1991; Tárrano, 2001; Gerhardt & Huber, 2002).

Apresentação dos resultados

Os resultados das análises acústicas são apresentados como descrições detalhadas do canto de anúncio para as espécies nominais e para as populações que parecem se tratar de espécies ainda não descritas. Figuras de alta qualidade – i.e. oscilogramas, espectrogramas e espectros de força – foram produzidas para complementar as descrições dos cantos das espécies estudadas (**figs. 2–98**). Quando mais de uma população foi registrada para a mesma espécie nominal a descrição do canto foi realizada com base no seguinte critério: (1) população topotípica ou mais próxima da localidade tipo; (2) população com maior nº de registros (indivíduos gravados) de boa qualidade. Para todas as populações amostradas é apresentada a estatística descritiva dos caracteres acústicos mensurados (**Tabelas 3 a 41**). Adicionalmente são realizadas comparações entre os dados acústicos do presente estudo e àqueles de melhor qualidade disponíveis na literatura (também sumarizados nas Tabelas do presente estudo). Informações fornecidas nas tabelas e figuras estão em formatação na língua inglesa para facilitar a publicação futura.

Para as espécies/populações em que foram realizadas análises estatísticas (testes de correlação e AFD) os resultados são apresentados após a descrição do canto das respectivas espécies. Coeficientes de variação são apresentados no último tópico após as descrições dos cantos de todas as espécies (sumarizados na **Tabela 42**).

Tabela 1. Definição e forma de mensuração dos caracteres quantitativos considerados na descrição do canto de anúncio das espécies no presente estudo. Caracteres temporais foram medidos em ms e os espectrais em kHz.

Caracteres numéricos	Definição e forma de medida
Duração do canto	Tempo entre o início e o final de um canto. Medido manualmente sobre o oscilograma. Realizado no programa Raven ou Audacity.
Nº de pulsos	Número total de pulsos no canto. Contados a partir do oscilograma. Realizado no programa Raven ou Audacity.
Frequência mínima do canto	Valor mínimo da frequência do canto. Medido manualmente sobre o espectrograma inteiro. Realizado no programa SoundRuler.
Frequência máxima do canto	Valor máximo da frequência do canto. Medido manualmente sobre o espectrograma do canto inteiro. Realizado no programa SoundRuler.
Frequência mínima da faixa de frequência Dominante	Valor mínimo da frequência da faixa principal enfatizada (dominante) do canto. Medido manualmente sobre o espectrograma do canto inteiro. Realizado no programa SoundRuler.
Frequência máxima da faixa frequência Dominante	Valor máximo da frequência da faixa principal enfatizada (dominante) do canto. Medido manualmente sobre o espectrograma do canto inteiro. Realizado no programa SoundRuler.
Outra faixa de frequência enfatizada – frequência mínima	Valor mínimo de uma segunda faixa de frequência enfatizada presente no canto. Medido manualmente sobre o espectrograma do canto inteiro. Realizado no programa SoundRuler.
Outra faixa de frequência enfatizada – frequência máxima	Valor máximo de uma segunda faixa de frequência enfatizada presente no canto. Medido manualmente sobre o espectrograma do canto inteiro. Realizado no programa SoundRuler.
1ºPE – Pico principal de frequência enfatizada	Pico de frequência de maior intensidade do canto. Medido manualmente sobre o espectro de força do canto inteiro. Realizado no programa SeeWave.
2ºPE – Segundo pico de frequência enfatizada	Segundo pico de frequência em intensidade do canto. Medido manualmente sobre o espectro de força do canto inteiro. Realizado no programa SeeWave.
Taxa de repetição de pulsos (pulsos/seg.)	Razão entre 1 seg. e a duração dos pulsos. Calculado a partir da duração média dos pulsos na parte central do canto (entre 10–30% dos pulsos do canto medidos), realizada sobre o oscilograma. Realizado no programa Raven ou Audacity.
Intervalo entre pulsos	Calculado a partir da duração média do intervalo entre pulsos na parte central do canto, realizada sobre o oscilograma. Mesmo nº de pulsos e intervalos entre pulsos foram medidos por canto. Realizado no programa Raven ou Audacity.
Duração pulso/intervalo pulso	Razão entre a duração do pulso e o intervalo entre pulsos (sem unidade).
Taxa de repetição de cantos (cantos/min.)	Número total de cantos emitidos em um minuto. Contado a partir do oscilograma. Realizado no programa Audacity.
% da Duração até a amplitude máxima do canto	Razão entre o tempo do início do canto até o ponto de amplitude máxima e a duração do canto (multiplicado por 100). O tempo em que é atingida a amplitude máxima é uma medida automatizada a partir da seleção manual da duração do canto sobre o oscilograma. Realizado no programa Raven. (= “call rise time” em Cocroft <i>et al.</i> , 1995)
% da Duração até a amplitude máxima do pulso	Razão entre o tempo do início do pulso até o ponto de amplitude máxima e a duração do pulso (multiplicado por 100). O tempo em que é atingida a amplitude máxima é uma medida automatizada a partir da seleção manual da duração do pulso sobre o oscilograma. Realizado no programa Raven. (= “pulse shape” em Cocroft <i>et al.</i> , 1995)

Resultados

Foram analisados um total de 3.488 cantos de anúncio, pertencentes a 387 indivíduos – 332 indivíduos do clado *Scinax ruber* e 55 indivíduos do clado *S. catharinae* (grupo *S. catharinae*). Cerca de setenta e cinco por cento dos registros (= 2.612 cantos) do presente estudo tratam-se de dados inéditos, a maior parte tendo sido realizados por L. Magrini (41%) e A.A. Giaretta (29%). Os demais registros foram cedidos por colaboradores e obtidos da literatura. Adicionalmente foram analisados outros tipos de vocalizações (cantos) frequentemente emitidas pelas espécies/populações registradas do grupo *S. catharinae* – 365 vocalizações de 34 indivíduos (**ver grupo *S. catharinae* abaixo**). No total, espécies/populações de *Scinax* foram acusticamente amostradas em 60 localidades (dados inéditos), principalmente concentrados nas regiões sudeste, central e sul do Brasil, dentro dos biomas Mata Atlântica e Cerrado (**ver fig. 1**).

As análises destes registros permitiram a caracterização acústica detalhada do canto de anúncio de 40 espécies nominais do gênero *Scinax* – 32 espécies do clado *S. ruber*, e 8 do clado *S. catharinae* – sendo que para sete espécies o canto de anúncio pode ser considerado descrito pela primeira vez no presente estudo, i.e. *S. acuminatus*, *S. duartei*, *S. squalirostris*, *S. albicans*, *S. hiemalis* e *S. trapicheiroi* (considerando os cantos de *S. duartei* e *S. acuminatus* publicados em Magrini *et al.*, 2011). Para 25 espécies nominais do gênero, duas ou mais populações foram registradas e/ou possuíam dados acústicos disponíveis na literatura, o que permitiu comparações para avaliar a identidade taxonômica destas populações, revelando uma elevada diversidade críptica (**ver resultados e Tabelas abaixo**).

A **Tabela 2** sumariza o estado de conhecimento atual sobre as informações acústicas disponíveis para as espécies de *Scinax* – dados acústicos estão disponíveis para 88% das espécies do clado *S. ruber* (60 de 68), enquanto que para o clado *S. catharinae* o número de espécies acusticamente conhecidas é consideravelmente mais baixo, i.e. 48 % das espécies (22 de 44). Detalhes sobre a qualidade das informações acústicas na literatura são fornecidos nos resultados e comparações abaixo (**ver também Tabelas 3–41**).

Dois trabalhos realizados recentemente por mim e colaboradores – i.e., Magrini *et al.* (2011) e Magrini & Giaretta (2010), forneceram contribuições ao conhecimento taxonômico e

zoogeográfico para sete espécies do clado *S. ruber*: *S. acuminatus*, *S. crospedospilus*, *S. duartei*, *S. eurydice* e *S. hayii*; e *S. caldarum* e *S. perereca*, respectivamente. Estes trabalhos constituem parte dos resultados da presente tese e estão apresentados nos **ANEXOS 1 e 2**, respectivamente.

Figura 1. Mapa das localidades acusticamente amostradas no presente estudo para as espécies do gênero *Scinax*. Círculos representam registros inéditos de L. Magrini e A.A. Giaretta – duas localidades adicionais foram amostradas, i.e. Manaus/AM e Belém/PA (não representados na figura); quadrados representam registros de A. Kwet que foram analisados no presente estudo (em parte publicados em Kwet 2001a,b), e uma localidade adicional amostrada por V. Zaracho em San Vicente, Argentina.

Tabela 2. Lista das espécies de *Scinax* descritas até o presente e informações sobre as de canto conhecido ou parcialmente conhecido. Informações sobre o bioma e/ou o ambiente e grupo taxonômico também são fornecidos. CA = grupo *S. catharinae* e PE = grupo *S. perpusillus* (no clado *S. catharinae*); RU = grupo *S. ruber*; RO = grupo *S. rostratus*; U = grupo *S. uruguayus* (RU, RO e U no clado *S. ruber*). Em negrito são indicados os estudos que descreveram os cantos juntamente com a descrição da espécie, e as espécies cujos cantos foram descritos no presente trabalho. (*) indica cantos descritos para a população topotípica.

Espécies	Descrição da espécie	Autor da Descrição ou informação para alguma variável do Canto	Bioma (ambiente)	Clado (Grupo)
<i>S. acuminatus</i>	(Cope, 1862)	Magrini et al., (2011); Presente estudo	Cerrado/Pantanal-Chaco	RU
<i>S. altae</i>	(Dunn, 1933)	León (1969)* reportado em Duellman (1970a)	Terras baixas na América Central	RU
<i>S. alter</i>	(Lutz, 1973)	Pombal et al., (1995b); Nunes et al., (2012)	Mata Atlântica	RU
<i>S. auratus</i>	(Wied-Neuwied, 1821)	Bokermann (1969); Nunes et al., (2007); Bevier et al., (2008)	Mata Atlântica	RU
<i>S. baumgardneri</i>	(Rivero, 1961)	Descrito por Duellman (1972b) para Belém, Brasil	Parte superior da Bacia Amazônica	RU
<i>S. blairi</i>	(Fouquette & Pyburn, 1972)*	Na Descrição da Espécie ; Figurado em Pyburn (1992)	Lhanos	RU
<i>S. boesemani</i>	(Groin, 1966)	Marty & Gaucher (1999); Figurado em Lescure & Marty (2000) Duellman (1986); Presente estudo	Savana e Bacia Amazônica	RU
<i>S. cabralensis</i>	(Drummond, Baêta & Pires, 2007)*	Na Descrição da Espécie*	Cerrado	RU
<i>S. caldarum</i>	(Lutz, 1968)	Andrade & Cardoso (1991)* Magrini & Giaretta (2010)*; Presente estudo	Cerrado	RU
<i>S. camposseabrai</i>	(Bokermann, 1968)	–	Cerrado	RU
<i>S. cardosoi</i>	(Carvalho-e-Silva & Peixoto, 1991)	–	Mata Atlântica	RU
<i>S. castroviejo</i>	De la Riva, 1993	Na Descrição da Espécie*; De la Riva et al., (1994)	Floresta Temperada Úmida	RU
<i>S. chiquitanus</i>	(De la Riva, 1990)	De la Riva et al., (1994)*; Duellman & Wiens (1993)	Parte superior da Bacia Amazônica; Floresta ou borda de floresta	RU
<i>S. cretatus</i>	Nunes & Pombal, 2011*	Na Descrição da Espécie*	Restingas, Mata Atlântica	RU
<i>S. crospedospilus</i>	(Lutz, 1925)	Heyer et al., 1990; Bevier et al., (2008); Magrini et al., (2011); Presente estudo	Mata Atlântica	RU
<i>S. cruentommus</i>	(Duellman, 1972b)*	Na Descrição da Espécie* ; Duellman & Wiens (1993)	Parte superior da Bacia Amazônica; Florestas e interior de clareiras	RU
<i>S. curicica</i>	Pugliese, Pombal & Sazima, 2004*	Na Descrição da Espécie*	Cerrado	RU
<i>S. cuspidatus</i>	(Lutz, 1925)	Pombal et al., (1995b); Presente estudo	Mata Atlântica	RU
<i>S. danae</i>	(Duellman, 1986)*	Na Descrição da Espécie*	Floresta Tropical de Nuvens	RU
<i>S. dolloi</i>	(Werner, 1903)	–	Mata Atlântica (cf. Caramaschi et al., 2013)	RU
<i>S. duartei</i>	(Lutz, 1951)	Bokermann (1967) para outra espécie; Magrini et al., (2011)*; Presente estudo	Mata Atlântica	RU
<i>S. elaeochrous</i>	(Cope, 1875)	León (1969)* reportado em Duellman (1970a); Duellman & Wiens (1993); Presente estudo	Floresta Tropical Úmida em terras baixas do Caribe	RU
<i>S. eurydice</i>	(Bokermann, 1968)	Pombal et al., (1995b); Magrini et al., (2011)	Cerrado	RU

Tabela 2. Continuação.

Espécies	Descrição da espécie	Autor da Descrição ou informação para alguma variável do Canto	Bioma (ambiente)	Clado (Grupo)
<i>S. exiguus</i>	(Duellman, 1986)*	Na Descrição da Espécie*	Savana	RU
<i>S. funereus</i>	(Cope, 1874)	–	Parte superior da Bacia Amazônica	RU
<i>S. fuscomarginatus</i>	(Lutz, 1925)	Pombal et al., (1995b); Toledo & Haddad (2005); Presente estudo	Cerrado	RU
<i>S. fuscovarius</i>	(Lutz, 1925)	De la Riva (1993); De la Riva et al., 1994; Pombal et al., (1995b); Kwet (2001a); Bevier et al., (2008); Presente estudo	Cerrado	RU
<i>S. granulatus</i>	(Peters, 1871)	Kwet (2001a,b)* ; Conte et al., (2010); Presente estudo*	Araucária	RU
<i>S. hayii</i>	(Barbour, 1909)	Heyer et al., (1990); Andrade & Cardoso (1991); Pombal et al., (1995b); Magrini et al., (2011); Presente estudo	Mata Atlântica	RU
<i>S. ictericus</i>	Duellman & Wiens, 1993*	Na Descrição da Espécie* ; Presente estudo	Parte superior da Bacia Amazônica	RU
<i>S. ictorum</i>	Moravec, Tuanama, Pérez & Lehr, 2009	–	Bacia Amazônica	RU
<i>S. imbegue</i>	Nunes, Kwet & Pombal, 2012	Pombal et al., (1995b); Kwet (2001b) como <i>Scinax</i> sp.; Na Descrição da Espécie* (apenas 3 caracteres); Presente estudo*	Mata Atlântica	RU
<i>S. juncae</i>	Nunes & Pombal, 2010*	Na Descrição da Espécie*	Mata Atlântica	RU
<i>S. karenanneae</i>	(Pyburn, 1993)	–	Terras baixas da Bacia Amazônica	RU
<i>S. lindsayi</i>	Pyburn, 1992*	Na Descrição da Espécie*	Parte superior da Bacia Amazônica	RU
<i>S. lutzorum</i>	Cardoso & Pombal, 2010	–	Cerrado	RU
<i>S. manriquei</i>	Barrio-Amorós, Orellana & Chacón-Ortiz, 2004*	Na Descrição da Espécie*	Bosque úmido nos Andes	RU
<i>S. maracaya</i>	(Cardoso & Sazima, 1980)*	Na Descrição da Espécie* ; Haddad et al., (1988); Presente estudo	Cerrado	RU
<i>S. nasicus</i>	(Cope, 1862)	De la Riva et al., (1994); Presente estudo	Cerrado/Pantanal-Chaco	RU
<i>S. oreites</i>	Duellman & Wiens, 1993*	Na Descrição da Espécie*	Parte superior da Bacia Amazônica	RU
<i>S. pachycrus</i>	(Miranda-Ribeiro, 1937)	Carneiro et al., (2004)	Cerrado	RU
<i>S. parkeri</i>	(Gaige, 1929)	Duellman (1986); De la Riva et al., (1994)*	Cerrado	RU
<i>S. perereca</i>	(Pombal, Haddad & Kasahara, 1995)*	Na Descrição da Espécie* Kwet (2001b); Bevier et al., (2008); Magrini & Giarretta (2010); Presente estudo	Mata Atlântica	RU
<i>S. pusillus</i>	Pombal, Bilate, Gambale, Signorelli & Bastos, 2011	Na Descrição da Espécie*	Cerrado	RU
<i>S. quinquefasciatus</i>	(Fowler, 1913)	Duellman (1971); De la Riva et al., (197); Presente estudo	Terras baixas do Pacífico	RU
<i>S. rogerioi</i>	(Pugliese, Baeta & Pombal, 2009)*	Na Descrição da Espécie* Presente estudo*	Cerrado (campo rupestre)	RU

Tabela 2. Continuação.

<i>S. ruber</i>	(Laurenti, 1768)	Rivero (1969); Duellman (1970a); Duellman (1978); De la Riva et al., (1994); Presente estudo	Savana e parte superior da Bacia Amazônica	RU
<i>S. similis</i>	(Cochran, 1952)	Bilate & Lack (2011)* Presente estudo*	Mata Atlântica	RU
<i>S. squalirostris</i>	(Lutz, 1925)	Haddad et al., (1988); Pombal et al., (1995b); Kwet (2001b); Presente estudo*	Mata Atlântica	RU
<i>S. staufferi</i>	(Cope, 1865)	León (1969)* reportado em Duellman (1970a); Presente estudo	Terras baixas na América Central	RU
<i>S. tigrinus</i>	Nunes, Carvalho & Pereira, 2010*	Na Descrição da Espécie*	Cerrado	RU
<i>S. trilineatus</i>	(Hoogmoed & Gorzula, 1979)	–	Savana/Cerrado	RU
<i>S. tymbamirim</i>	Nunes, Kwet & Pombal, 2012	Bokermann (1967b); Na Descrição da Espécie* (apenas 3 caracteres); Presente estudo*	Mata Atlântica	RU
<i>S. x-signatus</i>	(Spix, 1824)	Táranó (2010); Presente estudo	Cerrado e Chaco	RU
<i>S. wandae</i>	(Pyburn & Fouquette, 1971)*	Na Descrição da Espécie*	Savana	RU
<i>S. boulengeri</i>	(Cope, 1887)	Duellman (1972a); Presente estudo	Bacia Amazônica	RU RO
<i>S. constrictus</i>	(Lima, Bastos, & Giaretta, 2005)*	Na Descrição da Espécie*	Cerrado	RO
<i>S. garbei</i>	(Miranda-Ribeiro, 1926)	Duellman (1970b); Duellman (1972a); Duellman & Pyles (1983); Duellman & Wiens (1993); De la Riva et al., (1994); Presente estudo	Parte superior da Bacia Amazônica	RO
<i>S. jolyi</i>	Lescure & Marty, 2000*	Na Descrição da Espécie*	Bacia Amazônica	RO
<i>S. kennedyi</i>	(Pyburn, 1973)*	Na Descrição da Espécie*	Bacia Amazônica	RO
<i>S. nebulosus</i>	(Spix, 1824)	Hödel (1977); Duellman & Pyles (1983)* De la Riva et al., (1994); Presente estudo*	Parte baixa da Bacia Amazônica	RO
<i>S. pedromedinae</i>	(Henle, 1991)	Duellman & Wiens (1993); Presente estudo	Parte superior da Bacia Amazônica	RO
<i>S. proboscideus</i>	(Brongersma, 1933)	Duellman (1972a); Presente estudo	Bacia Amazônica	RO
<i>S. rostratus</i>	(Peters, 1863)	Duellman (1972a); Presente estudo	Savana e Floresta de arbustos	RO
<i>S. sugillatus</i>	(Duellman, 1973)*	Na Descrição da Espécie* ; Duellman & Wiens (1993)	Bacia Amazônica	RO
<i>S. pinima</i>	(Bokermann & Sazima, 1973)*	Na Descrição da Espécie, alguns caracteres reportados*	Cerrado	U
<i>S. uruguayus</i>	(Schmidt, 1944)	Kwet (2001a); Kolenc et al., (2003)*; Presente estudo	Araucária	U
<i>S. alcatraz</i>	(Lutz, 1973)	–	Mata Atlântica	PE
<i>S. arduous</i>	Peixoto, 2002	Pombal & Bastos (2003)*	Mata Atlântica	PE
<i>S. atratus</i>	(Peixoto, 1989)	–	Mata Atlântica	PE
<i>S. belloni</i>	Faivovich, Gasparini & Haddad, 2010	–	Mata Atlântica	PE
<i>S. cosenzai</i>	Lacerda, Peixoto & Feio, 2012*	Na Descrição da Espécie*	Mata Atlântica	PE
<i>S. faivovichii</i>	(Brasileiro, Oyamauchi & Haddad, 2007)	–	Mata Atlântica	PE
<i>S. insperatus</i>	Silva & Alves-Silva, 2011	–	Mata Atlântica	PE
<i>S. littoreus</i>	(Peixoto, 1988)	–	Mata Atlântica	PE

Tabela 2. Continuação.

Espécies	Descrição da espécie	Autor da Descrição ou informação para alguma variável do Canto	Bioma (ambiente)	Clado (Grupo)
<i>S. melloi</i>	(Peixoto, 1989)	–	Mata Atlântica	PE
<i>S. peixotoi</i>	(Brasileiro, Haddad, Sawaya & Martins, 2007)*	Na Descrição da Espécie*	Mata Atlântica	PE
<i>S. perpusillus</i>	(Lutz & Lutz, 1939)	Heyer et al., (1990); Pombal & Bastos (2003)	Mata Atlântica	PE
<i>S. tupinamba</i>	(Silva & Alves-Silva, 2008)	–	Mata Atlântica	PE
<i>S. v-signatus</i>	(Lutz, 1968)	–	Mata Atlântica	PE
<i>S. agilis</i>	(Cruz & Peixoto, 1983)	Nunes et al., (2007)	Mata Atlântica	CA
<i>S. albicans</i>	(Bokermann, 1967)	Heyer (1980); Presente estudo*	Mata Atlântica	CA
<i>S. angrensis</i>	(B. Lutz, 1973)	–	Mata Atlântica	CA
<i>S. argyreornatus</i>	(Miranda-Ribeiro, 1926)	Apenas figurado em Bokermann (1966); Pombal et al., (1995b)	Mata Atlântica	CA
<i>S. ariadne</i>	(Bokermann, 1967)	–	Mata Atlântica	CA
<i>S. aromothyella</i>	(Faivovich, 2005)	Outras notas em Pereyra et al., (2012) Presente estudo*	Mata Atlântica	CA
<i>S. berthae</i>	(Barrio, 1962)*	Figurado na Descrição da espécie; apenas uma variável mensurada*; Outras notas em Pereyra et al., (2012)	Mata Atlântica	CA
<i>S. brieni</i>	(D. Witte, 1927)	–	Mata Atlântica	CA
<i>S. canastrensis</i>	(Cardoso & Haddad, 1982)*	Na Descrição da Espécie*; Presente estudo	Cerrado (F. Galeria)	CA
<i>S. carnevallii</i>	(Caramaschi & Kisteumacher, 1989)	–	Mata Atlântica	CA
<i>S. catharinae</i>	(Boulenger, 1888)	Heyer (1980); Kwet (2001b); Presente estudo*	Mata Atlântica	CA
<i>S. centralis</i>	Pombal & Bastos, 1996*	Na Descrição da Espécie*; Bastos et al., (2012)*	Cerrado (Floresta de Galeria)	CA
<i>S. flavoguttatus</i>	(A. Lutz & B. Lutz, 1939)	–	Mata Atlântica	CA
<i>S. heyeri</i>	(Peixoto & Weygoldt, 1986)	–	Mata Atlântica	CA
<i>S. hiemalis</i>	(Haddad & Pombal, 1987)*	Outras notas na descrição da espécie; Presente estudo*	Mata Atlântica	CA
<i>S. humilis</i>	(B. Lutz, 1954)	–	Mata Atlântica	CA
<i>S. jureia</i>	(Pombal & Gordo, 1991)	–	Mata Atlântica	CA
<i>S. kautskyi</i>	(Carvalho e Silva & Peixoto, 1991)	–	Mata Atlântica	CA
<i>S. littoralis</i>	(Pombal & Gordo, 1991)	–	Mata Atlântica	CA
<i>S. longilineus</i>	(Lutz, 1968)	Presente estudo*	Mata Atlântica (Floresta de Galeria)	CA
<i>S. luizotavioi</i>	(Caramaschi & Kisteumacher, 1989)	Lourenço et al., (2009)*	Ecótono Mata Atlântica-Cerrado	CA
<i>S. machadoi</i>	(Bokermann & Sazima, 1973)*	Na Descrição da Espécie, alguns caracteres reportados*	Cerrado (Floresta de Galeria)	CA

Tabela 2. Continuação.

Espécies	Descrição da espécie	Autor da Descrição ou informação para alguma variável do Canto	Bioma (ambiente)	Clado (Grupo)
<i>S. muriciensis</i>	Cruz, Nunes & Lima, 2011	–	Mata Atlântica	CA
<i>S. obtriangulatus</i>	(B. Lutz, 1973)	–	Mata Atlântica	CA
<i>S. ranki</i>	(Andrade & Cardoso, 1987)*	Na Descrição da Espécie* Andrade & Cardoso (1991)	Mata Atlântica (Floresta de Galeria)	CA
<i>S. rizibilis</i>	(Bokermann, 1964)	Na Descrição da Espécie* ; Pombal et al., (1995b); Bastos & Haddad (2002); Kwet (2001b); Presente estudo	Mata Atlântica	CA
<i>S. skaios</i>	Pombal, Carvalho, Canelas & Bastos, 2010*	Na Descrição da Espécie*	Cerrado (Floresta de Galeria)	CA
<i>S. skuki</i>	Lima, Cruz, & Azevedo, 2011	–	Mata Atlântica	CA
<i>S. strigilatus</i>	(Spix, 1824)	Outras vocalizações descritas em Mendes et al., (2013)	Mata Atlântica	CA
<i>S. trapicheiroi</i>	(Lutz, 1954)	Presente estudo*	Mata Atlântica	CA
<i>S. tripui</i>	Lourenço, Nascimento & Pires, 2010	–	Ecótono Mata Atlântica- Cerrado	CA

Caracterização acústica do canto de anúncio de *Scinax* do clado *S. ruber*

Clado *Scinax ruber* (Tabelas 3–32; figs. 2–61)

O canto de anúncio das espécies do clado *S. ruber* estudadas no presente trabalho pode ser prontamente identificado assim como na maioria dos anuros – i.e. vocalização mais comumente emitida, e/ou emitida exclusivamente por machos solitários, i.e. na ausência de interação social (Duellman & Trueb, 1986; Wells, 2007).

O canto de anúncio no clado é produzido em um único ciclo de fluxo de ar (i.e. exalação-inalação) que corresponde a uma única contração da musculatura do tronco. A conclusão/generalização de que um canto de anúncio no clado (i.e. abordagem mecânica/comportamental) é equivalente a uma única nota está baseada na observação mecânica/comportamental direta das espécies/populações *S. acuminatus*, *S. boesemani*, *S. imbegue* (duas populações), *S. crospedospilus* (duas populações), *S. cuspidatus*, *S. duartei* ‘Bocaina’, complexo *S. fuscomarginatus* (i.e. *S. fuscomarginatus*, *S. fuscomarginatus* ‘Pequena’), *S. fuscovarius* (várias populações), *S. garbei* ‘Manaus’, *S. hayii* (várias populações), *S. hayii* ‘Bocaina’, *S. maracaya*, *S. nasicus*, *S. perereca*, *S. ruber* ‘Manaus’, complexo *S. squalirostris* (i.e. *S. squalirostris*, *S. squalirostris* ‘Canastra’), *S. x-signatus* e *Scinax* sp. ‘Uberlândia’.

Assim, a descrição do canto de anúncio no clado *S. ruber* segue a abordagem mecânica-comportamental; as sub-unidades discretas presentes no canto/nota são reconhecidas como pulsos (cf. Duellman & Trueb, 1986 e Gerhardt, 1998).

As espécies do clado *S. ruber* estão comumente associadas a ambientes lênticos, ocupando como sítios de vocalização a vegetação em torno de poças permanentes e/ou temporárias, e de áreas brejosas. Informações ecológicas sobre o ambiente de vocalização das espécies foram fornecidas apenas para àquelas que diferem deste padrão.

- Diagnose acústica do clado *S. ruber* – canto de anúncio

O canto de anúncio consiste de uma única nota, i.e. um ciclo de fluxo de ar exalatório-inalatório que corresponde a uma contração da musculatura do tronco (mecanismo passivo). Os cantos apresentam modulação ascendente discreta ou ausente, em geral restrita apenas aos

primeiros pulsos do canto. Os pulsos são similares e emitidos em série (em geral como unidades discretas ou aproximadamente discretas), com espaçamento regular ao longo de todo canto (com exceção do complexo *S. squalirostris*). O intervalo entre pulsos é menor do que a duração dos pulsos, i.e. razão duração pulso/intervalo entre pulsos $\geq 1,2$ (exceto em *S. quinquefasciatus*). O intervalo entre pulsos é pequeno, para a maioria das espécies ≤ 10 ms (exceto no grupo *S. duartei* e *S. quinquefasciatus*). Espécies de tamanho maior no clado geralmente apresentam a energia do canto distribuída em uma ampla faixa de frequência, ou em duas faixas de freq. enfatizadas do espectro; espécies de tamanho menor possuem a energia enfatizada ocupando uma única faixa no espectro (geralmente estreita), localizada em frequências mais altas. Valores informados representam a média combinada das espécies (**ver detalhes Tabelas 3–32; figs. 2–61**).

***Scinax acuminatus* (Cope, 1862)**

Espécie de tamanho médio (machos 36,7–41,0 mm de CRC; CFBH) sem espécimes-tipo especificados, cuja localidade tipo é reportada como “Paraguai” (ver Frost, 2013). A distribuição geográfica atualmente reportada para a espécie abrange os domínios Pantanal-Chaco e Cerrado (Uetanabaro *et al.*, 2008; Frost, 2013). Seu canto é conhecido até o momento apenas para uma população na drenagem do rio Paraguai, município de Aquidauana (MS) (Magrini *et al.*, 2011; **Anexo 1**). Abaixo é apresentada uma descrição mais detalhada do canto desta população (i.e. a partir de um número maior de caracteres acústicos) para permitir a consideração de implicações taxonômicas e sistemáticas adicionais àquelas discutidas anteriormente.

- Descrição do canto (Tabela 3; fig. 2)

O canto apresenta em média duração de 689 ms e 33,3 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 25 cantos/min. Apresenta modulação ascendente de intensidade mais acentuada nos primeiros pulsos do canto, atingindo a amplitude máxima aproximadamente na metade do canto ($55 \pm 15\%$). A energia do canto está distribuída entre 0,59–5,07 kHz, em geral com duas faixas distintas (=descontínuas) de frequência enfatizada – uma faixa inferior entre 0,84–1,55 kHz correspondendo a frequência dominante, com pico em 1,10 kHz (1°PE – maior

intensidade em 100% dos cantos); e uma faixa de frequência enfatizada na parte superior do espectro, com pico em 3,00 kHz (2°PE). Os pulsos são bem definidos e estão distribuídos regularmente ao longo do canto; possuem duração de $12,8 \pm 0,3$ ms (taxa de repetição moderada de 78,6 pulsos/seg), e intervalo entre pulsos de $7,5 \pm 1,5$ ms. A amplitude máxima dos pulsos é atingida pouco antes da metade da sua duração ($43 \pm 4\%$), apresentando forma aproximadamente simétrica (tempo de ascendência/decaimento similar).

- Considerações adicionais

Em Aquidauana, MS, *Scinax acuminatus* foi observada em sintopia com *S. nasicus* e *S. fuscomarginatus* ‘Aquidauana’, com os indivíduos destas espécies vocalizando há apenas alguns centímetros de distância entre si. Os cantos dessas duas outras espécies são marcadamente distintos de *S. acuminatus* – **ver descrições mais abaixo**.

Tabela 3. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax acuminatus*. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. O tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes. A legenda dos caracteres medidos é fornecida abaixo.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. acuminatus</i> ¹	2	689 ± 200	33.3 ± 9.6	20.6 ± 0.8	78.6 ± 2.0	0.59 ± 0.17	0.84 ± 0.06	1.10 ± 0.05	(3.00 ± 0.17)	1.86 ± 0.05	25.2 ± 5.7	25.0–27.0
Aquidauana, MS	(1)	(371 – 1,42) [20]	(19 – 69) [20]	(19.3 – 21.7) [20]	(52.6 – 100.0) [37]	– 5.07 ± 0.47 [9]	– 1.55 ± 0.06 [9]	[9]	2.59 ± 0.02 – 3.79 ± 0.26 [9]	(1.22 – 4.66) [37]	(21.2 – 29.2) [2]	

¹ Reanalizado a partir dos registros em Magrini *et al.*, (2011).

♂♂ = nº de machos gravados.

(t) = nº de testemunhos de gravação.

Dur. Canto = duração do canto (ms).

Nº Pulsos = nº de pulsos por canto.

Dur. Canto/Nº Pulsos = Razão entre a Duração do Canto em ms e o Nº de pulsos por canto.

Pulsos/seg. = taxa de repetição de pulsos por segundo.

Amplitude Freq. = amplitude de frequência, frequência mínima e frequência máxima do espectro, em kHz.

Freq. Dom. = frequência dominante; frequência dominante mínima e máxima, em kHz.

1ºPE = pico de frequência de maior intensidade do canto, em kHz.

2ºPE = segundo pico de frequência de maior intensidade do canto, em kHz.

O. Freq. Enf. = outra faixa de frequência enfatizada, valor mínimo e máximo desta faixa, em kHz.

Dur. Pulso/Interv. Pulso = razão entre a duração do pulso e o intervalo entre pulsos (**sem unidade**).

Cantos/min. = taxa de repetição de cantos por minuto.

T° C (ar) = temperatura do ar durante a gravação, em graus Celsius.

Figura 2. Canto de anúncio de *Scinax acuminatus*: **A**- oscilograma de uma sequência de três cantos; **B**- oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; **C**- seção do canto em B (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Aquidauana, Mato Grosso do Sul; ar = 27,0 °C; 20:02 h. Dezembro de 2010. Arquivo sonoro: *Scinax acuminatus*MS1cLM_AAGmt_29,2s. FFT=256. Espécime não coletado.

Complexo *Scinax alter* (B. Lutz, 1973)

Recentemente Nunes *et al.*, (2012) reconheceram a existência de duas espécies crípticas – *S. imbegue* e *S. tymbamirim* – previamente reconhecidas sob o nome *S. alter*. Apesar de utilizarem alguns caracteres acústicos na diagnose destas espécies, esses autores não realizaram a descrição formal dos respectivos cantos de anúncio – as informações acústicas deste estudo foram baseadas em trabalhos realizados previamente, i.e. Pombal *et al.*, (1995b) e Kwet (2001b), e na análise de três caracteres acústicos adicionais: duração dos pulsos, intervalo entre pulsos e taxa de repetição de pulsos.

Abaixo forneço a descrição detalhada (i.e. maior número de caracteres acústicos) dos cantos de *S. imbegue* e *S. tymbamirim*, registrados por A. Kwet nas respectivas localidades tipo e proximidades – o que permitirá melhorar a diagnose destas espécies e a consideração de implicações taxonômicas adicionais àquelas discutidas na descrição das espécies. Destaco que estes cantos também foram analisados em Nunes *et al.*, (2012).

***Scinax imbegue* Nunes, Kwet & Pombal, 2012**

Espécie de tamanho pequeno/médio (machos 25,6–35,0 mm de CRC) descrita de Blumenau, estado de Santa Catarina. A distribuição geográfica considerada na descrição da espécie abrange desde o sul do estado de São Paulo até Santa Catarina, dentro do domínio da Mata Atlântica costeira (Nunes *et al.*, 2012).

- Descrição do canto (Tabela 4; fig. 3)

O canto apresenta em média duração de 375 ms e 13,2 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 62 cantos/min. Apresenta modulação ascendente de intensidade mais acentuada nos primeiros pulsos do canto (até 3º–4º pulsos). A energia do canto está distribuída entre 0,94–4,90 kHz, apresentando uma estrutura espectral complexa, i.e. oscilação irregular da onda sonora que torna o sinal preponderantemente não-linear (ver Gerhardt, 1998 e Tokuda *et al.*, 2002). A energia enfatizada está irregularmente distribuída entre 1,15–4,15 kHz, com o principal pico enfatizado (1ºPE) em 1,38 kHz (100% dos cantos) e o segundo pico (2ºPE) em 3,59 kHz (**fig. 3**). Os pulsos são pouco definidos devido à baixa amplitude da maior parte de sua duração, dificultando a identificação do seu início em registros de qualidade limitada; a

parte final dos pulsos apresenta uma modulação ascendente abrupta. Os pulsos estão distribuídos regularmente ao longo do canto (intervalo de $3,8 \pm 0,4$ ms entre pulsos), apresentando uma taxa baixa de repetição de 41,3 pulsos/seg. (duração dos pulsos $24,3 \pm 1,1$ ms). A amplitude máxima do canto e dos pulsos não foi medida devido à qualidade limitada dos registros.

- Comparações acústicas entre populações

Cantos de outras quatro populações – Ubatuba e Pariquera no estado de São Paulo, e Magé e Duque de Caxias no estado do Rio de Janeiro – foram analisados e estão sumarizados na **Tabela 4**. A população encontrada em Ubatuba (SP) foi descrita previamente por Pombal *et al.*, (1995b) como *S. altera* e reconhecida por Nunes *et al.*, (2012) como a primeira descrição do canto de *S. imbegue*. Os dados acústicos para as outras três populações mencionadas são reportados pela primeira vez no presente estudo.

Os dados acústicos disponíveis para a população topotípica de *S. imbegue* descritos acima (**detalhes Tabela 4**) e aqueles das populações registradas no presente estudo, particularmente a estrutura espectral do canto (**ver figs. 3E e 4E**) e os caracteres frequência mínima do canto, amplitude da duração do canto, razão entre duração do canto/nº pulsos, 1ºPE e escala temporal fina do período dos pulsos (= duração do pulso + intervalo entre pulsos) suportam o reconhecimento destas populações como pertencentes à espécie *S. imbegue* (**ver detalhes Tabela 4 e figs. 3–4**). Apesar da qualidade limitada dos dados acústicos disponíveis para *S. alter* na literatura – e.g. pequeno nº de caracteres mensurados em um mesmo estudo – dificultar uma comparação detalhada, *S. alter* pode ser distinguida de *S. imbegue* por apresentar em média cantos bem mais longos (860 ms *versus* 244–392 ms para todas as populações combinadas atribuídas a *S. imbegue*), pulsos mais curtos (10–11 ms *vs* 19,1–24,3 ms), consequentemente uma taxa maior de repetição de pulsos/seg. (90,9–100 *vs.* 38,4–55,6), e menor período dos pulsos (14–17 ms *vs.* 21,0–28,1) (**detalhes adicionais Tabela 4**). Nunes e colaboradores (2012) reconhecem a identidade específica de *S. imbegue* para as populações encontradas em Bertioga (SP) – a partir de espécimes de museus, e em Ubatuba, norte do estado de São Paulo – a partir de dados acústicos (i.e. cantos descritos em Pombal *et al.*, 1995b). Entretanto, esses autores reconheceram o sul do estado de São Paulo como o limite

norte da distribuição geográfica de *S. imbegue*. Com base na discussão prévia e nos dados acústicos disponíveis analisados, conclui-se que a distribuição de *S. imbegue* deveria ser estendida mais ao norte, abrangendo populações no norte do estado de São Paulo e no sul do estado do Rio de Janeiro.

***Scinax tymbamirim* Nunes, Kwet & Pombal, 2012**

Espécie de tamanho pequeno (machos 20,6–27,4 mm de CRC) descrita de Florianópolis, estado de Santa Catarina. A distribuição geográfica considerada abrange desde o sul do estado do Rio de Janeiro até o estado do Rio Grande do Sul (detalhes adicionais em Nunes *et al.*, 2012).

- Descrição do canto (Tabela 4; figs. 6–7)

O canto apresenta em média duração de 558 ms e 19,7 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 20 cantos/min. Apresenta modulação ascendente de intensidade mais acentuada nos primeiros pulsos do canto (até 4–5º pulso). A energia do canto está distribuída entre 1,66–3,94 kHz, exibindo uma estrutura espectral complexa (apresenta certa similaridade com *S. imbegue*, (ver figs. 6E e 7E) – a parte inicial e final de cada pulso possui menor linearidade, enquanto que a parte central de cada pulso é mais linear e apresenta faixas de frequência harmonicamente relacionadas (fig. 7). A ausência da representação da faixa fundamental de frequência e do 2º harmônico nos espectrogramas (figs. 6–7) parece indicar a filtragem das primeiras faixas de frequência do canto – de baixa energia – pelos tecidos do corpo do indivíduo vocalizando, como sugerido por Gridi-Papp (2008). Mesmo com o aumento do limite inferior da escala de intensidade do espectrograma, i.e. -45dB (fig. 6), o primeiro harmônico visível do canto é apenas o 3º. A figura 7 fornece evidência da relação harmônica entre as faixas de frequência do canto (recurso de identificação de harmônicos; Avisoft SASLab). A energia enfatizada do canto pode ser considerada distribuída entre 2,83–4,30 kHz, com o 1ºPE correspondendo ao 6º harmônico (4º harm. visível, figs. 6–7) e outros dois picos enfatizados (2ºPEs) com igual força no 3º e 5º harm. (1º e 3º harm. visíveis, respectivamente). Os pulsos são bem definidos e distribuídos regularmente ao longo do canto; apresentam modulação ascendente gradual ao longo de quase toda sua duração, com uma ascendência

mais abrupta no seu final, quando é atingida a amplitude máxima. Os pulsos possuem duração de $22,2 \pm 4,6$ ms (taxa de repetição baixa de 46,6 pulsos/seg), e intervalo entre pulsos de $6,0 \pm 3,5$ ms. A amplitude máxima do canto e dos pulsos não foi mensurada devido ao baixo tamanho amostral de registros de boa qualidade disponíveis.

- Comparações acústicas entre *S. tymbamirim* e *S. imbegue*

A seguinte combinação de caracteres acústicos permite distinguir prontamente *Scinax tymbamirim* de *S. imbegue*: canto com estrutura espectral harmônica (ausente em *S. imbegue*); a frequência dominante ($1^{\circ}\text{PE}=6^{\circ}$ harmônico) de *S. tymbamirim* ocupa uma faixa de frequência mais alta (4,12 kHz) do que a de *S. imbegue* (1°PE entre 1,38–1,71 kHz; média combinada das populações) – que pode ser em parte decorrente da diferença de tamanho entre as duas espécies (i.e. menor tamanho em *S. tymbamirim*); e a forma do envelope amplitude-tempo dos pulsos que em *S. tymbamirim* tem a parte inicial e mediana dos pulsos com maior intensidade em relação a *S. imbegue*. Apesar de Nunes e colaboradores (2012) terem utilizado os caracteres duração do pulso, intervalo entre pulsos e taxa de repetição de pulsos (calculado com base no período do pulso) como parte da diagnose de *S. tymbamirim* e *S. imbegue*, a reanálise dos cantos das populações topotípicas – i.e. mesmos cantos analisados por estes autores – evidencia grande sobreposição desses caracteres. Desta forma, considero que não seja possível a diagnose confiável destas espécies com base nas características previamente sugeridas. A baixa intensidade ao longo da maior parte da duração dos pulsos de *S. imbegue* dificulta a delimitação de seu início, o que provavelmente ocasionou as diferenças encontradas entre os estudos. Cabe ressaltar que a delimitação dos pulsos é ainda mais difícil em registros de qualidade limitada – como é o caso dos registros da população topotípica analisados em ambos os estudos (ver fig. 3).

- Considerações taxonômicas e zoogeográficas

Nunes *et al.*, (2012) reconhecem o limite norte da distribuição geográfica de *S. imbegue* como sendo o sul do estado de São Paulo (fig. 9 e p. 562–563), e a ocorrência simpátrica de *S. alter* e *S. tymbamirim* no sul do estado do Rio de Janeiro (fig. 9, p. 563). Estes autores atribuíram o nome *S. alter* a população encontrada em Duque de Caxias (RJ), e como

esta população não foi citada dentre as localidades acusticamente estudadas no trabalho (p. 567), é provável que a identidade específica reconhecida por Nunes *et al.*, (2012) para esta população tenha se baseado em características morfológicas. Isto representa uma incongruência com os dados acústicos aqui apresentados para a população de Duque de Caxias/Magé – que suportam o reconhecimento do nome *S. imbegue* – e as características acústicas reportadas na literatura para *S. alter* por Pomal *et al.*, (1995b) e Nunes *et al.*, (2012).

Até o momento, o canto de *S. alter* descrito para a população de Conceição da Barra (ES) por Pomal *et al.*, (1995b) é o de maior proximidade (*ca.* 260 km) a localidade tipo da espécie, i.e. Santa Leopoldina (ES). Pela discussão prévia, considero necessário dados acústicos das respectivas localidades tipo de *S. alter* e *S. imbegue* para uma diagnose acústica mais precisa das duas espécies, e adicionalmente, uma maior amostragem acústica e morfológica para as populações da região centro-leste do estado de São Paulo (e.g. Bertioga) até o sul do estado do Rio de Janeiro. Isso permitirá elucidar a identidade taxonômica dessas populações – i.e. avaliar a incongruência entre os dados acústicos e morfológicos atualmente disponíveis – e/ou revelar a existência de diversidade críptica ainda não reconhecida no complexo *S. alter*.

Adicionalmente, o reconhecimento da presença ou ausência de um canto com estrutura harmônica em *S. alter* contribuirá na elucidação de sua maior relação de parentesco com *S. tymbamirim* ou *S. imbegue*, respectivamente.

Tabela 4. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio do complexo *Scinax alter* (*S. alter*, *S. imbegue* e *S. tymbamirim*). Dados da literatura para estas espécies também são fornecidos. Valores médios estão seguidos pelo desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. [] representa tamanho amostral. Valores em negrito foram calculados de forma diferente de Nunes *et al.*, (2012) (ver texto).

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>Scinax alter</i> ^{1,*}	?	860 ± 440 (380 – 2,07)	65.0 ± 33.1 (29 – 152)	13.2** (13.1 – 13.6)	90.9 – 100.0 **	1.20 – 5.00	1.30 – 4.60			2.1**		
<i>Scinax imbegue</i> ³ População topotípica	3	375 ± 90 (247 – 484) [29]	13.2 ± 2.9 (9 – 17) [29]	28.4 ± 0.9 (27.4 – 29.8) [29]	41.3 ± 1.8 (38.4 – 43.5) [18]	0.94 ± 0.03 – 4.90 ± 0.30 [10]	1.15 ± 0.03 – 4.15 ± 0.25 [10]	1.38 ± 0.02 [10]	3.59 ± 0.24 [10]	6.59 ± 1.01 (5.8 – 8.3) [18]	62.0 ± 7.1 (55.5 – 69.5) [3]	19.0–20.0
<i>Scinax imbegue</i> ¹ Ubatuba, SP	?	(230 – 380)	(9 – 14)	(25.6 – 27.1) **	125 – 200 **	1.00 – 5.00	1.20 – 5.00			0.3**		
<i>Scinax imbegue</i> Ubatuba, SP	2	326 ± 53 (212 – 483) [20]	15.0 ± 2.7 (10 – 22) [20]	21.8 ± 0.4 (21.1 – 22.3) [20]	52.4 ± 0.79 (50.0 – 55.6) [20]	1.05 ± 0.01 – 6.55 ± 1.62 [10]	1.24 ± 0.01 – 4.63 ± 0.21 [10]	1.45 ± 0.03 [10]	3.64 ± 0.35 [10]	9.89 ± 0.18 (6.3 – 10.0) [20]	30.2 ± 10.6 (22.6 – 37.7) [2]	25.3
<i>Scinax imbegue</i> Duque de Caxias, RJ	4 (3)	392 ± 128 (194 – 748) [40]	16.2 ± 4.7 (8 – 30) [40]	24.1 ± 1.2 (22.1 – 25.4) [40]	48.8 ± 1.59 (45.5 – 52.6) [53]	1.00 ± 0.06 – 6.90 ± 0.72 [20]	1.21 ± 0.02 – 4.39 ± 0.32 [20]	1.44 ± 0.02 [20]	3.86 ± 0.43 [20]	5.95 ± 1.34 (4.0 – 10.0) [53]	59.8 ± 16.5 (37.2 – 76.1) [4]	24.0 ± 0.0 /
<i>Scinax imbegue</i> Magé, RJ	1	244 ± 40 (151 – 290) [10]	9.4 ± 1.4 (6 – 11) [10]	25.9 ± 0.4 (25.1 – 26.6) [10]	45.5 ± 0.0 [8]	1.24 ± 0.03 – 7.00 ± 0.29 [5]		1.71 ± 0.25 [5]	3.90 ± 0.04 [5]	6.9 ± 0.8 (5.5 – 7.3) [8]	76.8	24.1
<i>Scinax imbegue</i> Pariquera, SP	4	246 ± 32 (177 – 411) [39]	11.7 ± 1.5 (8 – 19) [39]	21.0 ± 0.9 (19.4 – 22.2) [39]	52.2 ± 0.3 (50.0 – 52.6) [18]	0.97 ± 0.06 – 5.19 ± 0.58 [15]	1.45 ± 0.33 – 4.37 ± 0.24 [15]	1.65 ± 0.32 [15]	3.60 ± 0.03 [15]	11.9 ± 2.1 (6.3 – 20.0) [18]	75.2 ± 14.5 (54.9 – 87.0) [4]	25.5–26.0
<i>Scinax tymbamirim</i> ³ População topotípica	5	558 ± 190 (231 – 889) [31]	19.7 ± 6.1 (9 – 30) [31]	28.5 ± 6.3 (23.5 – 39.4) [31]	46.6 ± 8.4 (33.3 – 55.6) [63]	1.66 ± 0.21 – 6.94 ± 1.14 [20]	2.83 ± 0.47 – 4.30 ± 1.13 [20]	4.12 ± 0.27 [20]	3.44 ± 0.22 e 2.23 ± 0.29 [20]	4.04 ± 1.13 (2.6 – 6.3) [63]	22.5 ± 7.5 (11.8 – 32.3) [5]	20.1 ± 0.9 19.0–21.5
<i>Scinax tymbamirim</i> ^{2,*}	3	(400 – 1,30)			50.0 – 55.6 **		2.00 – 5.90	4.00 – 4.32		2.53**		

¹ Pombal *et al.*, (1995b); ² Kwet (2001b); * caracteres acústicos adicionais para as espécies fornecidos por Nunes *et al.*, (2012); ** calculado a partir dos valores de Nunes *et al.*, (2012) ou Pombal *et al.*, (1995b); ³ **População topotípica e proximidades (registros de A. Kwet).** Caracteres adicionais fornecidos por Nunes *et al.*, (2012): *S. alter* (dur. pulso 10–11 ms, intervalo 4–6 ms); *S. imbegue* (dur. pulso 5–8 ms, intervalo 20–25 ms); *S. tymbamirim* (dur. pulso 18–20 ms, intervalo 7–8 ms). Caracteres adicionais (presente estudo): Ubatuba (dur. pulso 19,1±0,3; intervalo 2,1±0); Pariquera (dur. pulso 19,2±0,1; intervalo 1,8±0,3); Duque de Caxias (dur.pulso 20,5±0,7; intervalo 3,7±0,8); Magé (dur. pulso 22,0±0; intervalo 3,3±0,5); ? não informado.

Figura 3. Canto de anúncio de *Scinax imbegue* (ca. 45 km da localidade tipo): **A-** oscilograma de uma sequência de quatro cantos (dois indivíduos em antifonia); **B-** oscilograma de um único canto (terceiro canto representado em A) com maior resolução; **C-** secção do canto em B (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Jaraguá do Sul, Santa Catarina; ar = 20,0 °C; 22:30 h. Novembro de 2004. Arquivo sonoro: Scfalterbig03 (Registro de A. Kwet). FFT=512.

Figura 4. Canto de anúncio de *Scinax imbegue*: A- oscilograma de uma sequência de três cantos; B- oscilograma de um único canto (segundo canto representado em A) com maior resolução; C- secção do canto em B (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; D- espectro de força e E- espectrograma do canto representado em B. Parque Natural da Taquara, Duque de Caxias, Rio de Janeiro; ar = 24,0 °C; 22:41 h. Janeiro de 2011. Arquivo sonoro: *Scinax_alterCaxiasRJ3bLM_AAGmt_1m33,0s*. FFT=512. Espécime coletado.

Figura 5. Canto de anúncio de *Scinax imbegue* (Duque de Caxias, RJ) representado na figura anterior. Acima oscilograma, abaixo espectrograma, e à esquerda na figura, espectro de força. As linhas horizontais no espectrograma correspondem às faixas de frequências esperadas em um canto com estrutura harmônica. (FFT=512) (Avisoft).

Figura 6. Canto de anúncio de *Scinax tymbamirim*: A- oscilograma de dois cantos em sequência; B- oscilograma de um único canto (segundo canto representado em A) com maior resolução; C- secção do canto em B (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; D- espectro de força e E- espectrograma do canto representado em B. Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul; ar = 19,0 °C; 22:30 h. Dezembro de 1997. Arquivo sonoro: Sspcfalter03 (Registro de A. Kwet). FFT=512.

Figura 7. Canto de anúncio de *Scinax tymbamirim* representado na figura anterior (último pulso parcialmente cortado). Acima oscilograma, abaixo espectrograma, e à esquerda na figura espectro de força correspondente aos 17 pulsos do canto selecionados. As linhas horizontais no espectrograma correspondem às faixas de frequências esperadas em um canto com estrutura harmônica. (FFT=512) (Avisoft).

***Scinax boesemani* (Goin, 1966)**

Espécie de tamanho médio (machos 27,8–32,0 mm de CRC; população de Manaus-AM, coleção UFAM) descrita de Zanderij, Suriname (Frost, 2013). Atualmente é reportada como possuindo uma ampla distribuição geográfica, ocorrendo no Suriname, Guiana Francesa, Venezuela, e Manaus (AM) e Belém (PA) no Brasil, dentro do domínio da Floresta Amazônica (Duellman, 1986; Lescure & Marty, 2000; Lima *et al.*, 2008).

Abaixo forneço a descrição do canto desta espécie com base nos registros de uma população encontrada na Reserva Ducke, Manaus, estado do Amazonas. Onze indivíduos foram registrados em torno de uma poça permanente no interior de mata (floresta primária) próxima à borda. Os sítios de vocalização ocupados incluíram troncos de árvores caídos, vegetação herbácea, e galhos de árvores; indivíduos foram observados vocalizando desde próximos ao nível do solo até cerca de 1,70 m de altura.

- Descrição do canto (Tabela 5; fig. 8)

O canto possui em média duração de 317 ms e 16,4 pulsos, apresentando ampla variação nestes caracteres (**ver Tabelas 5 e 42**); a taxa de emissão é de cerca de 40 cantos/min. Em geral o canto apresenta modulação ascendente de intensidade um pouco mais acentuada nos primeiros pulsos do canto (até 4°–6° pulsos), atingindo a amplitude máxima em aproximadamente 3/4 do canto ($76 \pm 15\%$). A energia do canto está distribuída entre 0,82–5,60 kHz, com a frequência enfatizada ao longo de uma faixa geralmente contínua entre 1,08–3,94 kHz (9 de 11 indivíduos); a estrutura espectral de cada pulso é similar ao envelope amplitude-tempo (**fig. 8B e C**), semelhante a um “L invertido”, i.e. “_”. O pico principal enfatizado ocupa a faixa inferior do espectro em 1,32 kHz (dominante em 84% dos cantos, 45 de 56) e o 2°PE ocupa uma faixa superior do espectro, em 3,33 kHz. Os pulsos são regularmente espaçados e bem definidos em cantos de curta e média duração, estando pouco definidos em cantos longos. Os pulsos apresentam pequena modulação ascendente até próximo do seu final, quando sofrem um aumento abrupto de intensidade; a amplitude máxima é atingida próximo ao final de sua duração, $75 \pm 4\%$; possuem duração de $15,8 \pm 0,5$ ms (taxa de repetição moderada de 63,6 pulsos/seg), e intervalo entre pulsos de $3,4 \pm 0,7$ ms.

- Comparações acústicas entre populações

Até o momento o canto conhecido de *S. boesemani* mais próximo de sua localidade tipo (Suriname) foi reportado por Marty & Gaucher (1999) para a Guiana Francesa. O canto publicado na forma de CD pelos autores não foi formalmente descrito, sendo posteriormente apenas figurado em Lescure & Marty (2000, p. 363). Embora a localidade específica da população registrada não tenha sido mencionada, a população de Manaus deve estar distante pelo menos *ca.* 1.000 km da população da Guiana Francesa. Apesar do reduzido tamanho amostral da população da Guiana Francesa (apenas 1 indivíduo gravado), todos os caracteres do canto desta população se sobrepõem marcadamente aos cantos de Manaus (**ver Tabela 5**), o que fornece suporte dos dados acústicos para a atribuição do nome *S. boesemani* a esta última população. Dados do canto de outras populações ao longo da distribuição geográfica atualmente reportada para *S. boesemani* serão interessantes para revelar se a baixa variabilidade acústica se mantém como um padrão inter-populacional para a espécie. Duellman (1986) registrou *S. boesemani* em Belém, estado do Pará, e forneceu alguns caracteres do canto desta população. O número limitado de caracteres informados pelo autor impede uma comparação detalhada com a população de Belém, mas a marcante similaridade encontrada na taxa de pulsos/seg. e no 1ºPE entre as populações (Guiana Francesa, Manaus e Belém) no momento suporta o reconhecimento da mesma identidade específica para essas populações.

Tabela 5. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax boesemani*. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. O tamanho amostral de cada característica medida é fornecido entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. boesemani</i> Manaus, AM	11 (4)	317 ± 51 (171 – 971) [107]	16.4 ± 2.4 (8 – 48) [107]	19.3 ± 0.4 (18.3 – 20.2) [107]	63.6 ± 1.9 (58.8 – 76.9) [134]	0.82 ± 0.08 – 5.60 ± 0.38 [56]	1.08 ± 0.06 – 1.70 ± 0.18 [56]	1.32 ± 0.09 [56]	(3.33 ± 0.16) 2.71 ± 0.25 – 3.94 ± 0.16 [46]	4.90 ± 1.05 (2.5 – 8.5) [133]	40.2 ± 24.0 (5.6 – 75.5) [11]	22.5 ± 2.4 20.0–26.0
<i>S. boesemani</i> ¹ Guiana Francesa	1	220 ± 51 (154 – 280) [10]	11.1 ± 2.4 (8 – 14) [10]	19.7 ± 0.3 (19.3 – 20.1) [10]	66.1 ± 1.5 (62.5 – 66.7) [14]	0.88 ± 0.05 – 4.60 ± 0.08 [5]	1.06 ± 0 – 1.54 ± 0.09 [5]	1.32 ± 0.02 [5]	(3.25 ± 0.02) 2.83 ± 0.08 – 3.92 ± 0.09 [5]	3.25 ± 0.38 (3.0 – 4.0) [14]	31.1 [1]	
<i>S. boesemani</i> ² Belém, PA	?	230 (130 – 310)			61.7 (60 – 65)		1.27				42.6 (13.1– 54.9)	

¹ Analisado do CD Tailless Amphibians of French Guiana; *Scinax boesemani*, faixa 46; Marty & Gaucher (1999); ² Duellman (1986).

? não informado.

Figura 8. Canto de anúncio de *Scinax boesemani*: A- oscilograma de uma sequência de cantos de dois indivíduos vocalizando em antifonia; B- oscilograma do primeiro canto em A com maior resolução; C- secção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; D- espectro de força e E- espectrograma do canto representado em B. Manaus, Amazonas; ar = 21,0 °C; 22:12 h. Janeiro de 2012. Arquivo sonoro: *Scinax boesemani*ManausAM5aLM_AAGmt_33,5s. FFT=256. Espécie não coletado.

***Scinax crospedospilus* (Lutz, 1925)**

Espécie de tamanho pequeno-médio (machos 22,8–31,5 mm de CRC; Magrini *et al.*, 2011 e coleção AAG-UFU) sem espécimes-tipo especificados, cuja localidade tipo é reportada como Itatiaia, estado do Rio de Janeiro (Frost, 2013). A distribuição geográfica atualmente reportada para a espécie abrange áreas montanhosas das Serras do Mar e da Mantiqueira nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, dentro do domínio da Mata Atlântica (Heyer *et al.*, 1990; Haddad *et al.*, 2005; Bevier *et al.*, 2008; Magrini *et al.*, 2011; presente estudo).

A descrição do canto desta espécie foi previamente realizada em Magrini *et al.*, (2011, **Anexo 1**) para uma população encontrada em Atibaia (SP), além das considerações taxonômicas pertinentes através de comparações com os cantos até então conhecidos de outras populações: Boracéia/SP (Heyer *et al.*, 1990); São Luiz do Paraitinga/SP (Haddad *et al.*, 2005) e Ribeirão Branco/SP (Bevier *et al.*, 2008). Abaixo forneço a descrição do canto desta espécie com base em novos dados acústicos coletados para uma população encontrada em Teresópolis (RJ).

- Descrição do canto (Tabela 6; figs. 9–10)

O canto possui em média duração de 249 ms e 6,6 pulsos, apresentando pequena variação nessas características (**ver Tabelas 6 e 42**); a taxa de emissão é de cerca de 30 cantos/min. Apresenta modulação ascendente de intensidade um pouco mais acentuada nos primeiros pulsos do canto (até o 3º), atingindo a amplitude máxima aproximadamente na metade do canto ($55 \pm 10\%$). A energia do canto está distribuída entre 1,17–5,14 kHz, exibindo uma estrutura espectral complexa – i.e. menor linearidade na parte inicial e final de cada pulso, e presença de faixas de frequência harmonicamente relacionadas na parte central dos pulsos (**figs. 9–10**). Aumentando-se o limite inferior da escala de intensidade do espectrograma (**fig. 9E**) e o uso complementar do recurso de identificação de harmônicos (**fig. 10**), é possível reconhecer que a primeira faixa de frequência enfatizada observada nessas figuras corresponde ao 2º harmônico do canto (= freq. mínima informada acima), e a freq. fundamental pouco superior a 500 Hz (**ver detalhes adicionais acima, na descrição do canto de *S. tybmimir***). A energia enfatizada pode ser considerada distribuída entre 1,30–3,96 kHz, e em espectrogramas produzidos com $\text{FFT} \leq 256$ a energia enfatizada é observada como

duas faixas de frequência separadas (**ver figs. 2B e 3A** em Magrini *et al.*, 2011). No entanto, quando se utilizam espectrogramas de maior resolução – i.e. $\text{FFT} \geq 256$ e limite da escala de intensidade ampliada – a estrutura espectral harmônica do canto é revelada. Assim, é possível identificar que o 1ºPE em 1,55 kHz corresponde ao 3º harmônico (i.e. 2º harm. visível), e que o 2ºPE em 3,29 kHz equivale ao 6º–7º harmônicos (i.e. 5º e 6º harm. visíveis) (**ver figs. 9E e 10**). Em 83% dos cantos analisados (25 de 30) a frequência dominante (1ºPE) correspondeu ao 3º harmônico; nos demais cantos o 2ºPE apresentou maior intensidade e/ou os dois picos enfatizados tiveram a mesma intensidade. Os pulsos podem ser bem definidos e regularmente espaçados, ou definidos até fundidos em alguns cantos (20% dos cantos) – neste último caso a fusão é mais comum entre os dois últimos pulsos do canto. Os pulsos apresentam ascendência (no seu início) e decaimento (no seu final) em intensidade de forma abrupta; em geral diferem deste padrão o primeiro pulso (que pode apresentar modulação ascendente menos abrupta em seu início), e o último pulso, que apresenta decaimento gradual no seu final; o primeiro e o último pulso do canto geralmente são marcadamente mais curtos e mais longos, respectivamente. Os pulsos possuem duração de $28,8 \pm 1,9$ ms (taxa de repetição baixa de 34,9 pulsos/seg) e intervalo de $4,8 \pm 1,2$ ms entre pulsos; a amplitude máxima do pulso é atingida em um intervalo variável, $38 \pm 29\%$ da sua duração.

- Comparações acústicas entre populações

Comparações entre as características do canto de diferentes populações atribuídas a *S. crospedospilus* disponíveis na literatura foram previamente realizadas por Magrini *et al.*, (2011). Considero as diferenças reportadas na estrutura espectral da população de Atibaia em relação à de Teresópolis decorrente principalmente do pequeno tamanho amostral da primeira localidade, e ao uso de um FFT baixo para a produção do espectrograma em Magrini *et al.*, (2011) (**compare figs. 9E e 11E**).

As considerações a seguir restringem-se às populações registradas em Teresópolis/RJ e Atibaia/SP. Embora as duas populações apresentem similaridade marcante no padrão temporal e espectral de seus cantos (**Tabela 6; figs. 9 e 11**; ver também Magrini *et al.*, 2011), diferenças consideráveis foram encontradas em algumas características. A população de Teresópolis apresenta um canto mais curto (249 ms vs. 346 ms), tem pulsos de menor duração ($28,8 \pm 1,9$

ms vs. $42,7 \pm 5,3$ ms) e consequentemente, maior taxa de repetição de pulsos/seg. (34,9 vs. 23,6). Há uma associação bem documentada na literatura do efeito da temperatura sobre as propriedades temporais do canto (Zweifel, 1959; Gayou, 1984; Lüddecke & Sánchez, 2002; Wells, 2007), i.e. menor duração de cantos/pulsos e maior taxa de repetição de pulsos/cantos em temperaturas mais altas. Esta relação foi exatamente a observada entre as localidades estudadas: em Teresópolis foram registradas temperaturas mais altas, i.e. 20,0–22,0 °C, e em Atibaia temperaturas mais baixas, i.e. 17,6 °C. Contudo, como a diferença de temperatura aqui reportada é pequena, e o número de indivíduos (dois) registrados em Atibaia é baixo, no momento não é possível esclarecer se as diferenças no canto encontradas refletem uma variação inter-populacional, e.g. efeito da temperatura e/ou variação geográfica, ou diferenças interespecíficas (possível diversidade críptica). Infelizmente o canto da população topotípica (i.e. Itatiaia/RJ) ainda não é conhecido, o que certamente contribuirá para uma melhor avaliação da identidade taxonômica das populações atualmente atribuídas a *S. crospeospilus*.

Tabela 6. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax crospedospilus*. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. Amplitude é dada usando o símbolo (–).O tamanho amostral de cada característica medida é fornecido entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. crospedospilus</i> Teresópolis, RJ	6 (2)	249 ± 25 (176 – 280) [60]	6.6 ± 0.6 (5 – 8) [60]	37.7 ± 3.8 (32.5 – 45.3) [60]	34.9 ± 2.4 (30.3 – 41.7) [62]	1.17 ± 0.08 – 5.14 ± 0.23 [30]	1.30 ± 0.10 – 1.78 ± 0.07 [30]	1.55 ± 0.07 [30]	(3.29 ± 0.08) 2.87 ± 0.14 – 3.96 ± 0.16 [30]	7.01 ± 2.08 (3.2 – 13.0) [62]	29.8 ± 12.4 (17.3 – 52.0) [6]	20.0 ± 0.9 20.0–22.0
<i>S. crospedospilus</i> ¹ Atibaia, SP	2	346 ± 53 (260 – 419) [18]	5.7 ± 0.3 (5 – 7) [18]	60.8 ± 6.8 (52 – 72.2) [18]	23.6 ± 2.9 (19.6 – 24.4) [32]	0.82 ± 0.01 – 5.90 ± 0.13 [11]	2.59 ± 0.01 – 4.10 ± 0.10 [11]	3.22 ± 0.01 [11]	(1.37 ± 0.01) 1.07 ± 0.04 – 1.66 ± 0.09 [12]	3.23 ± 0.87 (2.17 – 6.38) [32]	25.5 ± 19.1 (12.0 – 39.0) [2]	17.6

¹ Reanalisado dos dados em Magrini *et al.*, (2011).

Figura 9. Canto de anúncio de *Scinax crospedospilus*: **A**- oscilograma de uma sequência de três cantos; **B**- oscilograma de um único canto (indivíduo diferente de A) com maior resolução; **C**- secção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Teresópolis (Vale da Revolta), Rio de Janeiro; em **A** (ar = 21,0 °C; 21:08 h); em **B–E** (ar = 20,0 °C; 22:37 h). Janeiro de 2011. Arquivos sonoros: *Scinax_crospedosTeresopRJ4cLM_AAGmt* e *Scinax_crospedosTeresopRJ6dLM_AAGmt_16,5s*. FFT=512. Espécime em (B–E) coletado.

Figura 10. Canto de anúncio de *Scinax crospedospilus* representado na figura anterior. Acima oscilograma e abaixo espectrograma, e à esquerda na figura espectro de força correspondente aos dois pulsos do canto selecionados. As linhas horizontais no espectrograma correspondem às faixas de frequências esperadas em um canto com estrutura harmônica. (FFT=512) (Avisoft).

Figura 11. Canto de anúncio de *Scinax crospedospilus* para as duas populações estudadas, Teresópolis/RJ (A e B; mesmos dados **fig. 9**) e Atibaia/SP (C, D e E), ilustrando diferenças encontradas nas características do canto. Mesma escala de tempo nos oscilogramas em A e C, e B e D, permitindo observar a menor duração do canto e a maior taxa de repetição de pulsos na população de Teresópolis em relação à de Atibaia (Atibaia/SP mesmos dados **fig. 2** em Magrini *et al.*, 2011).

***Scinax cuspidatus* (Lutz, 1925)**

Espécie de tamanho pequeno (machos 22,0–29,0 mm de CRC; Lutz, 1973) descrita de “Manguinhos”, no estado do Rio de Janeiro (Frost, 2013). Sua distribuição atualmente reportada abrange áreas próximas à costa nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (Lutz, 1973; Pombal *et al.*, 1995b; Izecksohn & Carvalho-e-Silva, 2010).

O canto de *S. cuspidatus* é descrito abaixo com base em cinco indivíduos da população registrada na Reserva dos Escoteiro, em Guapimirim (RJ), *ca.* 50 km da localidade tipo.

- Descrição do canto (Tabela 7; figs. 12–13)

O canto possui em média duração de 190 ms e 8,4 pulsos, com pequena variação nestas duas características (**ver Tabelas 7 e 42**); a taxa de emissão é de cerca de 39 cantos/min. Em geral o canto apresenta modulação ascendente de intensidade mais pronunciada nos primeiros pulsos (até 3°–4° pulsos), atingindo a amplitude máxima na metade do canto ($54 \pm 3\%$); o envelope amplitude-tempo do canto tem forma aproximadamente oval-circular. A energia do canto está distribuída entre 1,95–5,82 kHz e exibe uma estrutura espectral complexa; pode-se identificar faixas de frequência harmonicamente relacionadas que correspondem aos pulsos (**figs. 12–13**), mas nesta espécie os harmônicos não estão tão bem definidos como em *S. crospedospilus* – i.e. há menor linearidade dos pulsos – (**ver descrição acima**). A energia enfatizada do canto está distribuída entre 2,09–4,29 kHz, mas em uma descrição mais precisa é possível reconhecer que a primeira faixa de frequência enfatizada observada nos espectrogramas (i.e. 1° harm. visível; **figs. 12E e 13**) corresponde ao 3° harmônico do canto (**fig. 13**), o que equivale ao 1°PE reportado em 2,41 kHz; e que o 2°PE em 4,02 kHz é equivalente ao 5°–6° harmônicos do canto (3°–4° harm. visíveis) (**fig. 13**). Em 77% dos cantos analisados (20 de 26) a frequência dominante (1°PE) correspondeu ao 3° harmônico. Os pulsos em geral estão bem definidos (ou razoavelmente definidos), e são regularmente espaçados; a ascendência em intensidade no início de cada pulso é abrupta, e o decaimento no final dos pulsos é variável, podendo ser abrupto ou ocorrer de forma menos abrupta. Geralmente o primeiro e o último pulso do canto são marcadamente mais curtos e mais longos, respectivamente. Os pulsos possuem duração de $16,2 \pm 1,2$ ms (taxa de repetição moderada de 62,1 pulsos/seg) e intervalo de $4,4 \pm 0,3$ ms entre pulsos; a amplitude máxima é atingida no

início do pulso, mas em um intervalo variável de $20\pm 14\%$ da sua duração.

- Comparações acústicas entre populações

A única descrição do canto de *S. cuspidatus* disponível na literatura para comparação foi realizada por Pombal *et al.*, (1995b) para uma população no estado do Espírito Santo, em Conceição da Barra, *ca.* 600 km da localidade tipo. O registro dessa população foi publicado em CD por Toledo & Haddad (2008) – ver **Tabela 7** para os dados acústicos da análise dessa gravação. Apesar da considerável distância geográfica entre as duas populações amostradas – Guapimirim/RJ e Conceição da Barra/ES (*ca.* 550 km), as características do canto das duas localidades foram consideravelmente similares. Mesmo reconhecendo a limitação para comparações imposta pela amostra de Conceição da Barra (i.e. nº de indivíduos gravados e caracteres mensurados), o canto mais longo dessa população, i.e. 142–150 ms (6 pulsos), apresenta menor duração do que o canto mais curto de Guapimirim, i.e. 175 ms (8 pulsos).

Entretanto, é necessário considerar que *Scinax cuspidatus* e *S. crospedospilus* exibem valores muito baixos de coeficientes de variação nessas duas características (aprox. 4%) quando comparadas as demais espécies do clado *S. ruber* – o que poderia representar uma característica espécie-específica de ambas (ver **Tabela 42**). Embora haja uma diferença de temperatura durante os registros nas duas localidades, a predição teórica é que quando a temperatura exerce um efeito significativo nas características temporais do canto, espera-se encontrar cantos de menor duração e pulsos mais curtos (i.e. consequentemente maior taxa de repetição de pulsos) em temperaturas mais altas (e.g. Gayou, 1984; Wells, 2007). Apesar dos cantos em Conceição da Barra (temperatura de 27,5 °C) serem mais curtos, como o esperado, os pulsos nesta população apresentaram maior duração ($19,6\pm 0,9$ ms vs. $16,2\pm 1,2$ ms) e menor taxa de repetição do que em Guapimirim (temperatura mais baixa = 24,4 °C), resultado oposto ao predito devido a efeitos da temperatura sobre essas variáveis temporais. Novos dados acústicos para populações atualmente reconhecidas como *S. cuspidatus* no Espírito Santo são necessários para revelar se estas diferenças são decorrência de variação inter-populacional, ou de diferenças inter-específicas.

- Comparações acústicas – *S. crospedospilus* + *S. cuspidatus*

Com base na grande similaridade estrutural – tanto temporal como espectral – descrita para os cantos de anúncio de *S. cuspidatus* e *S. crospedospilus*, proponho as seguintes sinapomorfias putativas (cf. de Pinna, 1991 e Brower & de Pinna, 2012) para essas espécies: canto com estrutura harmônica, forma do envelope amplitude-tempo dos pulsos (**ver detalhes acima, descrição e figuras**) e cantos apresentando entre 5–8 pulsos – com pequena variação nesse caráter (**ver Tabela 42**).

Scinax cuspidatus pode ser distinguida acusticamente de *S. crospedospilus* principalmente por apresentar cantos e pulsos mais curtos (190 ms vs. 249 ms e 16,2 ms vs. 28,8 ms, respectivamente), maior taxa de repetição de pulsos/seg. (62 vs. 24–35), menor valor para a relação duração do canto/nº pulsos, frequências mais altas – tanto frequência mínima (1,95 kHz vs. 1,17 kHz), quanto frequência dominante (1ºPE 2,41 kHz vs. 1,55 kHz e 2ºPE 4,02 kHz vs. 3,29 kHz), estrutura harmônica não tão bem definida quanto em *S. crospedospilus* e forma do envelope amplitude-tempo do canto, i.e. oval-circular em *S. cuspidatus*.

Apesar de não terem sido acusticamente estudadas no presente estudo, a observação das informações disponíveis na literatura sobre os cantos de *S. auratus* (Nunes *et al.*, 2007; Bevier *et al.*, 2008), *S. juncae* (Nunes & Pombal, 2010) e *S. cretatus* (Nunes & Pombal, 2011) são sugestivas de que as sinapomorfias putativas propostas para *S. crospedospilus*–*S. cuspidatus* devam constituir sinapomorfias de um grupo mais inclusivo de espécies – i.e. compartilhadas por estas 5 espécies.

Tabela 7. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax cuspidatus*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. O tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. cuspidatus</i> Guapimirim, RJ	5 (2)	190 ± 6 (175 – 213) [50]	8.4 ± 0.3 (8 – 9) [50]	22.6 ± 0.7 (21.1 – 24.8) [50]	62.1 ± 4.3 (52.6 – 76.9) [32]	1.95 ± 0.02 – 5.82 ± 0.22 [26]	2.09 ± 0.03 – 2.66 ± 0.10 [26]	2.41 ± 0.06 [26]	(4.02 ± 0.09) 3.14 ± 0.26 – 4.29 ± 0.12 [26]	3.87 ± 0.46 (2.5 – 6.3) [32]	38.9 ± 21.1 (11.5 – 62.4) [5]	24.4 ± 0.4 24.0–24.7
<i>S. cuspidatus</i> ¹ Conceição da Barra, ES	?	120 – 150	5 – 6	24.5*		1.90 – 6.00	2.30 – 4.00					27.5
<i>S. cuspidatus</i> ² Conceição da Barra, ES	1	136 ± 7 (122 – 142) [10]	5.8 ± 0.4 (5 – 6) [10]	23.5 ± 0.7 (22.8 – 25.0) [10]	51.2 ± 2.6 (47.6 – 58.8) [14]			2.36 ± 0.01 [5]	3.96 ± 0.02 [5]	14.7 ± 6.4 (4.3 – 20.0) [14]	60.8	

¹ Pombal *et al.*, (1995b); * calculado com base nos valores medianos. ² Analisado de Toledo & Haddad (2008).

? não informado.

Figura 12. Canto de anúncio de *Scinax cuspidatus*: **A**- oscilograma de uma sequência de três cantos; **B**- oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; **C**- secção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Guapimirim (RPPN Campo Escoteiro), Rio de Janeiro; ar = 24,1 °C; 23:19 h. Dezembro de 2011. Arquivo sonoro: *Scinax cuspidatus*_MageRJ4bM_AAGmt_13,4s. FFT=512. Espécime não coletado.

Figura 13. Canto de anúncio de *Scinax cuspidatus* representado na figura anterior. Acima oscilograma, abaixo espectrograma, e à esquerda na figura espectro de força correspondente aos cinco pulsos do canto selecionados. As linhas horizontais no espectrograma correspondem às faixas de frequências esperadas em um canto com estrutura harmônica. (FFT=512) (Avisoft).

Grupo *Scinax duartei* (Lutz, 1951)

O grupo *S. duartei* foi proposto com base na similaridade morfológica geral e no padrão de distribuição geográfica das espécies componentes – associado a áreas montanhosas dentro dos domínios do Cerrado (*S. curicica* e *S. rogerioi*) e da Mata Atlântica (*S. caldarum* e *S. duartei*) (ver Bokermann, 1967; Lutz, 1973; Pugliese *et al.*, 2004, 2009).

Em dois trabalhos prévios foram descritos os cantos de anúncio de *S. duartei* (Magrini *et al.*, 2011, **Anexo 1**) e de *S. caldarum* (Magrini & Giaretta, 2010, **Anexo 2**) a partir de suas respectivas localidades-tipo; adicionalmente, foram consideradas as implicações taxonômicas pertinentes. A seguir forneço a diagnose acústica para o grupo *S. duartei* (com exceção de *S. curicica*) e realizo a caracterização acústica detalhada do canto de três das espécies nominais propostas para o grupo, *S. duartei* (reanálise dos dados publicados), *S. caldarum* (novos registros) e *S. rogerioi* (novos registros), e forneço dados inéditos para uma população na Serra da Mantiqueira que provavelmente representa uma espécie críptica do grupo. *Scinax curicica* não é considerada na diagnose acústica do grupo por ter sido insuficientemente caracterizada (i.e. apenas quatro cantos de um indivíduo; ver Pugliese *et al.*, 2004), e por divergências consideráveis em duas características do seu canto – cantos bem longos (0,76–4,50 seg.) e com pequeno intervalo entre pulsos (8–10 ms) – em relação as demais espécies reconhecidas para o grupo.

- Diagnose acústica do grupo *S. duartei* (Tabela 8; figs. 14–17)

O canto consiste de uma única nota formada por pulsos similares repetidos em série – i.e. padrão trinado. Os pulsos apresentam o envelope da onda com forma sinusoidal (ou aproximada); são bem definidos e regularmente espaçados, com longos intervalos entre pulsos (10,9–27,1 ms) em relação às demais espécies do clado *Scinax ruber*; apresenta valores baixos para a razão duração do pulso/intervalo entre pulsos (1,2–2,0), e pequena variação nesta razão. A amplitude de frequência enfatizada do canto é estreita, ocupando valores intermediários no espectro comparados as demais espécies do clado *S. ruber* – pico principal enfatizado entre 2,50–3,12 kHz. Valores informados representam as médias combinadas das espécies (**ver detalhes Tabela 8**).

***Scinax duartei* (Lutz, 1968)**

Espécime de tamanho pequeno-médio (machos 26,6–30,6 mm de CRC; n=17; topótipos ZUEC) descrita do Brejo da Lapa (*ca.* 1.900 m alt.), no Parque Nacional do Itatiaia, município de Itamonte, estado de Minas Gerais. A distribuição geográfica conhecida está restrita a localidade tipo (Lutz, 1973; Magrini & Giaretta, 2010).

- Descrição do canto (Tabela 8; fig. 14)

O canto apresenta duração média de 538 ms e 9,5 pulsos por canto; a taxa de emissão é de cerca de 21 cantos/min. Em geral o canto apresenta modulação ascendente de intensidade mais pronunciada nos primeiros pulsos (3°–4° pulsos), atingindo a amplitude máxima aproximadamente na metade do canto ($49 \pm 19\%$); o 1° pulso apresenta intensidade consideravelmente menor que os demais. A energia do canto está distribuída entre 0,87–4,72 kHz, e a frequência enfatizada ocupa uma faixa relativamente estreita do espectro (1,74–2,89 kHz) que inclui os dois picos enfatizados –1°PE em 2,50 kHz (67% dos cantos, 10 de 15) e o 2°PE em 1,92 kHz. Os pulsos possuem duração de $32,1 \pm 2,8$ ms (taxa de repetição baixa de 31,6 pulso/seg.) e intervalo de $27,1 \pm 2,6$ ms entre pulsos. A amplitude máxima é atingida pouco depois da metade da duração do pulso ($61 \pm 5\%$). Informações adicionais na **Tabela 8** (ver também Magrini *et al.*, 2011, **Anexo 1**).

***Scinax caldarum* (Lutz 1968)**

Espécime de tamanho pequeno (machos 25,0–28,7 mm de CRC) descrita de Poços de Caldas (*ca.* 1.100 m alt.), no estado de Minas Gerais. A distribuição geográfica conhecida está restrita a localidade tipo (Lutz, 1973; Magrini & Giaretta, 2010).

- Descrição do canto (Tabela 8; fig. 15)

O canto apresenta duração média de 277 ms e 9,3 pulsos por canto; a taxa de emissão é de cerca de 27 cantos/min. Em geral o canto apresenta modulação ascendente de intensidade mais pronunciada nos primeiros pulsos do canto (3°–4° pulsos), atingindo a amplitude máxima pouco depois da metade do canto ($64 \pm 15\%$); o 1° pulso apresenta intensidade consideravelmente menor que os demais. A energia do canto está distribuída entre 1,65–5,12

kHz, e a frequência enfatizada ocupa uma faixa relativamente estreita do espectro (2,65–3,49 kHz) – 1ºPE em 3,12 kHz (100% dos cantos) e o 2ºPE em 2,32 kHz; em três indivíduos um terceiro pico enfatizado foi observado. Os pulsos possuem duração de $19,3 \pm 1,8$ ms (taxa de repetição baixa de 52,3 pulso/seg.) e intervalo de $10,9 \pm 3,7$ ms entre pulsos. A amplitude máxima é atingida pouco depois da metade da duração do pulso ($58 \pm 5\%$). Informações adicionais na **Tabela 8** (ver também Magrini & Giaretta, 2010, **Anexo 2**).

***Scinax rogerioi* Pugliese, Baêta & Pombal-Jr. (2009)**

Espécime de tamanho pequeno-médio (machos 25,0–32,6 mm de CRC) descrita da Chapada dos Veadeiros (ca. 1.070 m alt.), município de Alto Paraíso de Goiás, no estado de Goiás. A espécie é reportada adicionalmente para duas localidades na Serra do Espinhaço, nos municípios de Ouro Preto e Ouro Branco, no estado de Minas Gerais (Pugliese *et al.*, 2009).

- Descrição do canto (Tabela 8; fig. 16)

O canto apresenta duração média de 552 ms e 10,6 pulsos por canto; a taxa de emissão é de cerca de 15 cantos/min. Em geral o canto apresenta modulação ascendente de intensidade mais pronunciada nos primeiros pulsos (1º ao 6º) e a amplitude máxima é atingida próximo ao final do canto ($87 \pm 10\%$); o 1º pulso apresenta intensidade consideravelmente menor que os demais. A energia do canto está distribuída entre 1,18–4,57 kHz e a frequência enfatizada ocupa uma faixa relativamente estreita do espectro (1,79–2,82 kHz) – 1ºPE em 2,53 kHz (100% dos cantos) e o 2ºPE em 1,49 kHz; em um dos indivíduos registrados também foram observados picos adicionais de menor intensidade. Os pulsos possuem duração de $37,6 \pm 2,7$ ms (taxa de repetição baixa de 26,7 pulso/seg.) e intervalo de $20,8 \pm 2,6$ ms entre pulsos. A amplitude máxima é atingida pouco depois da metade da duração do pulso ($64 \pm 9\%$) – modulação ascendente aproximadamente linear (i.e. forma sinusóide assimétrica à direita). Informações adicionais na **Tabela 8**.

- Comparações acústicas entre espécies e diversidade críptica

Uma população registrada durante o trabalho de campo no Parque Nacional da Serra da Bocaina, município de São José do Barreiro (SP), exibiu o mesmo padrão temporal e espectral do canto de anúncio apresentado pelo grupo *S. duartei* (**ver diagnose do grupo acima**). A análise das características do canto desta população (**ver Tabela 8; fig. 17**) – tratada aqui como *Scinax duartei* ‘Bocaina’ – permite distingui-la de todas as espécies nominais reconhecidas para o grupo *S. duartei*.

O canto mais curto (300 ms), menor valor para a relação duração canto/nº pulsos (31,3 ms), maior taxa de repetição de pulsos (50,4 pulsos/seg.) e pico de frequência enfatizada em 3,04 kHz permite diferenciar prontamente *Scinax duartei* ‘Bocaina’ de *S. duartei*, *S. rogerioi* e *S. curicica*. O canto de *S. duartei* ‘Bocaina’ é mais semelhante ao de *S. caldarum*, e apesar de apresentarem grande sobreposição de caracteres acústicos, a população da Bocaina pode ser diferenciada de *S. caldarum* pela seguinte combinação de caracteres: canto um pouco mais longo (canto mais curto 210 ms vs. 160 ms em *S. caldarum*, com o mesmo nº pulsos=7 em ambas), maior valor para a relação duração canto/nº pulsos (31,3 ms vs. 29,6 ms), menor taxa de repetição de pulsos/seg. (50,4 vs. 52,3), menor valor para a relação duração pulso/intervalo pulso (1,6 vs. 2,0), picos de frequência enfatizada mais baixos (1ºPE= 3,04 kHz vs. 3,12 kHz), maior taxa de emissão de cantos por minuto (38,4 vs. 27,3), e amplitude máxima atingida mais próximo ao final do canto ($82\pm 11\%$ vs. $64\pm 15\%$) em comparação a *S. caldarum*. Com base nas diferenças encontradas, considero que os dados acústicos fornecem suporte suficiente para o reconhecimento de *Scinax duartei* ‘Bocaina’ como uma nova espécie válida para o grupo – no momento uma espécie críptica. Magrini *et al.*, (2011) propuseram com base em comparações com a literatura (Bokermann, 1967) a existência de uma outra espécie críptica sob o nome *S. duartei* – população encontrada em Campos do Jordão (SP) (em descrição por I.A. Martins, comun. pessoal). Assim, ao menos duas espécies crípticas são sugeridas atualmente para o grupo *S. duartei*.

- Implicações sistemáticas

Os estados de caráter do canto de anúncio – padrão trinado, forma sinusoidal (ou aproximada) do envelope dos pulsos, intervalo entre pulsos longo (10,9–27,1 ms), valor baixo para a razão duração do pulso/intervalo entre pulsos (1,2–2,0), e pico principal de frequência dominante entre 2,50–3,12 kHz – são aqui propostos como sinapomorfias putativas do grupo *S. duartei* (clado putativo, cf. de Pinna, 1991).

- Considerações adicionais

A análise dos cantos no presente trabalho para *S. rogerioi* é em sua maior parte concordante com o canto descrito por Pugliese *et al.*, (2009). As diferenças aparentes observadas na frequência dominante entre os estudos (**ver Tabela 8**) é provavelmente devido a metodologia empregada de análise – i.e. uso do espectro de força do canto para identificar o pico de frequência dominante (**ver *S. similis* abaixo**).

Tabela 8. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio das espécies presentemente alocadas no grupo *Scinax duartei*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. O tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos (7–11)	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg. (25.6–40.0)	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. duartei</i> ^{1*}	4	538 ± 54 (362–695) [34]	9.5 ± 0.3 (7–11) [34]	56.4 ± 5.2 (46.0–63.2) [34]	31.6 ± 2.7 (25.6–40.0) [38]	0.87 ± 0.04 – 4.72 ± 0.10 [15]	1.74 ± 0.10 – 2.89 ± 0.11 [15]	2.50 ± 0.07 [15]	1.92 ± 0.07 [11]	1.18 ± 0.04 (0.9–1.4) [38]	21.2 ± 2.12 (19.1–23.9) [4]	7.4
<i>S. caldarum</i> [*]	8 (2)	277 ± 54 (160–366) [80]	9.3 ± 1.1 (7–11) [80]	29.6 ± 4.0 (22.7–33.9) [80]	52.3 ± 4.7 (41.7–66.7) [73]	1.65 ± 0.13 – 5.12 ± 1.11 [40]	2.65 ± 0.26 – 3.49 ± 0.16 [40]	3.12 ± 0.12 [40]	2.32 ± 0.13 [40]	2.0 ± 0.7 (1.1–3.6) [73]	27.3 ± 7.9 (13.8–36.9) [8]	16.5 ± 2.6 12.9–20.8
<i>S. rogerioi</i> [*]	2 (1)	552 ± 109 (361–984) [20]	10.6 ± 0.8 (8–17) [20]	51.6 ± 6.2 (45.1–57.9) [20]	26.7 ± 1.8 (23.3–28.6) [12]	1.18 ± 0.20 – 4.57 ± 1.29 [10]	1.79 ± 0.71 – 2.82 ± 0.16 [10]	2.53 ± 0.13 [10]	1.49 ± 0.03 [10]	1.84 ± 0.30 (1.5–2.6) [12]	14.9 ± 4.9 (11.5–18.3) [2]	19.0
<i>S. rogerioi</i> ² Localidade tipo	3	460 ± 110 (270–700) [20]	(6–12) [20]	(45.0–58.3) **	33.3** [20]	1.35–3.44 [20]	1.38–3.19 [20]			1.50**		18.0
<i>S. rogerioi</i> ² Ouro Preto, MG	1	750 ± 70 (660–840) [7]	(9–12) [7]	(70.0–73.3) **	33.3**	1.27–3.63 [7]	2.08–3.09 [7]			1.50**		
<i>S. curicica</i> ³	1	1,72 ± 1,85 (760–4,50) [4]	(29–43) [4]	(26.2–104.7) **	100** [4]	0.79 ± 0.07 – 4.48 ± 0.23 [4]	2.58 ± 0.12 – 3.63 ± 0.05 [4]			1.00**		
<i>Scinax duartei</i> ‘Bocaina’	10 (3)	300 ± 31 (210–375) [90]	9.6 ± 0.8 (7–11) [90]	31.3 ± 1.0 (29.6–34.1) [90]	50.4 ± 3.5 (41.7–62.5) [88]	1.68 ± 0.12 – 4.63 ± 0.36 [50]	2.68 ± 0.08 – 3.37 ± 0.04 [50]	3.04 ± 0.04 [50]	2.24 ± 0.04 [50]	1.62 ± 0.23 (1.1–2.3) [88]	38.4 ± 8.4 (31.1–53.1) [10]	15.1 ± 0.8 14.0–15.6

¹ Reanalizado a partir dos registros em Magrini *et al.*, (2011); ² Pugliese *et al.*, (2009) – localidade tipo = duração pulsos 30±0 ms (20–40 ms); intervalo entre pulsos 20±0 ms (20–30 ms); Ouro Preto/MG = duração pulsos 30±0 ms (20–40 ms); intervalo entre pulsos 20±0 ms (20–30 ms); ³ Pugliese *et al.*, (2004) – duração pulsos 10±0 ms (10–12 ms); intervalo entre pulsos 10±0 ms (8–10 ms); ; * Paratopótipos; ** Calculado a partir dos valores informados.

Figura 14. Canto de anúncio de *Scinax duartei*: **A**- oscilograma de dois cantos em sequência; **B**- oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; **C**- secção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda do pulso; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Parque Nacional do Itatiaia (Brejo da Lapa), Itamonte, Minas Gerais; ar = 7,4 °C; 19:50 h. Setembro de 2009. Arquivo sonoro: Scinax_duarteiItatiaiaRJ1aLM_AAGmt_31,0s. FFT=256. Espécime não coletado.

Figura 15. Canto de anúncio de *Scinax caldarum*: **A-** oscilograma de uma sequência de três cantos; **B-** oscilograma de um único canto (último canto em A) com maior resolução; **C-** secção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Andradadas, Minas Gerais; ar = 16,5 °C; 18:55 h. Outubro de 2008. Arquivo sonoro: *Scinax_caldarPocosMG3bLM_AAGb_8,2s*. FFT=256. Espécime não coletado.

Figura 16. Canto de anúncio de *Scinax rogerioi*: A- oscilograma de uma sequência de três cantos; B- oscilograma de um único canto (primeiro canto em A) com maior resolução; C- seção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda do pulso; D- espectro de força e E- espectrograma do canto representado em B. Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás, Goiás; ar = 19,0 °C. Dezembro de 2011. Arquivo sonoro: *Scinax_rogerioi*VeadGO1bAAGm671 (aplicação de filtro). FFT=256. Espécime coletado.

Figura 17. Canto de anúncio de *Scinax duartei* 'Bocaina': A- oscilograma de uma sequência de três cantos; B- oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; C- secção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda do pulso; D- espectro de força e E- espectrograma do canto representado em B. Parque Nacional da Serra da Bocaina, São José do Barreiro, São Paulo; ar = 15,6 °C; 21:24 h. Janeiro de 2012. Arquivo sonoro: Scinax_fruticulturaBocainaSP3aLM_AAGmt_18,2s. FFT=256. Espécime não coletado.

***Scinax elaeochrous* (Cope, 1876)**

Espécime de tamanho médio (machos 26,3–37,7 mm de CRC), descrita de Limón, Costa Rica. A distribuição geográfica considerada para a espécie abrange áreas de baixa altitude no Caribe – da parte Centro-Leste da Nicarágua até oeste do Panamá; e no Pacífico – sudeste da Costa Rica (detalhes em Duellman, 1970a).

O canto de *S. elaeochrous* é descrito abaixo com base na análise detalhada dos registros de W.E. Duellman para 5 indivíduos gravados em diferentes localidades da Costa Rica – i.e. Heredia, Limón e Puntarenas. Os registros encontram-se depositados na coleção Fonoteca Zoológica de Madrid – FonoZoo (**detalhes no Suplemento**).

- Descrição do canto (Tabela 9; fig. 18)

O canto possui em média duração de 178 ms e 7,9 pulsos por canto; a taxa de emissão é de cerca de 78 cantos/min. Em geral o canto apresenta modulação ascendente de intensidade um pouco mais acentuada até o 3º–4º pulso; a amplitude máxima é atingida próxima ao final do canto ($82 \pm 10\%$). A energia do canto está distribuída entre 1,10–4,27 kHz, com a frequência enfatizada geralmente distribuída ao longo de duas faixas no espectro – o 1ºPE ocupa a faixa inferior de frequência em 1,50 kHz (73% dos cantos, 19 de 26) e o 2ºPE em 3,12 kHz, na faixa superior do espectro. Os pulsos são relativamente bem definidos e distribuídos regularmente ao longo do canto; apresentam modulação ascendente de intensidade aproximadamente linear, atingindo a amplitude máxima em cerca de 2/3 de sua duração ($66 \pm 5\%$); os pulsos possuem duração de $16,8 \pm 1,9$ ms (taxa de repetição de 60,4 pulsos/seg.) e intervalo de $5,2 \pm 1,3$ ms entre pulsos.

- Considerações adicionais

O canto de anúncio de *S. elaeochrous* foi previamente descrito de sua localidade tipo e proximidades por Duellman (1967) e Duellman & Pyles (1983). Embora poucas características tenham sido mensuradas nestes estudos, os resultados obtidos na presente análise estão em acordo com esses trabalhos (**ver Tabela 9**). Reconheço a principal discrepância observada entre os estudos – i.e. taxa de repetição de pulsos – como decorrência da diferença metodológica para o cálculo desse caráter. Considerando-se o período dos pulsos (duração do pulso + intervalo entre pulsos) na estimativa da taxa de repetição dos pulsos, os valores

obtidos são virtualmente idênticos entre os estudos ($45,5 \pm 2,2$ *contra* 40–50 pulsos/seg.). Duellman (1970a) reconheceu a presença de harmônicos no canto da espécie, mas apesar de análises espectrais com resoluções mais altas (FFT=512) parecerem indicar a presença de harmônicos, considero serem necessários novos registros para corroborar ou refutar esta sugestão, uma vez que os registros aqui analisados, embora de qualidade elevada, foram realizados entre 1961–1964 – i.e. aparelhos de gravação e digitalização de tecnologia mais antiga que poderiam ter produzido alterações no espectro.

Tabela 9. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax elaeochrous*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. O tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos /min.	T °C (ar)
<i>S. elaeochrous</i> ¹ Costa Rica	5	178 ± 47 (87 – 260) [50]	7.9 ± 2.0 (4 – 11) [50]	22.6 ± 1.0 (20.6 – 24.0) [50]	60.4 ± 6.4 (47.6 – 71.4) [56]	1.10 ± 0.10 – 4.27 ± 0.27 [25]	1.24 ± 0.02 – 1.76 ± 0.03 [25]	1.50 ± 0.05 [26]	(3.12 ± 0.13) 2.78 ± 0.21 – 3.51 ± 0.13 [25]	2.83 ± 0.28 (1.9 – 7.0) [56]	78.1 ± 20.1 (50 – 104) [5]	24.5 ± 1.0 23.3–26.1
<i>S. elaeochrous</i> ² Costa Rica	15	170 (120 – 240)			42 (40 – 50)		1.50 (1.25–1.59) e 2.91** (2.56–3.48)				99.6 (56 – 126)	
<i>S. elaeochrous</i> ³ Puerto Viejo, Costa Rica	11	164 (120 – 240) [36]			41 (40 – 50) [36]		1.42 (1.25–1.56)				97.6 (82 – 120)	

¹ Analisado dos registros de W. E. Duellman depositados na coleção FonoZoo; ² Duellman (1967); ** Duellman (1970a) fornece os mesmos dados, mas a frequência dominante é reportada como harmônicos (inferior e superior); ³ Duellman & Pyles, (1983).

Figura 18. Canto de anúncio de *Scinax elaeochrous*: **A-** oscilograma de uma sequência de cantos de dois indivíduos vocalizando em antifonia; **B-** oscilograma do terceiro canto em A (indivíduo do primeiro plano) com maior resolução; **C-** seção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. La Lola, Limón, Costa Rica; ar = 24,4 °C. Registro de W.E. Duellman, KU 64481; FonoZoo nº 6988. FFT=256.

***Scinax eurydice* (Bokermann, 1968)**

Espécie de tamanho grande (machos 44,0–52,0 mm de CRC) descrita de Maracás (ca. 1.350 m alt.), parte centro-leste do estado da Bahia. Sua distribuição geográfica atualmente reportada abrange o sul da Bahia, e áreas nos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais (ver Frost 2013 e Magrini *et al.*, 2011).

O canto de *S. eurydice* foi previamente descrito em Magrini *et al.*, (2011, **Anexo 1**) para uma população encontrada em Atibaia (SP), além das considerações taxonômicas pertinentes através da comparação com o único canto até o momento reportado para a espécie, i.e. Conceição da Barra, estado do Espírito Santo (Pombal *et al.*, 1995b).

Abaixo o canto da população de Atibaia é descrito com mais detalhes para considerações adicionais às aquelas reportadas em Magrini *et al.*, (2011).

- Descrição do canto (Tabela 10; fig. 19)

O canto possui em média duração de 118 ms e 3 pulsos por canto; a taxa de emissão é de cerca de 79 cantos/min. O canto apresenta modulação ascendente de intensidade até o 2º ou último pulso (3º). A energia do canto está distribuída entre 0,15–4,54 kHz, com a frequência enfatizada distribuída ao longo de uma faixa estreita do espectro (1,18–2,62 kHz) – o 1ºPE está em 1,97 kHz (100% dos cantos) e o 2ºPE em 0,76 kHz. Os pulsos são bem definidos e regularmente espaçados ao longo do canto; apresentam modulação ascendente de intensidade aproximadamente exponencial, atingindo a amplitude máxima no final de sua duração; os pulsos apresentam duração de $25,8 \pm 1,5$ ms (taxa de repetição baixa de 38,9 pulsos/seg.) e intervalo de $19,0 \pm 1,23$ ms entre pulsos.

- Comparações acústicas e considerações sistemáticas

Scinax eurydice é uma das maiores espécies do clado *S. ruber*, e o efeito desse tamanho pode ser diretamente observado na estrutura espectral do canto – a energia do canto apresenta as mais baixas frequências (freq. mínima= 150 Hz) dentre todas as espécies caracterizadas no presente estudo (**ver Tabelas e figuras**).

Adicionalmente, *S. eurydice* possui um dos cantos mais curtos (118 ms e apenas 3 pulsos) do clado *S. ruber*, mais longo apenas que os cantos de *S. nasicus* (63 ms; 1 pulso), *S.*

castroviejai (ca. 111 ms; 2 pulsos [i.e.= notas em De la Riva *et al.*,1994]) e *S. uruguayus* (17–22 ms; 1 pulso) (**ver descrições para essas espécies mais abaixo**). Atualmente, *S. uruguayus* está alocada em um grupo a parte (grupo *S. uruguayus*; Faivovich, 2005) em relação às demais espécies dentro do clado *S. ruber* – alocadas no sub-clado *S. rostratus* ou não alocadas em nenhum grupo definido, i.e. ‘grupo *S. ruber*’. A maior resolução interna das inter-relações dentro do grupo *S. ruber* permitirá reconhecer se essa redução marcante na duração do canto (e no nº de pulsos) nestas espécies evoluiu mais de uma vez dentro do grupo, ou se representa o estado ancestral de caráter da linhagem.

Tabela 10. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax elaeochrous*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. O tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. eurydice</i> ¹	1 (1)	118 ± 3 (113 – 121) [10]	3 ± 0 [10]	39.4 ± 1.0 (37.7 – 40.3) [10]	38.9 ± 2.3 (35.7 – 43.5) [10]	0.15 ± 0.02 – 4.54 ± 0.15 [6]	1.18 ± 0.03 – 2.62 ± 0.02 [6]	1.97 ± 0.04 [6]	0.76 ± 0.05 [6]	1.36 ± 0.14 (1.2 – 1.6) [10]	78.9 [1]	22.0
<i>S. eurydice</i> ² Conceição da Barra, ES	?	100 ± 5 [10]	3 ="notas"	33.3**	33.3** [27]	0.50 – 5.80	1.00 – 3.80 *			3.00**		

¹ Descrito em Magrini *et al.*, (2011) – caracteres adicionais são fornecidos; ² Pombal *et al.*, (1995b) – duração pulsos (30±10 ms); intervalo entre pulsos (10 ms); * valores informados no texto do trabalho; ** calculado a partir dos valores informados.
? não informado.

Figura 19. Canto de anúncio de *Scinax eurydice*: **A-** oscilograma de uma sequência de quatro cantos; **B-** oscilograma de um único canto (segundo canto representado em A) com maior resolução; **C-** espectro de força e **D-** espectrograma do canto representado em B. Parque Florestal do Itapetinga, Atibaia, São Paulo; ar = 22,0 °C; 18:58 h. Dezembro de 2009. Arquivo sonoro: *Scinax_eurydice1eSPAAGmt_44,5s*. FFT=256. Espécime coletado.

Complexo *Scinax fuscomarginatus* (Lutz, 1925)

Scinax fuscomarginatus é uma espécie de tamanho pequeno (machos $22,2 \pm 0,8$ mm de CRC; Toledo & Haddad, 2005) descrita de Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais (Lutz, 1973). O nome *S. fuscomarginatus* tem sido atribuído a diversas populações ao longo de uma ampla distribuição geográfica que abrange as regiões norte (e.g. Maranhão, Piauí), nordeste (e.g. Ceará), central (e.g. Goiás, Mato Grosso), sudeste (e.g. São Paulo, Minas Gerais) e sul do Brasil, até áreas na Bolívia, Paraguai e Argentina (Lutz, 1973; Brasileiro *et al.*, 2008; Frost, 2013; presente estudo), dentro dos domínios do Cerrado-Pantanal e Chaco.

Toledo & Haddad (2005) descreveram o repertório acústico de *S. fuscomarginatus* com base em uma população registrada em Itirapina (ca. 480 km da localidade tipo), no estado de São Paulo, dentro dos domínios do Cerrado. Abaixo forneço a descrição do canto de anúncio para uma população encontrada na região do Triângulo Mineiro, município de Uberlândia (MG), reconhecida aqui sob o nome *S. fuscomarginatus*.

Dados acústicos inéditos foram registrados para outras 6 populações em cinco estados do Brasil – regiões sudeste, central e nordeste abrangendo um amplo gradiente geográfico – ca. 1500 km entre as duas localidades mais distantes, i.e. Formosa do Rio Preto/BA e Aquidauana/MS – e altitudinal, i.e. ca. 160 m alt. em Aquidauana/MS e ca. 1.100 m alt. na Chapada dos Veadeiros/GO. A caracterização acústica destas populações – inicialmente atribuídas à *S. fuscomarginatus* – e comparações utilizando AFD (i.e. análises de função discriminante; **ver abaixo e fig. 20**) permitiram a avaliação da identidade específica das mesmas (**caracteres sumarizados na Tabela 11; figs. 20–26**). A população da Bahia foi excluída da análise devido ao baixo tamanho amostral e a qualidade limitada dos registros.

- Descrição do canto (Tabela 11; fig. 21)

O canto apresenta em média duração de 572 ms e 98,5 pulsos; a taxa de emissão é de ca. 21 cantos/min. A forma do envelope amplitude-tempo do canto é um pouco variável, mas geralmente apresenta formato elíptico; a modulação ascendente de intensidade no início do canto é um pouco mais longa que o tempo de decaimento no final. A amplitude máxima é atingida um pouco depois da metade do canto ($59 \pm 9\%$). A energia do canto está distribuída entre 2,10–5,93 kHz e a frequência enfatizada ocupa uma faixa relativamente estreita do

espectro entre 3,04 – 4,88 kHz; o 1ºPE está em 3,80 kHz (100% dos cantos), e o 2ºPE em 4,43 kHz. Uma pequena modulação ascendente de frequência pode ou não estar presente ao longo de quase todo o canto. Os pulsos geralmente são bem definidos e estão distribuídos regularmente ao longo do canto, ocorrendo a sobreposição de alguns pulsos no início e/ou final do canto. Pulsos com grande sobreposição na maior parte do canto foram encontrados em apenas um dos 6 indivíduos registrados. Os pulsos apresentam modulação ascendente abrupta no seu início, com decaimento um pouco menos abrupto; a amplitude máxima é atingida em $17\pm3\%$ da duração do pulso. Os pulsos possuem duração de $4,6\pm0,5$ ms (taxa de repetição muito elevada de 220 pulsos/seg), e intervalo entre pulsos bem pequeno de $1,5\pm0,4$ ms.

- Comparação acústica com a população de Itirapina (SP)

As características do canto da população de Uberlândia (MG) descritas acima (**ver também Tabela 11**) mostram grande similaridade com a população de *S. fuscomarginatus* de Itirapina/SP (Toledo & Haddad, 2005) – distantes cerca de 370 km. Os valores praticamente idênticos nos caracteres acústicos razão da duração do canto/nº pulsos e no 1ºPE do canto entre essas populações, além da sobreposição observada no tamanho dos indivíduos (CRC) das duas populações – machos $22,2\pm0,8$ mm em Itirapina (n=52), e $22,0\pm1,1$ mm em Uberlândia (n=9; AAG-UFU) – fornecem suporte para o reconhecimento da mesma identidade específica para ambas as populações (= *S. fuscomarginatus*).

- Comparações acústicas entre populações e diversidade críptica

Para avaliar as diferenças acústicas encontradas entre as populações amostradas foi realizada uma análise discriminante (AFD) considerando as seguintes populações: *S. fuscomarginatus* (populações de Uberlândia/MG e indivíduos das populações de Juatuba e Serra do Cipó/MG), *S. fuscomarginatus* ‘Pequena’ (Uberlândia/MG), *S. fuscomarginatus* ‘Aquidauana’ (Aquidauana/MS), *S. fuscomarginatus* ‘MT’ (Barra do Garça e Pontal do Araguaia/MT) e *S. fuscomarginatus* ‘Veadeiros’ (Chapada dos Veadeiros/GO). A AFD foi realizada considerando os valores médios de 270 cantos para 27 indivíduos (10 cantos por indivíduo).

Os três caracteres do canto selecionados para a AFD – frequência mínima do canto,

pico principal de freq. enfatizada (1°PE) e o período do pulso (duração do pulso + intervalo entre pulsos) – permitiram classificar com um alto nível de acurácia os indivíduos às suas verdadeiras populações (96,3% de classificações corretas) (**ver fig. 20 e Apêndice 1**). As duas primeiras funções discriminantes (*eigenvalues*= 18,56 e 4,29, respectivamente) contribuíram para 98,3% da variância total (79,8% e 18,4%, respectivamente). Apenas um espécime da população de Aquidauana foi incorretamente classificado como pertencente a população do Mato Grosso.

Scinax fuscomarginatus ‘Pequena’ é a que apresenta o canto mais distinto, podendo ser claramente diferenciada por apresentar valores mais altos de frequência no espectro – freq. mínima (2,90 kHz) e 1°PE (5,14 kHz) – e a menor duração do período dos pulsos ($8,2 \pm 0,5$ ms; $n=150$) dentre todas as populações analisadas. Características adicionais que permitem distinguir *S. fuscomarginatus* ‘Pequena’ incluem um canto mais longo, frequências mais altas no limite superior do espectro, e menor relação para a razão duração pulso/intervalo pulso (com exceção de *S. fuscomarginatus* ‘Veadeiros’) (**ver Tabela 11**). *Scinax fuscomarginatus* ‘Pequena’ é encontrada em sintopia com *S. fuscomarginatus* em Uberlândia/MG, e além das diferenças reportadas para o canto, apresenta menor tamanho (machos $18,4 \pm 0,6$ mm; $n=6$; AAG-UFU) em relação à *S. fuscomarginatus* da mesma localidade (machos $22,0 \pm 1,1$ mm).

Scinax fuscomarginatus ‘Veadeiros’ distingui-se das demais populações por apresentar frequências ocupando faixas mais baixas do espectro – freq. mínima (1,72 kHz) e 1°PE (3,66 kHz) – e período do pulso mais longo ($7,3 \pm 0,1$ ms, $n=40$; com exceção de *S. fuscomarginatus* ‘Pequena’). Adicionalmente esta população apresenta cantos com a maior taxa de repetição de pulsos e o menor valor para a relação duração do pulso/intervalo pulso em relação às demais (**ver Tabela 11**).

Scinax fuscomarginatus ‘Aquidauana’ pode ser diferenciada de *S. fuscomarginatus* e *S. fuscomarginatus* ‘MT’ por apresentar cantos mais agudos – freq. mínima (2,35 kHz) e 1°PE (4,47 kHz) em relação a estas populações. Adicionalmente, o período do pulso é mais curto em *Scinax fuscomarginatus* ‘Aquidauana’ ($8,2 \pm 0,5$ ms; $n=150$) do que em *S. fuscomarginatus* ($6,1$ – $7,0$ ms; $n=150$). Apesar da sobreposição nos valores do período do pulso entre *Scinax fuscomarginatus* ‘Aquidauana’ e *S. fuscomarginatus* ‘MT’, características adicionais como duração do canto e número de pulsos por canto permitem distinguir a primeira população (549

ms; 97 pulsos) em relação a última (651 ms; 114 pulsos).

Scinax fuscomarginatus 'MT' (machos 20,8–21,0 mm; n=2; AAG-UFU) foi diferenciada de *S. fuscomarginatus* por apresentar valores mais baixos de freq. mínima ($1,90 \pm 0,21$ kHz vs. 2,08–2,10 kHz) e valores mais altos para o pico principal de freq. enfatizada no espectro ($4,02 \pm 0,2$ kHz vs. 3,80–3,88 kHz), e devido ao menor período do pulso ($5,3 \pm 0,4$ ms vs. 6,1–7,0 ms). Adicionalmente, o canto de *S. fuscomarginatus* 'MT' apresenta maior taxa de repetição de pulsos/seg. em relação a *S. fuscomarginatus* (**Tabela 11**).

Indivíduos registrados para as populações de Juatuba e do distrito Serra do Cipó (ambas no estado de Minas Gerais; **fig. 22**) foram incluídos na análise discriminante e devido às similaridades apresentadas entre os seus cantos com a população de Uberlândia, i.e. *S. fuscomarginatus*, foram classificadas como pertencentes ao mesmo grupo (= população MG). Assim, com base nos dados disponíveis no momento, reconheço estas duas populações como pertencentes à espécie *S. fuscomarginatus*. A população registrada em Formosa do Rio Preto, no estado da Bahia (= *S. fuscomarginatus* 'BA'), não pôde ser incluída na análise multivariada devido a qualidade limitada dos registros e ao baixo tamanho amostral (2 indivíduos). Deste modo, não é possível determinar no momento com qual das demais populações estudadas *S. fuscomarginatus* 'BA' apresenta maior similaridade – embora a estrutura espectral mostre maior semelhança com *S. fuscomarginatus* 'MT' (**ver Tabela 11**).

Recentemente Cardoso & Pombal (2010) descreveram uma espécie considerada críptica à *S. fuscomarginatus* – i.e. *S. lutzorum* – e sugeriram com base em algumas características morfológicas (e.g. forma do rostrum) que o nome *S. fuscomarginatus* deveria representar um complexo de espécies. Pouco tempo depois, outra espécie considerada críptica à *S. fuscomarginatus* foi descrita, i.e. *S. pusillus* (Pombal *et al.*, 2011) – ambas dentro dos domínios do Cerrado.

Apesar das populações *Scinax fuscomarginatus* 'Pequena' (machos 17,7–19,4 mm) e *Scinax fuscomarginatus* 'Aquidauana' (machos 18,5–19,4 mm; n=2) apresentarem sobreposição parcial no tamanho com *S. pusillus* (15,9–18,6 mm), as características do canto de todas as populações analisadas no presente estudo permitem diferenciá-las prontamente de *S. pusillus* (e.g. menor taxa de repetição de pulsos; **ver características sumarizadas na Tabela 11**).

O canto de *S. lutzorum* ainda é desconhecido, o que impede uma avaliação acústica comparada com as populações aqui estudadas. Entretanto, o maior tamanho de *S. lutzorum* (23,7 –25,0 mm; Cardoso & Pombal, 2010) em relação às demais espécies atribuídas ao complexo *S. fuscomarginatus* – incluindo as populações aqui reportadas com exceção de *S. wandae*, 23,4–26,9 mm (Pyburn & Fouquette, 1971) – o amplo gradiente geográfico em relação as populações com canto conhecido mais próximas (*ca.* 570 km de *S. fuscomarginatus* ‘BA’ e *ca.* 780 km de *S. fuscomarginatus* ‘Veadeiros’), e a elevada diversidade críptica do complexo *S. fuscomarginatus* sugerem que as populações aqui estudadas sejam espécies válidas. Os caracteres acústicos sumarizados na **Tabela 11** (informações da literatura também incluídas) permitem adicionalmente distinguir as populações aqui analisadas das espécies nominais *S. parkeri*, *S. wandae* e *S. exiguus*.

Em suma, os dados apresentados no presente trabalho permitiram revelar conclusivamente uma elevada diversidade críptica sob o nome *S. fuscomarginatus*, fornecendo suporte com base em características acústicas para o provável reconhecimento de 4 novas espécies para o complexo *S. fuscomarginatus*.

Figura 20. Análises de Função Discriminante das características acústicas frequência mínima, pico principal de freq. enfatizada (1°PE) e período do pulso de indivíduos pertencentes a cinco populações inicialmente atribuídos a *S. fuscmarginatus* (FD=Função Discriminante). **MG** = Populações de Uberlândia, Juatuba e Serra do Cipó (MG) (= *S. fuscmarginatus*); **Peq** = Uberlândia/MG (= *S. fuscmarginatus* ‘Pequena’); **MS** = Aquidauana/MS (= *S. fuscmarginatus* ‘Aquidauana’); **CV** = Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás/GO (= *S. fuscmarginatus* ‘Veadeiros’); **MT** = Barra do Garça-Pontal do Araguaia/MT (*S. fuscmarginatus* ‘MT’).

- Diagnóse acústica do grupo *S. fuscomarginatus* (Tabela 11; figs. 21–26)

O canto consiste de uma única nota formada por pulsos muito curtos emitidos em um alta taxa de repetição (≥ 140 pulsos/seg.) – i.e. padrão “zumbido-campainha longo”. O canto apresenta o envelope da onda com forma aproximadamente elíptica, e possui duração de média a longa (≥ 330 ms). Os pulsos apresentam modulação ascendente abrupta de intensidade em seu início, com decaimento menos abrupto; o período do pulso ($\leq 8,8$ ms), a duração do pulso ($\leq 7,0$ ms) e o intervalo entre pulsos ($\leq 3,8$ ms) são os menores em relação às demais espécies do clado *Scinax ruber*. A frequência mínima ($\geq 1,81$ kHz) e o pico principal de freq. enfatizada do canto ($\geq 3,66$ kHz) ocupam os mais elevados valores do espectro comparados às demais espécies do clado *S. ruber*. Com base nos dados acústicos disponíveis (literatura e presente estudo), reconheço as seguintes espécies/populações como pertencentes ao grupo *S. fuscomarginatus* (i.e. clado putativo): *S. fuscomarginatus*, *S. pusillus*, *S. wandae*, *S. fuscomarginatus* ‘Pequena’, *S. fuscomarginatus* ‘Aquidauana’, *S. fuscomarginatus* ‘MS’, *S. fuscomarginatus* ‘MT’ e *S. fuscomarginatus* ‘Veadeiros’. Os valores informados acima representam as médias combinadas das espécies/populações (ver detalhes na **Tabela 11**).

Os valores dos caracteres informados (i.e. estados de caráter) são aqui propostos como sinapomorfias putativas do grupo reconhecido acima.

- Considerações adicionais

Ao menos dois grupos/complexos de espécies foram propostos na literatura i.e., *S. staufferi* (Duellman & Wiens, 1992) e *S. parkeri*-*S. fuscomarginatus* (Pyburn & Fouquette, 1971) para alocar algumas espécies do clado *S. ruber* que apresentam características morfológicas como tamanho reduzido, corpo delgado, dorso com faixas pretas laterais e canto semelhante a um “buzzing” (i.e. zumbido) – e.g. *S. staufferi*, *S. parkeri*, *S. fuscomarginatus*, *S. wandae*, *S. squalirostris*. O grupo *S. fuscomarginatus* aqui reconhecido é menos inclusivo aos anteriormente propostos (**ver diagnóse acima**).

Tabela 11. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio do complexo *Scinax fuscomarginatus*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. O tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (v)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>Scinax fuscomarginatus</i> Uberlândia, MG	6 (4)	572 ± 89 (427 – 667) [56]	98.5 ± 14.4 (73 – 120) [50]	5.8 ± 0.3 (5.4 – 6.2) [50]	219.9 ± 26.7 (190 – 254) [120]	2.10 ± 0.16 – 5.93 ± 0.33 [30]	3.04 ± 0.23 – 4.88 ± 0.47 [30]	3.80 ± 0.19 [30]	4.43 ± 0.58 [30]	3.61 ± 1.32 (1.9 – 5.3) [120]	20.9 ± 9.8 (12.3 – 39.1) [6]	23.7 ± 2.8 20.6–27.9
<i>Scinax fuscomarginatus</i> Juatuba, MG	2 (1)	656 ± 190 (496 – 811) [16]	117.3 ± 1.8 (114 – 119) [8]	6.7 ± 0.1 (6.6 – 6.9) [8]	166.7 ± 0.0 [19]	2.07 ± 0.05 – 5.87 ± 0.12 [10]	3.39 ± 0.12 – 4.96 ± 0.00 [10]	3.78 ± 0.10 [10]	4.58 ± 0.04 [10]	6.0 ± 0.0 [19]	14.0 ± 3.9 (11.3 – 16.8) [2]	22.0 e 24.0
<i>Scinax fuscomarginatus</i> Serra do Cipó, MG	2	517 ± 4.5 (460 – 588) [16]	76.9 ± 0.6 (69 – 88) [16]	6.8 ± 0.0 (6.6 – 7.0) [16]	211.5 ± 46.2 (143 – 333) [40]	2.08 ± 0.20 – 6.04 ± 0.39 [10]	3.32 ± 0.02 – 4.79 ± 0.19 [10]	3.88 ± 0.15 [10]	4.87 ± 0.52 [10]	3.70 ± 2.76 (1.0 – 7.0) [40]	38.7 ± 3.3 (36.4 – 41.1) [2]	16.0 e 23.0
<i>Scinax fuscomarginatus</i> ‘Pequena’ Uberlândia, MG	6 (1)	765 ± 32 (654 – 838) [60]	95.8 ± 4.8 (80 – 105) [60]	8.0 ± 0.3 (7.5 – 8.4) [60]	237.3 ± 87.7 (167 – 403) [150]	2.90 ± 0.18 – 7.71 ± 0.16 [30]	4.23 ± 0.25 – 6.46 ± 0.08 [30]	5.14 ± 0.21 [30]	5.79 ± 0.36 [30]	1.6 ± 1.1 (0.5 – 3.2) [124]	32.7 ± 3.1 (29.2 – 35.4) [6]	22.4 ± 1.3 21.4–25.0
<i>Scinax fuscomarginatus</i> ‘Aquidauana’ MS	4 (1)	549 ± 39 (450 – 618) [35]	97.0 ± 6.5 (78 – 112) [35]	5.7 ± 0.2 (5.4 – 6.0) [35]	257.8 ± 28.4 (200 – 333) [73]	2.35 ± 0.21 – 6.80 ± 0.35 [20]	3.98 ± 0.11 – 5.66 ± 0.23 [20]	4.47 ± 0.01 [20]	5.24 ± 0.08 [19]	3.71 ± 0.10 (1.5 – 5.0) [73]	23.8 ± 7.2 (18.2 – 34.3) [4]	28.0 ± 0.8 27.0–29.0
<i>Scinax fuscomarginatus</i> ‘BA’ Formosa do Rio Preto, BA	2	505 ± 37 (436 – 582) [20]	73.0 ± 3.2 (62 – 87) [20]	6.9 ± 0.2 (6.4 – 7.4) [20]	249.2 ± 20.0 (200 – 333) [40]	2.08 ± 0.02 – 6.42 ± 0.02 [10]	3.60 ± 0.11 – 5.26 ± 0.08 [10]	4.04 ± 0.12 [10]	4.98 ± 0.03 [10]	2.90 ± 0.04 (1.0 – 5.0) [40]	15.2 ± 0.4 (14.9 – 15.4) [2]	
<i>Scinax fuscomarginatus</i> ¹ ‘MT’	6 (1)	651 ± 93 (501 – 790) [56]	114 ± 16 (88 – 146) [56]	5.70 ± 0.27 (5.2 – 6.2) [56]	251.5 ± 43.0 (200 – 333) [123]	1.90 ± 0.21 – 6.81 ± 0.68 [30]	3.53 ± 0.19 – 5.30 ± 0.20 [30]	4.02 ± 0.20 [25]	5.00 ± 0.18 [25]	3.84 ± 1.08 (1.5 – 5.0) [123]	12.9 ± 1.3 (8.4 – 14.7) [6]	24.0 ± 1.5 23.0–26.0
<i>Scinax fuscomarginatus</i> ‘Veadeiros’ Chapada dos Veadeiros, GO	2 (1)	679 ± 79 (590 – 764) [17]	84.0 ± 8.5 (74 – 94) [17]	8.1 ± 0.1 (7.9 – 8.2) [17]	296 ± 18 (250 – 333) [40]	1.72 ± 0.10 – 6.57 ± 0.44 [10]	2.56 ± 0.08 – 5.16 ± 0.07 [10]	3.66 ± 0.12 [10]	4.81 ± 0.05 [10]	0.93 ± 0.10 (0.8 – 1.3) [40]	16.5 ± 0.71 (16.0 – 17.0) [2]	19.0–20.0

Tabela 11. Continuação. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio do complexo *Scinax fuscomarginatus*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. O tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (v)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>Scinax fuscomarginatus</i> ² Itirapina, SP	23	540 ± 62 (334 – 628)	95.2 ± 10.4 (64 – 120)	5.7* (64 – 120)*	278*	2.40 ± 0.45 – 5.56 ± 0.56	3.07 – 4.20	3.82 ± 0.22		1.71*	3.5 – 19.0	19.0–22.0
<i>Scinax fuscomarginatus</i> ³ Ribeirão Branco, SP		690 ± 50 (630 – 760) [5]	92.8 ± 6.9 (85 – 104) [5]	7.4*		3.30 – 5.00	4.10 – 4.70					20.0
<i>Scinax fuscomarginatus</i> ⁴ Rio Verde, GO	1	520 ± 36 (412 – 580) [30]	90 ± 7 (70 – 99) [21]	5.8* (64 – 120)*	250*	3.40 ± 0.14 – 4.69 ± 0.11 [30]	4.05 – 4.39 [30]	4.19 ± 0.08 ^a		4.0*	15 ± 3 (12 – 18)	22.3
<i>Scinax cf. fuscomarginatus</i> ⁴ Beni, Bolívia	1	431 ± 10 (418 – 451) [7]	96 ± 3 (93 – 101) [7]	4.5*	333.3*	3.71 ± 0.07 – 5.51 ± 0.00 [75]	4.39 – 4.48 [75]	4.43 ± 0.05 ^a		3.0*	15.9 ± 5.0 (5 – 24)	24.5
<i>Scinax pusillus</i> ⁴ Rio Verde, GO	15	542 ± 54 (366 – 700) [75]	63.9 ± 6.5 (43 – 80) [375]	8.5*	142.9*	3.03 ± 0.45 – 6.98 ± 0.54 [75]	2.52 – 5.60 [75]	4.84 ± 0.38 ^a		3.9*	15.9 ± 5.0 (5 – 24)	19.5–25.5
<i>Scinax wandae</i> ⁵ Localidade tipo	3	673 (656 – 696) [12]	90	7.5*			3.00 e 4.80 – 5.05	4.89			47.7	21.9
<i>Scinax parkeri</i> ⁶ Bolívia		186 ± 18 (167 – 218)	18.6 ± 1.4 (17 – 21)		100.2 ± 2.9	2.20 =fundam.	2.78 ± 0.05 2.71 – 2.83			0.61 ± 0.14 (0.45 – 0.81)	151 ± 55 (83 – 207)	
<i>Scinax parkeri</i> ⁷ Belém, PA		630 (530 – 700)			177 (170 – 180)		4.10 – 4.60	4.40			24.5 (13.5 – 32.0)	

¹ Barra do Garça e Pontal do Araguaia, MT; ² Toledo & Haddad (2005); ³ Pombal *et al.*, (1995b); ⁴ Pombal *et al.*, (2011), *S. fuscomarginatus* (período pulso= 5±0 ms; pulso duração= 4±1 ms, 3–5 ms), *S. pusillus* (período pulso=8,8±0 ms, 2–13 ms; pulso duração= 7±0 ms, 3–10 ms), ⁵ Pyburn & Fouquette (1971); *Scinax cf. fuscomarginatus*⁴ (analisado por Pombal *et al.*, 2011 com base em de De la Riva *et al.*, 2002, faixa 72); ⁶ De la Riva *et al.*, (1994); ⁷ Duellman (1986); * calculado com base nos valores informados; ^a não informado como foi calculado.

Figura 21. Canto de anúncio de *Scinax fuscomarginatus*: **A**- oscilograma de dois cantos em sequência; **B**- oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; **C**- secção do canto (42 ms) em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais; ar = 23,0 °C; 19:26 h. Outubro de 2010. Arquivo sonoro: *Scinax_fuscomUberMG8aLM_AAGmt_39,6s*. FFT=256. Espécime coletado.

Figura 22. Canto de anúncio de *S. fuscomarginatus*, população de Juatuba/MG (à esquerda) e Serra do Cipó (à direita). **A-** e **E-** oscilograma do canto; **B-** e **F-** seção do canto (42 ms) representado em A e E, respectivamente, mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **C-** e **G-** espectros de força e **D-** e **H-** espectrogramas dos cantos representados em A e B, respectivamente. (**A-D**) Juatuba, Minas Gerais; ar = 22,0 °C; 19:25 h. Fevereiro de 2011. (**E-H**) Distrito da Serra do Cipó, Minas Gerais; ar = 16,0 °C; 23:43 h. Novembro de 2010. Arquivo sonoros: *Scinax_fuscomJuatubaMG2aTRC_AAGmt_47,9s*; *Scinax_fuscomCipoMG2bTRC_AAGmt_18,8s*.

Figura 23. Canto de anúncio de *Scinax fuscomarginatus* ‘Pequena’: **A**- oscilograma de dois cantos em sequência; **B**- oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; **C**- secção do canto (42 ms) em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Clube de Caça e Pesca, Uberlândia, Minas Gerais; ar = 25,0 °C; 20:40 h. Janeiro de 2010. Arquivo sonoro: *Scinax_fuscomPeqUberMG10aAAGb_10,7s*. FFT=256. Espécime não coletado.

Figura 24. Canto de anúncio de *Scinax fuscomarginatus* 'Aquidauana': **A**- oscilograma de dois cantos em sequência; **B**- oscilograma de um único canto (segundo canto representado em A) com maior resolução; **C**- secção do canto (42 ms) em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Aquidauana, Mato Grosso do Sul; ar = 25,0 °C; 20:40 h. Dezembro de 2010. Arquivo sonoro: *Scinax_fuscom_peqMS1bLM_AAGmt_34,0s*. FFT=256. Espécime não coletado.

Figura 25. Canto de anúncio de *Scinax fuscomarginatus* 'MT': **A**- oscilograma de dois cantos em sequência; **B**- oscilograma de um único canto (primeiro canto representado em A) com maior resolução; **C**- secção do canto (42 ms) em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**-espectrograma do canto representado em B. Pontal do Araguaia, MT; ar = 23,0 °C; 20:00 h. Fevereiro de 2012. Arquivo sonoro: *Scinax_fuscomPontAraguMT2aAAGm_33,5s*. FFT=256. Espécime não coletado.

Figura 26. Canto de anúncio de *Scinax fuscomarginatus* ‘Veadeiros’: **A-** oscilograma de dois cantos em sequência; **B-** oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; **C-** seção do canto (42 ms) em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás, GO; ar = 20,0 °C; 20:19 h. Dezembro de 2011. Arquivo sonoro: *Scinax_fuscomVeadGO2aAAGm671_49,9s*. FFT=256. Espécime coletado.

***Scinax fuscovarius* (Lutz, 1925)**

Espécie de tamanho grande (machos 39,6–42,3 mm de CRC; n=5; AAG-UFU), sem espécimes tipo; a localidade tipo atualmente reconhecida é Juiz de Fora, estado de Minas Gerais. *Scinax fuscovarius* é reportada como possuindo uma ampla distribuição geográfica que inclui as regiões nordeste, central, sudeste e sul do Brasil, nos domínios do Cerrado, Mata Atlântica e Floresta de Araucárias; e adicionalmente, no Paraguai, Bolívia, Argentina e Uruguai, nos domínios Cerrado-Pantanal e Chaco (De la Riva *et al.*, 1994; Carvalho-e-Silva *et al.*, 2008; Kwet, 2001b; Frost, 2013; presente estudo).

Abaixo forneço a descrição do canto para esta espécie com base nos registros de seis indivíduos de Uberlândia/MG e localidades próximas, i.e. Araguari/MG e Caldas Novas/GO – considerados aqui como uma única população devido a similaridade das características acústicas. Adicionalmente, são apresentados dados acústicos inéditos de outras sete populações inicialmente atribuídas à espécie nominal *S. fuscovarius* (**Tabela 12**). As populações amostradas compreendem um amplo gradiente geográfico de cerca de 2.050 Km entre as populações mais distantes, i.e. Chapada dos Veadeiros/GO e Tranqueras, no Uruguai – e um gradiente altitudinal de *ca.* 1.200 m alt., entre Candiota/RS (*ca.* 120 m alt.) e Poços de Caldas/MG (*ca.* 1.350 m alt.). Um registro adicional publicado em Márquez *et al.*, (2002) para uma população previamente estudada por De la Riva *et al.*, (1994) em Puerto Almacén, Bolívia, também foi analisado (**dados sumarizados na Tabela 12**).

- Descrição do canto (Tabela 12; figs. 27–28)

O canto apresenta em média duração de 181 ms e 9,1 pulsos; apresenta baixa variação na razão duração do canto/nº de pulsos (**ver Tabela 42**); a taxa de emissão é de cerca de 45 cantos/min. Em geral o 1º pulso apresenta menor intensidade em relação aos demais; a amplitude máxima é atingida pouco depois da metade do canto ($66 \pm 10\%$). A energia do canto está distribuída entre 0,41–5,17 kHz. A freq. enfatizada geralmente ocupa uma faixa baixa e estreita do espectro – o 1ºPE está em 0,87 kHz (100% dos cantos) e um segundo pico enfatizado foi observado em três dos seis indivíduos analisados em 2,59 kHz (15 de 30 cantos). Os pulsos em geral são razoavelmente definidos e regularmente espaçados; possuem duração de $16,5 \pm 1,2$ ms, (taxa de repetição relativamente baixa de 61,1 pulsos/seg) e intervalo

de $3,7 \pm 0,9$ ms entre pulsos. Os pulsos apresentam modulação ascendente abrupta em seu início, e decaimento menos abrupto no final; geralmente os pulsos são constituídos por quatro sub-unidades; a amplitude máxima é atingida em $69 \pm 11\%$ da duração dos pulsos.

- Comparações acústicas e diversidade críptica

As oito populações acusticamente amostradas no presente trabalho compreendem um amplo gradiente geográfico e altitudinal, abrangendo parte das regiões sudeste, central e sul do Brasil, dentro dos domínios do Cerrado e da Mata Atlântica. Apesar disso, os dados acústicos aqui fornecidos e as informações da literatura apresentam sobreposição considerável entre as populações atualmente atribuídas à *S. fuscovarius*, particularmente para as características duração do canto, nº de pulsos, amplitude de frequência e frequência enfatizada (**Tabela 12**).

A população registrada na Bolívia, cujo canto foi descrito por De la Riva *et al.*, (1994) é a mais discrepante das demais. Apesar da amostra de apenas um indivíduo, o canto desta população apresenta algumas características consideravelmente distintas – i.e. valor bem mais alto para a relação duração canto/nº pulsos ($\geq 28,6$ ms *vs.* $\leq 24,3$ ms nas demais), picos de frequência em faixas mais altas do espectro (1ºPE em 980 Hz *vs.* ≤ 900 Hz nas demais) e intervalo entre pulsos bem mais longo (6,4 ms *vs.* $\leq 3,7$ ms nas demais, com exceção da população do Uruguai=5,2 ms). Estas diferenças acústicas combinadas fornecem um forte suporte indicativo de que esta população deve representar uma espécie diferente em relação às demais populações aqui amostradas – i.e. espécie válida ainda não descrita.

Os valores das características dos cantos analisados de Márquez *et al.*, (2002) estão principalmente em acordo com aqueles reportados em De la Riva *et al.*, (1994), com exceção de uma variável, i.e. duração do pulso/intervalo pulso. O valor informado na descrição do canto por De la Riva *et al.*, (1994) é 0,68 contra 6,68 encontrado aqui na reanálise do registro publicado. Em um trabalho posterior dos mesmos autores, De la Riva *et al.*, (1997) consideraram na descrição dos cantos uma variável diferente em relação àquelas do estudo prévio, i.e. duração do pulso/período do pulso. Calculando esta última variável para o canto da Bolívia, o valor encontrado $0,79 \pm 0,02$ fica dentro da amplitude informada pelos autores (0,5–0,8). A análise do registro de *S. ruber* publicado pelos mesmos autores (Márquez *et al.*, 2002) revela a mesma discrepância observada para *S. fuscovarius* entre nossos estudos – e o cálculo

considerando a variável duração do pulso/período do pulso fornece o mesmo resultado aqui reportado (**ver abaixo *S. ruber***). Isto indica que a variável duração pulso/intervalo pulso calculada para os cantos das espécies de *Scinax* da Bolívia por De la Riva *et al.*, (1994, Tabela 1, p. 81) representa na realidade outra combinação de caracteres, devendo ser corrigida para duração pulso/período pulso.

Considerando o canto das demais populações (exceção da Bolívia), algumas características acústicas apresentaram variação relativamente pequena, e.g. duração do canto entre 125–313 ms, número de pulsos por canto entre 7–14 pulsos, e amplitude de frequência, enquanto que para a razão duração pulso/intervalo pulso foi encontrada uma diferença considerável entre as populações – valores considerando a amplitude das variáveis para todas as populações combinadas (**ver detalhes Tabela 12 e figs. 27– 28**).

Infelizmente, com base nos dados acústicos disponíveis no momento não é possível reconhecer conclusivamente se essas diferenças refletem variação intra-específica ou inter-específica. Informações complementares de outras bases de dados (morfológica e molecular), além de uma amostragem maior de cantos para uma mesma população – incluindo a população topotípica – são necessários para elucidar a identidade taxonômica das populações atualmente atribuídas ao nome *S. fuscovarius* nos diferentes domínios do Cerrado, Mata Atlântica, e Floresta de Araucárias.

No entanto, algumas características do canto como a duração canto/nº pulsos e o 1ºPE apresentaram valores muito baixos de coeficiente de variação (1%) para a população de Uberlândia (**ver Tabela 42**), o que é altamente sugestivo de que a variação observada nessas características entre as populações deve ser indicativa de diversidade críptica ainda não reconhecida para a espécie nominal (**detalhes na Tabela 12**).

- Considerações adicionais

Os cantos de Atibaia (SP) e Poços de Caldas (MG) fornecidos no presente estudo são os mais próximos da localidade tipo da espécie até o momento reportados na literatura (*ca.* 330–360 km), ambas no domínio da Mata Atlântica.

Tabela 12. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações atualmente reconhecidas como *Scinax fuscovarius*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. O tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. fuscovarius</i> ¹	6 (1)	181 ± 27 (125 – 238) [56]	9.1 ± 1.2 (7 – 12) [56]	19.8 ± 1.2 (17.9 – 21.3) [56]	61.1 ± 4.4 (52.6 – 66.7) [58]	0.51 ± 0.06 – 5.17 ± 1.18 [25]	0.65 ± 0.09 – 1.51 ± 0.27 [25]	0.87 ± 0.03 [30]	(2.50 ± 0.17) 1.91 ± 0.57 – 3.57 ± 0.13 [25]	4.82 ± 1.3 (2.8 – 9.5) [58]	44.5 ± 14.7 (18.7 – 54.3) [5]	21.7 ± 2.8 18.5–24.8
<i>S. fuscovarius</i> Atibaia, SP	1	225 ± 12 (200 – 246) [10]	10.1 ± 0.6 (9 – 11) [10]	22.2 ± 0.4 (21.6 – 22.8) [10]	57.2 ± 1.7 (55.6 – 58.8) [10]	0.40 ± 0.03 – 4.24 ± 0.50 [5]	0.55 ± 0.04 – 1.27 ± 0.09 [5]	0.80 ± 0.01 [5]	(2.88 ± 0.05) 2.46 ± 0.04 – 3.08 ± 0.04 [5]	3.46 ± 0.38 (2.8 – 4.3) [10]	44.9	19.1
<i>S. fuscovarius</i> Pirenópolis, GO	3 (1)	173 ± 23 (141 – 211) [30]	9.3 ± 1.0 (8 – 11) [30]	18.6 ± 0.6 (17.6 – 19.3) [30]	64.4 ± 2.5 (58.8 – 66.7) [36]	0.41 ± 0.01 – 4.38 ± 0.46 [15]	0.64 ± 0.10 – 1.48 ± 0.33 [15]	0.88 ± 0.04 [15]	(2.47 ± 0.17) [15]	7.97 ± 2.20 (5.0 – 16.0) [36]	31.2 ± 11.4 (18.3 – 39.5) [3]	23.0 ± 0.0
<i>S. fuscovarius</i> Uruaçu, GO	1 (1)	209 ± 12 (194 – 225) [10]	8.6 ± 0.5 (8 – 9) [10]	24.3 ± 0.5 (23.4 – 25.0) [10]	49.7 ± 2.1 (47.6 – 52.6) [12]	0.35 ± 0.00 – 8.22 ± 0.56 [5]	0.76 ± 0.00 – 1.84 ± 0.03 [5]	0.90 ± 0.01 [5]	(2.59 ± 0.06) [5]	6.68 ± 2.58 (3.8 – 10.5) [12]	49.5 [1]	21.0
<i>S. fuscovarius</i> Chapada dos Veadeiros, GO	2 (1)	204 ± 21 (157 – 238) [20]	9.5 ± 0.0 (8 – 10) [20]	21.6 ± 2.3 (19.6 – 23.8) [20]	53.6 ± 6.7 (47.6 – 62.5) [22]	0.40 ± 0.00 – 4.79 ± 0.08 [10]	0.80 ± 0.34 – 1.60 ± 0.09 [10]	0.84 ± 0.05 [10]	(2.38 ± 0.31) [10]	10.9 ± 1.1 (5.7 – 18.0) [22]	52.7 ± 8.7 (46.5 – 58.8) [22]	20.1 ± 0.0
<i>S. fuscovarius</i> ² SC e RS	4	193 ± 22 (147 – 233) [40]	10.5 ± 0.7 (9 – 12) [40]	18.5 ± 1.3 (16.3 – 19.8) [40]	66.3 ± 6.8 (58.8 – 76.9) [35]	0.46 ± 0.07 – 3.67 ± 0.29 [20]	0.64 ± 0.08 – 1.54 ± 0.14 [20]	0.85 ± 0.06 [20]	(2.64 ± 0.26) 2.31 ± 0.17 – 3.05 ± 0.31 [9]	5.20 ± 2.00 (3.3 – 8.5) [35]	50.9 ± 13.5 (36.5 – 65.8) [4]	22.8 ± 1.9 20.5–25.0
<i>S. fuscovarius</i> ³ Uruguai	2	258 ± 44 (193 – 313) [20]	11.4 ± 1.3 (9 – 13) [20]	22.7 ± 1.2 (21.2 – 24.1) [20]	56.0 ± 0.5 (52.6 – 58.8) [23]	0.43 ± 0.01 – 4.09 ± 0.83 [10]	0.57 ± 0.01 – 1.64 ± 0.26 [10]	0.81 ± 0.02 [10]	(2.70 ± 0.27) [10]	3.52 ± 0.64 (2.6 – 4.8) [23]	47.7 ± 10.2 (40.5 – 54.9) [2]	19.5 ± 0.0

¹ Registros de diversas localidades próximas: Uberlândia e Araguari, MG e Caldas Novas, GO; ² Analisado dos registros de A. Kwet (diversas localidades do Brasil, estados de Santa Catarina/SC e Rio Grande do Sul/RS); ³ Análise dos registros de A. Kwet (localidades do Uruguai).

Tabela 12. Continuação. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações atualmente reconhecidas como *Scinax fuscovarius*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. O tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>Scinax fuscovarius</i> Poços de Caldas, MG	4 (1)	230 ± 24 (176 – 304) [38]	10.8 ± 1.2 (8 – 14) [38]	21.6 ± 0.4 (20.8 – 22.7) [38]	51.1 ± 0.5 (47.6 – 55.6) [27]	0.41 ± 0.03 – 4.30 ± 0.36 [20]	0.57 ± 0.03 – 2.24 ± 0.96 [20]	0.78 ± 0.04 [20]	(2.55 ± 0.11) [20]	10.7 ± 0.8 (4.8 – 20.0) [27]	42.2 ± 10.0 (35.0 – 56.6) [4]	19.4 ± 0.0
<i>S. fuscovarius</i> ⁴ Ribeirão Branco, SP	?	(170 – 200)	(8 – 10)			0.30 – 8.00	0.80 – 3.60					
<i>S. fuscovarius</i> ⁴ Jundiá, SP	?	(190 – 220)	(9 – 10)			0.30 – 8.00	0.80 – 3.60					
<i>S. fuscovarius</i> ⁵ Puerto Almacén, Bolívia	1 / 25	162 ± 13 (138 – 187)	8.1 ± 0.6 (7 – 9)	20**	50.1 ± 1.8 (46.6 – 56.5)		0.86 ± 0.02 0.83 – 0.93			0.68 ± 0.07 (0.5 – 0.8)	100.2 ± 15.7 (63 – 122)	
<i>S. fuscovarius</i> ⁶ Puerto Almacén, Bolívia	1	171 ± 15 (143 – 182) [10]	5.8 ± 0.4 (5 – 6) [10]	29.5 ± 0.6 (28.6 – 30.3) [10]	49.7 ± 2.1 (47.6 – 52.6) [12]	0.62 ± 0.00 – 6.17 ± 0.05 [5]	0.76 ± 0.0 – 4.04 ± 0.00 [5]	0.98 ± 0.01 [10]	3.39 ± 0.00 [10]	6.68 ± 2.58 3.8 – 10.5 [12]	65.0	n.i.

⁴ Pombal *et al.*, (1995b); ⁵ De la Riva *et al.*, (1994); ⁶ Analisado do CD Guía sonora de las ranas y sapos de Bolivia; *S. fuscovarius*, faixa 73; Márquez *et al.*, (2002).

** calculado a partir dos valores informados; 1/25 = número de indivíduos gravados/ número de cantos analisados; n.i. não informado.

? não informado.

Características adicionais do canto *S. fuscovarius* de Puerto Almacén, Bolívia (em Márquez *et al.*, 2002):

Período pulso: 30.2±0.4 ms

Duração pulso: 23.8±0.9 ms

Intervalo pulso: 6.4±0.7 ms

Duração pulso/Período pulso: 0.79±0.02 (0.77 – 0.84; n=12)

Taxa de repetição de pulsos (com base no período do pulso): 30.2±0.4 pulsos/seg. (n=12)

Figura 27. Canto de anúncio de *Scinax fuscovarius*: **A**- oscilograma de três cantos em sequência; **B**- oscilograma de um único canto (último canto representado em A) com maior resolução; **C**- seção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Araguari, Minas Gerais; ar = 24,8 °C; 22:30 h. Outubro de 2010. Arquivo sonoro: *Scinax_fuscovaAraguariMG1aAAGm_29,1s*. FFT=256. Espécime não coletado.

Figura 28. Canto de anúncio de *Scinax fuscovarius* registrada em Poços de Caldas (MG): **A**- oscilograma de três cantos em sequência (intervalo arbitrário); **B**- oscilograma de um único canto (segundo representado em A) com maior resolução; **C**- secção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Poços de Caldas, Minas Gerais; ar = 19,4 °C; 22:18 h. Janeiro de 2012. Arquivo sonoro: *Scinax_aff_hayii*PocosMG5aLM_AAGmt_49,4s. FFT=256. Espécime não coletado.

***Scinax hayii* (Barbour, 1909)**

Espécie de tamanho médio-grande (machos 34,2–41,8 mm de CRC; n=15; AAG-UFU e ZUEC), descrita de Petrópolis, estado do Rio de Janeiro. *Scinax hayii* é reportada atualmente como possuindo uma ampla distribuição geográfica dentro do domínio da Mata Atlântica (Carvalho-e-Silva *et al.*, 2008; Magrini *et al.*, 2011; Frost, 2013; presente estudo).

A descrição do canto desta espécie foi previamente realizada em Magrini *et al.*, (2011, **Anexo 1**) com base nos registros de duas localidades (Atibaia/SP e Itapeva/MG), além das considerações taxonômicas pertinentes através de comparações com os cantos de outras populações conhecidos até então (**informações acústicas sumarizadas na Tabela 13**).

Abaixo forneço uma descrição mais detalhada do canto dessa espécie com base em quatro indivíduos registrados no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (aprox. 1.200 m alt.) e no Vale da Revolta (aprox. 1.030 m alt.), município de Teresópolis, Rio de Janeiro – cerca de 25 km da localidade tipo. Adicionalmente, dados acústicos inéditos são reportados para outras cinco populações, inicialmente atribuídas à espécie nominal *S. hayii* (**Tabela 13; figs. 29–30**). As populações amostradas compreendem um gradiente geográfico de cerca de 380 km entre as localidades mais distantes, e um gradiente altitudinal de *ca.* 1.200 m alt. (i.e. Duque de Caxias/RJ – Teresópolis/RJ).

- Descrição do canto (Tabela 13; fig. 29)

O canto possui em média duração de 238 ms e 15,9 pulsos, emitidos em uma taxa de 26 cantos/min. O 1º pulso do canto geralmente apresenta intensidade bem menor que os demais; modulação ascendente de intensidade um pouco mais pronunciada até 4–5º pulso; a amplitude máxima do canto é atingida em $77\pm5\%$ de sua duração. A energia do canto ocupa uma faixa relativamente baixa do espectro, entre 0,95–4,40 kHz; a frequência enfatizada pode ocupar duas faixas estreitas do espectro – que podem ser praticamente contínuas ou separadas – ou apresentar apenas a faixa enfatizada inferior. O 1ºPE está em 1,37 kHz (100 % dos cantos) e o 2º PE em 2,91 kHz. Os pulsos estão regularmente espaçados, apresentando-se de razoavelmente a pouco definidos (**ver fig. 30**). Os pulsos apresentam o envelope de onda relativamente variável, podendo apresentar modulação ascendente de amplitude relativamente gradual; a amplitude máxima é atingida em $61\pm5\%$ da sua duração. Os pulsos possuem

duração de $12,6 \pm 0,8$ ms (taxa de repetição de 79,6 pulsos/seg.) e o intervalo entre pulsos é de $2,5 \pm 0,4$ ms.

- Comparações acústicas entre populações e diversidade críptica

Os dados acústicos disponíveis para as populações atualmente atribuídas a *S. hayii* – presente trabalho e informações da literatura – apresentam considerável sobreposição em alguns dos caracteres do canto, e.g. duração do canto, nº de pulsos, amplitude de frequência e 1ºPE (ver **Tabela 13**). Apesar disso, diferenças em algumas características como taxa de repetição de pulsos, intervalo entre pulsos, valores para a relação duração pulso/intervalo entre pulsos, e na forma do envelope dos pulsos podem ser reconhecidas entre os cantos das populações de Duque de Caxias/RJ, Paranapiacaba/SP, Poços de Caldas/MG e Itatiaia/RJ (ver **fig. 30 e Tabela 13**).

Infelizmente, devido ao limitado tamanho amostral disponível para cada população, no momento estas diferenças encontradas não podem ser avaliadas estatisticamente, ou tão pouco ser considerado o efeito da temperatura sobre as características do canto. Deste modo, as populações consideradas no presente estudo são mantidas sob o nome *S. hayii*, com exceção de uma população, registrada na Serra da Bocaina em São José do Barreiro, SP – i.e. *S. hayii* ‘Bocaina’. Esta população difere consideravelmente das demais em seus caracteres acústicos (ver **fig. 31 e Tabela 13**).

Scinax hayii ‘Bocaina’ possui canto em média mais longo, menores valores de freq. mínima e de pico principal enfatizado, menores valores para a taxa de repetição de pulsos e razão duração pulso/intervalo pulso, e apresenta diferenças na forma do envelope dos pulsos em relação às demais populações com canto conhecido (presente estudo e literatura). Estas diferenças fornecem suporte acústico robusto para o reconhecimento de *S. hayii* ‘Bocaina’ como uma provável espécie válida ainda não descrita – i.e. críptica.

- Considerações adicionais

Apesar da localidade tipo de *S. hayii* ser conhecida, i.e. Petrópolis/RJ, esta localidade apresenta um amplo gradiente altitudinal, variando desde áreas próximas ao nível do mar até mais de 1.600 m de alt. na parte mais alta da Serra dos Órgãos (Serra da Mantiqueira) dentro do município. A designação de um neótipo para a espécie a partir de uma área com altitude especificada é necessário para permitir a avaliação da identidade de outras populações atribuídas a essa espécie, tanto ao longo do gradiente altitudinal atualmente reconhecido, como ao longo do gradiente geográfico reportado para a espécie.

Tabela 13. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações atribuídas a *Scinax hayii*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. O tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. hayii</i> Teresópolis, RJ	4 (1)	238 ± 41 (165 – 347) [38]	15.9 ± 2.2 (11 – 21) [38]	14.9 ± 0.5 (14.1 – 15.8) [38]	79.6 ± 4.9 (71.4 – 90.9) [46]	0.95 ± 0.09 – 4.40 ± 0.19 [20]	1.13 ± 0.08 – 1.74 ± 0.09 [19]	1.37 ± 0.06 [20]	(2.91 ± 0.13) 2.71 ± 0.16 – 3.48 ± 0.08 [17]	5.63 ± 1.23 (3.0 – 14.0) [46]	26.1 ± 7.6 (18.8 – 35.6) [4]	21.8 ± 0.5 21.0–22.0
<i>S. hayii</i> Itatiaia, RJ	5 (1)	264 ± 27 (199 – 332) [48]	13.3 ± 1.6 (10 – 17) [48]	19.8 ± 0.7 (18.5 – 21.1) [48]	61.2 ± 3.1 (52.6 – 71.4) [78]	0.92 ± 0.08 – 5.26 ± 0.57 [25]	1.13 ± 0.08 – 1.78 ± 0.10 [20]	1.44 ± 0.11 [29]	(3.19 ± 0.10) 2.82 ± 0.16 – 3.72 ± 0.30 [25]	6.10 ± 2.03 (2.8 – 19.0) [78]	36.4 ± 9.6 (24.4 – 45.1) [4]	20.0 ± 0.0
<i>S. hayii</i> Duque de Caxias, RJ	2	195 ± 30 (148 – 247) [17]	15.0 ± 2.8 (11 – 19) [17]	13.1 ± 0.4 (12.4 – 13.8) [17]	88.3 ± 1.8 (76.9 – 100.0) [29]	0.99 ± 0.10 – 5.28 ± 0.12 [10]	1.21 ± 0.0 – 2.04 ± 0.10 [10]	1.55 ± 0.00 [10]	(3.45 ± 0.01) 3.11 ± 0.34 – 3.90 ± 0.01 [6]	8.92 ± 1.68 (5.5 – 13.0) [29]	16.2 ± 0.3 (16.0 – 16.4) [2]	24.0 ± 0.0
<i>S. hayii</i> ¹ Atibaia, SP	3	223 ± 43 (157 – 303) [28]	13.7 ± 2.6 (9 – 18) [28]	16.3 ± 1.1 (14.9 – 17.7) [28]	78.8 ± 0.7 (76.9 – 90.9) [24]	0.81 ± 0.10 – 5.31 ± 0.69 [15]	1.08 ± 0.0 – 3.21 ± 0.11 [15]	1.41 ± 0.07 [15]	(2.89 ± 0.16) [15]	6.59 ± 4.17 (3.0 – 13.0) [24]	18.0 ± 7.8 (12.3 – 26.9) [3]	20.8 ± 2.8 18.0–23.5
<i>S. hayii</i> Paranapiacaba, SP	4 (1)	201 ± 16 (166 – 230) [38]	14.4 ± 1.2 (12 – 17) [38]	14.0 ± 0.4 (13.2 – 14.7) [38]	86.1 ± 3.5 (76.9 – 100) [56]	0.93 ± 0.07 – 4.88 ± 0.33 [20]	1.20 ± 0.08 – 1.85 ± 0.11 [20]	1.47 ± 0.02 [20]	(3.21 ± 0.21) 2.95 ± 0.26 – 3.67 ± 0.07 [20]	8.70 ± 2.75 (3.3 – 12.0) [56]	17.5 ± 7.0 (10.2 – 26.5) [4]	24.0 ± 0.0
<i>S. hayii</i> ‘Bocaina’	8 (2)	288 ± 29 (211 – 346) [76]	13.2 ± 1.5 (9 – 16) [76]	21.8 ± 0.8 (20.3 – 23.4) [76]	59.3 ± 2.8 (52.6 – 66.7) [87]	0.67 ± 0.09 – 4.83 ± 0.51 [40]	0.90 ± 0.07 – 1.46 ± 0.05 e 2.50 ± 0.11 – 3.35 ± 0.19 [40]	1.19 ± 0.14 e 2.86 ± 0.15 [42]		3.45 ± 0.97 (2.0 – 6.3) [87]	35.3 ± 5.8 (28.8 – 46.2) [8]	15.1 ± 0.1 15.0–15.4

Tabela 13. Continuação. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações atribuídas a *Scinax hayii*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. O tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. hayii</i> Poços de Caldas, MG	1 (1)	198 ± 26 (164 – 238) [8]	11.8 ± 1.4 (10 – 14) [8]	16.8 ± 0.3 (16.4 – 17.2) [8]	68.8 ± 3.6 (62.5 – 71.4) [12]	0.76 ± 0.02 – 3.89 ± 0.31 [5]	0.94 ± 0.08 – 1.69 ± 0.08 [5]	1.29 ± 0.01 [5]	(2.59 ± 0.03) [3]	12.6 ± 4.0 (4.7 – 16.0) [12]	58.1 [1]	
<i>S. hayii</i> ² Boracéia, SP	?	200 – 260			60 – 70 = note rate		1.20 – 1.80					
<i>S. hayii</i> ³ Jundiá, SP	?	260 ± 40 (190 – 320)	18 ± 2.1 (14 – 21) = notas	14.4*		1.00 – 6.40	1.80 – 4.10					
<i>S. hayii</i> ⁴ Poços de Caldas, MG	?	250	15 (13 – 16)			1.00 – 4.20						

¹ Reanalizado dos dados em Magrini *et al.*, (2011) com a inclusão de novos registros; ² Heyer *et al.*, (1990) (reporta estrutura harmônica, com ‘side-bands’); espectrogramas e oscilogramas de baixa qualidade, não é possível contar nº de pulsos; ³ Pombal *et al.*, (1995b); ⁴ Andrade & Cardoso (1991) (descrito como nota a).

* calculado a partir dos valores informados; ? não informado.

Figura 29. Canto de anúncio de *Scinax hayii*: **A-** oscilograma de dois cantos em sequência; **B-** oscilograma de um único canto (segundo representado em A) com maior resolução; **C-** seção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, Rio de Janeiro; ar = 22,0 °C; 21:47 h. Janeiro de 2011. Arquivo sonoro: *Scinax_hayii*TeresopRJ2aLM_AAGmt_35,5s. FFT=256. Espécime não coletado.

Figura 30. Canto de anúncio de *Scinax hayii* de diversas localidades: (A–C) Duque de Caxias/RJ; (D–F) Itatiaia/RJ; (G–I) Paranapiacaba/SP; (J–L) Poços de Caldas/MG. A, D, G e J oscilograma do canto; B, E, H e K- seção (62 ms) do canto; C, F, I e L- espectro de força do canto. Duque de Caxias (ar = 24,0 °C; 19:40 h; Janeiro/2011); Itatiaia, Parque Nacional do Itatiaia (ar = 20,0 °C; 00:49 h; Janeiro/2011); Paranapiacaba (ar = 24,0 °C; 21:00 h; Janeiro/2011); Poços de Caldas (ar = °C; 00:49 h; Janeiro/2013).

Figura 31. Canto de anúncio de *Scinax hayii* ‘Bocaina’: **A**- oscilograma de dois cantos em sequência; **B**- oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; **C**- secção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Proximidades do Parque Nacional da Serra da Bocaina, São José do Barreiro, São Paulo; ar = 15,0 °C; 19:36 h. Janeiro de 2012. Arquivo sonoro: *Scinax_hayii*TeresopRJ2aLM_AAGmt_35,5s. FFT=256. Espécime não coletado.

***Scinax ictericus* Duellman & Wiens, 1993**

Espécie de tamanho médio (machos 26,3–31,8 mm de CRC; Duellman, 2005) descrita de Cuzco Amazónico, Tambopata, Peru. A distribuição geográfica reportada inclui diversas localidades (abaixo de 300 m alt.) nas drenagens dos rios Purús e Madre de Dios, no sul do Peru, em ambiente de Floresta Tropical (Duellman & Wiens, 1993).

O canto da espécie é descrito abaixo com base na análise detalhada do registro de Cocroft *et al.*, (2001) para a população topotípica.

- Descrição do canto (Tabela 14; fig. 32)

O canto possui em média duração de 221 ms e 16,1 pulsos por canto; a taxa de emissão é de cerca de 43 cantos/min. O primeiro pulso do canto – e algumas vezes o último – apresenta intensidade bem menor que os demais; há pequena modulação ascendente de intensidade no início do canto; a amplitude máxima é atingida em $67 \pm 16\%$ da duração do canto. A energia do canto está distribuída entre 1,09–5,68 kHz; a frequência enfatizada geralmente ocupa duas faixas estreitas do espectro; o 1ºPE em 3,79 kHz corresponde a faixa superior do espectro (100% dos cantos), e o 2ºPE em 1,59 kHz corresponde a faixa inferior do espectro. Os pulsos são bem definidos e distribuídos regularmente ao longo do canto; apresentam modulação inicial ascendente linear e decaimento gradual no seu final; a amplitude máxima é atingida em $56 \pm 10\%$ da duração do pulso; possuem duração de $9,7 \pm 1,0$ ms (taxa de repetição elevada de 104 pulsos/seg.) e intervalo entre pulsos de $3,6 \pm 1,2$ ms.

- Considerações adicionais

Duellman & Wiens (1993) descreveram o canto de *S. ictericus* (**valores sumarizados na Tabela 14**) de sua localidade tipo. Contudo, uma das características reportadas pelos autores, i.e. “notes with durations of 0.07–0.09 (mean = 0.79 sec)” (p. 25), difere consideravelmente dos valores aqui reportados com base no registro de Cocroft *et al.*, (2001). O valor médio informado de 0,79 s deve ser provavelmente um erro de digitação, devendo ser corrigido para 0,079 s com base na amplitude informada para a variável. Em um estudo mais recente, Duellman (2005) descreve novamente o canto de *S. ictericus* e apresenta valores praticamente idênticos aos reportados no trabalho anterior (**ver Tabela 14**), o que sugere uma

reanálise de dados. Nesse trabalho mais recente, a duração do canto (nota) informada é praticamente a mesma reportada no primeiro estudo – média de 60 ms (entre 30–90 ms) – o que confirma a discrepância encontrada em relação ao canto registrado por Cocroft *et al.*, (2001).

Infelizmente a resolução dos sonogramas nos dois estudos, Duellman & Wiens (1993) e Duellman (2005), não permite observar pulsos no canto, o que impede comparações adicionais. Com base nos dados disponíveis, no momento não é possível avaliar se essas diferenças observadas entre os registros atribuídos à *S. ictericus* devem-se a um erro na associação do canto à espécie, ou a algum outro fator desconhecido. Novos registros de *S. ictericus* em sua localidade tipo são necessários para elucidar a questão.

Tabela 14. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax ictericus*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP); (–) indica a amplitude de variação. O tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/ min.	T °C (ar)
<i>S. ictericus</i> ¹	1	221 ± 35 (172 – 265) [10]	16.1 ± 2.4 (13 – 19) [10]	13.7 ± 0.3 (13.2 – 14.1) [10]	103.7 ± 9.7 (83.3 – 111.1) [11]	1.09 ± 0.03 – 5.68 ± 1.80 [5]	3.32 ± 0.0 – 4.86 ± 0.19 [5]	3.79 ± 0.17 [6]	(1.59 ± 0.02) 1.30 ± 0.09 – 1.83 ± 0.0 [5]	3.45 ± 2.96 (1.8 – 12.0) [11]	43.3 [1]	22.2
<i>S. ictericus</i> ²	7	79* (70 – 90)			160	0.50 =fundam.	1.50				59 (38 – 90)	22.4–25.0
<i>S. ictericus</i> ²	9	60 (30 – 90)			160	0.52 =fundam.	1.56		3.12		59 (38 – 90)	22.4–25.0

¹ Analisado do CD Frogs of Tambopata, Peru; *Scinax ictericus*, faixa 41; Cocroft *et al.*, (2001).

² Duellman & Wiens, (1993) – notas informadas como 0,07–0,09 (média= 0,79 segundo); ³ Duellman (2005).

* valor corrigido de 0,79 seg. para 0,079 seg.

** pulso ou período do pulso = 6,3 ms (calculado com base no valor da taxa de repetição de pulsos informado).

Figura 32. Canto de anúncio de *Scinax ictericus* : **A-** oscilograma de três cantos em sequência; **B-** oscilograma de um único canto (segundo canto representado em A) com maior resolução; **C-** secção do canto em B (42 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Tambopata, Peru; ar = 22,2 °C. Registro de Cocroft *et al.*, (2001), *Scinax ictericus*, faixa 41 em Frogs of Tambopata, Peru. FFT=256.

***Scinax maracaya* (Cardoso & Sazima, 1980)**

Espécie de tamanho pequeno-médio (26,7–28,0 mm de CRC) descrita de Alpinópolis (ca. 1.000 m. alt.), Minas Gerais. A distribuição geográfica atualmente reconhecida para a espécie inclui localidades na Serra da Canastra e uma população disjunta na Serra da Moeda, Nova Lima/MG (Cardoso & Sazima, 1980; Haddad *et al.*, 1988).

O canto de *S. maracaya* é aqui descrito com base em nove indivíduos registrados no Parque Nacional da Serra da Canastra (aprox. 850 m alt.), em São Roque de Minas, Minas Gerais – ca. 70 km da localidade tipo. Os indivíduos foram observados vocalizando em habitats e micro-habitats variados que incluem vegetação de gramíneas às margens do Rio São Francisco, e sobre herbáceas e arbustos em áreas superficialmente alagadas, desde próximos ao nível do solo até uma altura de ca. 1,70 m.

- Descrição do canto (Tabela 15; fig. 33)

O canto apresenta em média duração de 318 ms e 12,1 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 32 cantos/min. Apresenta modulação ascendente de intensidade um pouco mais pronunciada nos primeiros pulsos (até 3º–4º pulsos); o 1º pulso do canto geralmente apresenta intensidade bem menor que os demais; a amplitude máxima é atingida em $65 \pm 14\%$ da duração do canto. A energia do canto está distribuída entre 0,96–5,04 kHz, com a freq. enfatizada em uma faixa estreita do espectro entre 2,43–3,67 kHz; o 1º PE está em 3,05 kHz (dominante em 77 % dos cantos, 30 de 39) e o 2º PE em 1,43 kHz. A estrutura espectral de cada pulso similar a um “l”, correspondendo a parte de maior intensidade do envelope do pulso (i.e. parte central). Os pulsos são bem definidos e regularmente espaçados; geralmente apresentam modulação ascendente exponencial de intensidade, com decaimento mais abrupto no seu final; a amplitude máxima é atingida na metade da duração do pulso, $55 \pm 4\%$. Os pulsos possuem duração de $18,9 \pm 3,5$ ms (taxa de repetição relativamente baixa de 54,5 pulsos/seg.) e intervalo de $8,8 \pm 2,3$ ms entre pulsos.

- Comparações acústicas

Recentemente Nunes *et al.*, (2010) descreveram *S. tigrinus*, nos domínios do Cerrado, e consideraram esta espécie mais proximamente relacionada à *S. maracaya* com base na similaridade da morfologia externa e do padrão de coloração. Estes autores realizaram a descrição do canto de *S. tigrinus* (caracteres informados na **Tabela 15**), mas não compararam acusticamente a nova espécie com *S. maracaya*.

O canto de *Scinax tigrinus* é em média mais curto, e possui um valor menor para a relação duração do canto/nº de pulsos em relação à *S. maracaya*, apesar destas características apresentarem sobreposição parcial entre as espécies. Com relação a estrutura espectral, os valores da amplitude de frequência (FIGURE 5; p. 30) e da frequência dominante de *S. tigrinus* não permitem diferenciá-la de *S. maracaya*.

Com base nos dados disponíveis, no momento não é possível uma comparação acústica mais detalhada entre as espécies, mas as similaridades observadas entre os cantos indicam a necessidade de uma caracterização acústica adicional de *S. tigrinus* para avaliar se o canto de anúncio desta espécie realmente permite sua diagnose em relação à *S. maracaya*.

Tabela 15. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax maracaya*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. maracaya</i> Serra da Canastra, MG	9 (1)	318 ± 41 (171 – 459) [84]	12.1 ± 0.7 (7 – 17) [84]	26.1 ± 2.8 (20.8 – 29.3) [84]	54.5 ± 9.9 (43.5 – 66.7) [45]	0.96 ± 0.12 – 5.04 ± 0.43 [42]	2.43 ± 0.27 – 3.67 ± 0.25 [42]	3.05 ± 0.13 [44]	(1.43 ± 0.05) 1.19 ± 0.09 – 2.09 ± 0.52 [20]	2.39 ± 0.96 (1.2 – 4.8) [45]	32.2 ± 10.5 (12.8 – 46.5) [8]	17.8 ± 2.0 16.0–21.0
<i>S. maracaya</i> ¹ Nova Lima, MG	?	280	(11 – 12)	24.3*		0.50 – 5.50	1.00 – 3.50		0.50 called fundam. freq	1.00*	42	25.0
<i>S. tigrinus</i> ²	2	210 ± 60 (80 – 340) [40]	(4 – 15) [40]	(20.0 – 22.7)		1.00 – 5.00 **	2.93 – 3.27	3.06 ± 0.03			56.1*	

¹ Cardoso & Sazima (1980) – duração dos pulsos maior que 10 ms; ² Nunes *et al.*, (2010); * valor aproximado, calculado a partir dos valores informados;

** valor aproximado observado na figura; ? não informado.

Figura 33. Canto de anúncio de *Scinax maracaya*: **A-** oscilograma de dois cantos em sequência; **B-** oscilograma de um único canto (primeiro canto representado em A) com maior resolução; **C-** seção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, Minas Gerais; ar = 16,0 °C; 19:15 h. Novembro de 2011. Arquivo sonoro: *Scinax_maracaCanasMG7dLM_AAGmt_30,9s*. FFT=256. Espécime não coletado.

***Scinax nasicus* (Cope, 1862)**

Espécie de tamanho médio (machos 27,0–36,2 mm de CRC; ZUEC) cuja localidade tipo não é bem definida, i.e. reportada como “Paraguai”, nas drenagens ao longo dos rios Paraguai e Paraná (Frost, 2013). Atualmente *S. nasicus* é reportada como amplamente distribuída nas regiões sudoeste e sul do Brasil, e em áreas do Paraguai, Argentina, Uruguai e Bolívia, dentro dos domínios do Cerrado-Pantanal e Chaco (De la Riva *et al.*, 1994; Gordo & Campos, 2003; Uetanabaro *et al.*, 2008; Frost, 2013; presente estudo).

A descrição do canto é realizada abaixo para quatro indivíduos registrados em Aquidauana, no estado do Mato Grosso do Sul, localidade que faz parte da drenagem do Rio Paraguai. Os indivíduos foram observados vocalizando sobre vegetação arbustiva densa em uma área superficialmente alagada – i.e. brejo natural, desde próximos ao nível do solo até cerca de 1 m de altura.

- Descrição do canto (Tabela 16; fig. 34)

O canto é composto por um único pulso, com duração de 63 ± 3 ms; a taxa de emissão é de cerca de 258 cantos/min. O envelope do pulso apresenta forma irregular – oscilações ascendentes e descendentes irregulares ao longo da sua duração; não podem ser identificadas sub-unidades no pulso; a amplitude máxima é atingida em 73 ± 2 % da duração do canto (pulso). A energia do canto ocupa uma das faixas mais baixas do espectro dentre as espécies do clado *S. ruber*, entre 0,47–6,04 kHz; a frequência enfatizada geralmente está distribuída em duas faixas do espectro; o 1ºPE está em 0,99 kHz (100% dos cantos) e três dos quatro indivíduos registrados apresentaram um 2ºPE em 3,34 kHz.

- Comparações acústicas entre populações e diversidade críptica

Apesar da ampla distribuição geográfica atualmente reportada para *S. nasicus*, seu canto de anúncio é conhecido até o momento apenas para duas populações – Santa Cruz de la Sierra, na Bolívia (De la Riva *et al.*, 1994) e Corrientes (Ituzaingó), na Argentina (Straneck *et al.*, 1993), este último publicado pelos autores na forma de áudio/fita cassete. Um registro adicional publicado por Márquez *et al.*, (2002) para a Bolívia também foi analisado (**ver Tabela 16**).

O canto das duas populações mais distantes geograficamente, i.e. Aquidauana e Bolívia (ca. 1.000 km) apresentam grande similaridade em suas características acústicas, i.e. duração do canto, amplitude de frequência, e pico de frequência dominante (1ºPE). As principais diferenças observadas, i.e. taxa de repetição de pulsos e nº de pulsos reportados por De la Riva *et al.*, (1994) são provavelmente devido a diferenças metodológicas de análise. Esta conclusão está baseada na análise dos cantos publicados por Márquez *et al.*, (2002) para a mesma localidade na Bolívia; nesta população, os pulsos (cantos) parecem apresentar maior periodicidade (i.e. oscilações mais regulares internamente), o que poderia ser reconhecido como sub-unidades (ou pulsos). Com base nos dados acústicos disponíveis, as duas populações são aqui consideradas sob a mesma identidade específica.

Em relação à população de Corrientes (Argentina), embora a menor temperatura do ar (22 °C) durante o registro e o tamanho amostral de um indivíduo gravado devam ser levados em consideração, o canto marcadamente mais longo e o 1ºPE em frequências bem mais altas no espectro para esta população em relação às populações de Aquidauana e da Bolívia são altamente sugestivos de diferenças inter-específicas.

A designação de um neótipo e a redescrição de *S. nasicus* são necessárias para a avaliação da identidade taxonômica das populações atualmente reconhecidas sob esse nome. Assim, o canto aqui descrito para a população de Aquidauana (MS), na drenagem do Rio Paraguai, é tentativamente atribuído à *S. nasicus*.

Tabela 16. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax nasicus*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. nasicus</i> Aquidauana, MS	4 (1)	63 ± 3 (50 – 85) [40]	1 ± 0 [40]	= duração canto	15.9 ± 0.7 (11.8 – 20.0) [40]	0.47 ± 0.01 – 6.04 ± 0.35 [20]	0.80 ± 0.01 – 1.57 ± 0.01 [20]	0.99 ± 0.01 [20]	(3.34 ± 0.13) 2.80 ± 0.09 – 4.19 ± 0.16 [16]	N.A.	258.3 ± 41.6 (206 – 308) [4]	27.0 ± 0.8 26.0–28.0
<i>S. nasicus</i> ¹ Puerto Almacén, Bolívia	1 / 61	58 ± 10 (43 – 99)	5.1 ± 0.9 (4 – 6)		91.1 ± 15.0 (74.7 – 113.4)		0.97 ± 0.05 (0.85 – 1.11)				337.1 ± 56.3 (224 – 458)	
<i>S. nasicus</i> ² Puerto Almacén, Bolívia	1	67±11 (55–88) [9]	1 ± 0 [9]	= duração canto	15.3 ± 2.3 (11.4–18.2) [9]	0.46±0.02 – 3.75±0.19 [5]		0.94 ± 0.03 [6]	(2.80 ± 0.01)	N.A.		
<i>S. nasicus</i> ³ Argentina	1 (1)	87 ± 6 (77–100) [12]	1 ± 0	= duração canto	11.5	0.47±0.02 – 6.00±0.27 [5]	2.59 ± 0.17 – 3.99 ± 0.03 [5]	3.44±0.04 [5]		N.A.	181.8	22.0

¹ De la Riva *et al.*, (1994); ² Analisado do CD 1 Guía sonora de las ranas y sapos de Bolivia; *Scinax nasicus*, Márquez *et al.*, (2002); ³ Straneck *et al.*, (1993). N.A. = caráter não se aplica a espécie (apenas 1 pulso no canto).

1/61 = número de indivíduos gravados/ número de cantos analisados.

Figura 34. Canto de anúncio de *Scinax nasicus*: **A**- oscilograma de dois cantos em sequência; **B**- oscilograma de um único canto (segundo canto representado em A) mostrando detalhes da forma de onda do pulso; **C**- espectro de força e **D**- espectrograma dos dois cantos representados em A. Aquidauana, Mato Grosso do Sul; ar = 27,0 °C; 19:46 h. Dezembro de 2010. Arquivo sonoro: *Scinax nasicus*MS2bLM_AAGmt_2m07,7s. FFT=256. Espécime não coletado.

***Scinax perereca* Pombal, Haddad & Kasahara, 1995**

Espécie de tamanho médio-grande (machos 34,0–38,5 mm de CRC; Pombal *et al.*, 1995a), descrita de Ribeirão Branco (*ca.* 800 m alt.), estado de São Paulo. *Scinax perereca* é reportada para a região sul e parte da região sudeste do Brasil, dentro do domínio da Mata Atlântica (Pombal *et al.*, 1995a; Kwet 2001b; Magrini & Giaretta, 2010; presente estudo).

A descrição do canto desta espécie foi previamente realizada por Magrini & Giaretta (2010, **Anexo 2**) com base em três indivíduos registrados em Ubatuba (SP) – considerado no momento o limite norte da distribuição geográfica de *S. perereca* – além das considerações taxonômicas pertinentes através de comparações com os cantos de outras populações conhecidos até então (**informações acústicas sumarizadas na Tabela 17**). Abaixo forneço a descrição mais detalhada do canto de *S. perereca* com base em novos dados acústicos coletados de uma população registrada na Estação Ecológica Juréia-Itatins (nível do mar), Peruíbe (SP). Cantos de populações da região sul do Brasil (estados do PR, SC e RS) registrados por A. Kwet (a maior parte analisada em Kwet 2001a,b) também foram analisados; **valores sumarizados na Tabela 17**).

- Descrição do canto (Tabela 17; figs. 35–36)

O canto possui em média duração de 239 ms e 19,4 pulsos; taxa de emissão de cerca de 30 cantos/min. O 1º pulso do canto geralmente apresenta intensidade bem menor que os demais; modulação ascendente de intensidade um pouco mais pronunciada até 5º–7º pulsos; a amplitude máxima do canto é atingida em $71 \pm 8\%$ de sua duração. A energia do canto está distribuída entre 1,21–5,29 kHz; a frequência enfatizada pode ocupar duas faixas estreitas do espectro – que podem ser praticamente contínuas ou separadas – ou apresentar apenas a faixa enfatizada inferior. O 1º PE está em 1,66 kHz (90% dos cantos, 18 de 20) e o 2º PE em 3,50 kHz. Os pulsos em geral são pouco definidos, apresentando-se praticamente sobrepostos. Apesar de apresentar o envelope de onda relativamente variável (**figs. 35–36**), em geral os pulsos exibem modulação ascendente de intensidade relativamente gradual; a amplitude máxima é atingida em $66 \pm 9\%$ da sua duração. Os pulsos possuem duração de $10,7 \pm 0,2$ ms (taxa de repetição elevada de 94,1 pulsos/seg), e intervalo entre pulsos de $1,5 \pm 0,4$ ms.

- Comparações acústicas entre populações

Os dados acústicos disponíveis para as populações atualmente atribuídas à *S. perereca* – presente trabalho e informações da literatura – mostram considerável sobreposição em alguns dos caracteres do canto, e.g. duração do canto, nº de pulsos, amplitude de frequência e frequência enfatizada (**ver Tabela 17**). Entretanto, discrepâncias relevantes foram observadas entre as populações na taxa de repetição dos pulsos, razão duração do canto/nº de pulsos, limite inferior de freq. do espectro, e nos picos principais de frequência enfatizados do canto (**Tabela 17 e figs. 35–36**).

É interessante notar que não houve congruência entre o gradiente geográfico entre as populações e a variação nas características do canto. Dentre as populações amostradas, aquela que apresentou maior similaridade acústica com a população topotípica (Ribeirão Branco) foi a do Rio Grande do Sul/RS (i.e. Reserva Pró-Mata, *ca.* 600 km de distância; **fig. 36**). Estas duas populações apresentam em média canto mais longo, maior nº de pulsos, menor taxa de repetição de pulsos, frequências mais baixas ocupadas no espectro (freq. mínima, frequência enfatizada e picos de freq. dominante) em relação às demais populações estudadas, i.e. Peruíbe, Ubatuba e PR-SC, apesar de haver sobreposição parcial em alguns destes caracteres. A população geograficamente mais próxima de Ribeirão Branco é a de Peruíbe (*ca.* 170 Km de distância), à qual apresenta os caracteres do canto mais similares às populações de Ubatuba/SP e àquelas do PR e SC (i.e. diversas localidades nos dois estados consideradas em conjunto). Embora as temperaturas do ar durante os registros nestas três últimas populações sejam mais altas do que naquelas em Ribeirão Branco e RS – o que poderia explicar parcialmente as diferenças temporais encontradas – a variação de temperatura geralmente não afeta características espectrais do canto (e.g. Gerhardt & Huber, 2002; Wells, 2007), as quais também foram consideravelmente discrepantes entre as populações.

No momento não é possível concluir se essas diferenças acústicas refletem variação intra-específica de *S. perereca* ou se tratam-se de variação inter-específica. Uma análise conjunta de dados acústicos e morfológicos com tamanho amostral que permita análises estatísticas apropriadas é necessária para avaliar a posição taxonômica das populações aqui estudadas.

- Considerações taxonômicas e sistemáticas

Dentre as espécies acusticamente avaliadas no presente estudo, o canto de *S. perereca* mostra maior similaridade ao de *S. hayii*, havendo considerável sobreposição entre as duas espécies em caracteres como nº de pulsos no canto, taxa de repetição de pulsos, faixa de frequência ocupada no espectro e 1ºPE. Estas características indicam uma relação de parentesco mais próxima entre *S. perereca* e *S. hayii*.

Pombal *et al.*, (1995a) na descrição de *S. perereca* declararam apenas que o canto dessa espécie era diferente do canto de *S. hayii*, sem fornecer nenhum comentário adicional. No momento, considero que a diagnose acústica de *S. hayii* em relação a *S. perereca* pode ser realizada com base nas seguintes características: canto em média mais curto, menor taxa de repetição de pulsos, maior valor para a relação duração canto/nº pulsos, e pulsos um pouco melhor definidos e com menor sobreposição (i.e. maior intervalo entre pulsos) em *S. hayii* em relação à *S. perereca*.

Populações atualmente atribuídas a *S. hayii* – e.g. Duque de Caxias/RJ e Paranapiacaba/SP – possuem cantos muito similares (i.e. taxa de repetição de pulsos, freq. mínima do canto e 1ºPE) a algumas populações reconhecidas como *S. perereca* – i.e. população topotípica e do RS (**fig. 36E–H**), embora deva-se notar que há considerável diferença de temperatura do ar nos registros entre estas populações/espécies.

- Considerações adicionais

Na descrição de *S. perereca* Pombal *et al.*, (1995a) reportaram a ocorrência da espécie em Eldorado/SP e na Estação Ecológica Juréia-Itatins (Peruíbe/SP). Narvaes e colaboradores (2009) reportaram a ocorrência de *S. hayii* nesta unidade de conservação, mas considerando que a área amostrada no presente trabalho é coincidente com àquela estudada por esses últimos autores, os dados acústicos aqui analisados indicam que é provável que o nome *S. hayii* tenha sido atribuído a mesma população aqui considerada. Com base nos dados acústicos apresentados, no momento considero a identidade de *S. perereca* como a mais apropriada para a população de Perúibe, em concordância com Pombal *et al.*, (1995a).

Pela discussão prévia, é provável que outras populações sejam incorretamente identificadas como pertencentes à *S. hayii* e/ou *S. perereca* ao longo da distribuição

atualmente reportada para as duas espécies (e.g. Lutz 1973; Moraes *et al.*, 2007; Lucas & Marocco, 2011). A designação de um neótipo e a redescrição de *S. hayii* (**ver *S. hayii* acima**), baseada em uma caracterização morfométrica e acústica detalhada, e a redescrição do canto de *S. perereca* para sua população topotípica parecem necessários para assegurar uma diagnose mais acurada da identidade específica das populações atualmente reconhecidas para essas espécies, e para auxiliar no reconhecimento e delimitação da distribuição geográfica de ambas.

Tabela 17. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações de *Scinax perereca*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. perereca</i> Peruíbe (SP)	4 (2)	239 ± 39 (164 – 315) [40]	19.4 ± 3.0 (13 – 25) [40]	12.4 ± 0.3 (11.8 – 12.9) [40]	94.1 ± 2.4 (83.3 – 111.1) [64]	1.21 ± 0.09 – 5.29 ± 0.19 [20]	1.47 ± 0.11 – 1.97 ± 0.21 [20]	1.66 ± 0.07 [20]	(3.50 ± 0.25) 3.03 ± 0.36 – 4.11 ± 0.40 [18]	8.35 ± 1.98 (2.3 – 12.0) [64]	30.0 ± 6.8 (22.1 – 36.7) [4]	23.0 ± 0
<i>S. perereca</i> ¹ Ubatuba (SP)	3 (2)	197 ± 9 (165 – 213) [30]	16.3 ± 1.4 (13 – 20) [30]	12.2 ± 0.70 (11.6 – 13.3) [30]	114.3 ± 10.0 (100 – 125) [30]	1.13 ± 0.08 – 5.71 ± 0.46 [15]	1.45 ± 0.11 – 2.08 ± 0.32 [15]	1.70 ± 0.09 [15]	(3.52 ± 0.32) 3.06 ± 0.21 – 3.86 ± 0.26 [15]	3.41 ± 1.49 (2.3 – 5.0) [30]	9.6 ± 4.1 (5.8 – 14.0) [3]	23.7 ± 0.6 23.0–24.0
<i>S. perereca</i> ² PR e SC	7	250 ± 24 (193 – 313) [66]	20.0 ± 1.9 (16 – 25) [66]	12.5 ± 0.4 (11.5 – 13.4) [66]	97.5 ± 3.6 (83.3 – 111.1) [84]	1.09 ± 0.11 – 5.02 ± 0.47 [36]	1.30 ± 0.12 – 1.97 ± 0.28 [36]	1.69 ± 0.16 [37]	(3.44 ± 0.14) 3.02 ± 0.19 – 3.97 ± 0.26 [36]	7.07 ± 3.86 (2.3 – 12.0) [84]	45.1 ± 10.2 (30.3 – 58.6) [6]	21.2 ± 1.2 19.0–23.0
<i>S. perereca</i> ² RS	3	386 ± 54 (293 – 515) [30]	24.7 ± 5.5 (16 – 32) [30]	15.9 ± 2.2 (13.9 – 18.8) [30]	80.0 ± 6.0 (66.7 – 90.9) [45]	0.88 ± 0.06 – 4.33 ± 0.38 [15]	1.12 ± 0.05 – 1.84 ± 0.16 [15]	1.41 ± 0.10 [15]	(3.23 ± 0.09) 2.91 ± 0.24 – 3.65 ± 0.13 [15]	3.51 ± 0.91 (2.2 – 13.0) [45]	24.7 ± 10.3 (17.0 – 36.4) [3]	17.7 ± 2.3 15.0–19.0
<i>S. perereca</i> ^{3*} Ribeirão Branco, SP	?	(280 – 350)	(21 – 24)			0.80 – 3.90	1.30 – 1.60				(18.0 – 50.0) = note rate	18.5
<i>S. perereca</i> ^{4*} Ribeirão Branco, SP	1	343 ± 19 (306 – 365) [10]	23.5 ± 1.3 (21 – 25) [10]	14.6 ± 0.1 (14.4 – 14.9) [10]	86.1 ± 5.6 (76.9 – 90.9) [21]	0.91 ± 0.0 – 5.09 ± 0.22 [5]		1.44 ± 0.02 [5]	3.25 ± 0.01 [5]	7.29 ± 3.58 (3.7 – 12.0) [21]	43.6 [1]	18.5
<i>S. perereca</i> ⁵	5	(250 – 480)	(20 – 30)		(70.0 – 80.0)		1.16 – 2.80					

¹ Reanalizado dos registros de Magrini & Giaretta (2010); ² Analisado dos registros de A. Kwet (diversas localidades do Brasil, nos estados de Santa Catarina e Paraná);

³ Analisado dos registros de A. Kwet (Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul); ⁴ Pombal *et al.*, (1995a,b); ⁵ Registro de Ribeirão Branco* (SP) em Toledo & Haddad, (2008); ⁶ Kwet (2001a). * Localidade tipo; ? não informado.

Figura 35. Canto de anúncio de *Scinax perereca*: **A**- oscilograma de dois cantos em sequência; **B**- oscilograma de um único canto (primeiro canto representado em A) com maior resolução; **C**- secção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Estação Ecológica Juréia-Itatins, Peruíbe, São Paulo; ar = 23,0 °C; 04:02 h. Fevereiro de 2011. Arquivo sonoro: *Scinax_perereca_JureiaSP1aLM_AAGmt_1m51,0s*. FFT=256. Espécime não coletado.

Figura 36. Canto de anúncio de *Scinax perereca* registrada em Florianópolis/SC (A–D) e *S. perereca* registrada no estado do Rio Grande do Sul (E–H): A e E- oscilograma de um único canto; B e F- seção do canto em A e E, respectivamente, mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; C e G- espectro de força, D e H- espectrograma dos cantos representados em A e E, respectivamente. (A–D), Próximo a Armação, Florianópolis, Santa Catarina; ar = 22,0 °C; 22:00 h. Outubro de 2002. (E–H), Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul; ar = 15,0 °C; 23:00 h. Outubro de 1996. Arquivos sonoros: Sperereca13 e SgranSpereDminut01, respectivamente. (Registros de A. Kwet). FFT=256.

***Scinax quinquefasciatus* (Fowler, 1913)**

Espécie de tamanho médio (machos 29,6–34,0 mm de CRC), descrita de Durán, Guayas, no Equador. A distribuição atualmente reportada para a espécie compreende áreas de baixa altitude ao longo da costa do Pacífico, do Equador à Colômbia. (Duellman, 1971).

Duellman (1971) redescreveu *S. quinquefasciatus* com base em espécimes coletados em Santo Domingo de los Colorados, Equador, descrevendo também o canto da espécie dessa mesma localidade. Abaixo forneço uma descrição mais detalhada do canto de *S. quinquefasciatus* com base nos registros de três indivíduos realizados por S. Ron em Pedernales, Manabí, Equador, *ca.* de 100 km de distância da população registrada por Duellman (1971).

- Descrição do canto (Tabela 18; fig. 37)

O canto possui duração bem variável entre 267–1.440 ms, e de 10–50 pulsos (média de 542 ms e 19,8 pulsos); a taxa de emissão é de cerca de 39 cantos/min. Cantos mais curtos em geral apresentam o 1º pulso com intensidade bem menor que os demais, enquanto que os cantos mais longos apresentam o início com ascendência abrupta e o final com decaimento abrupto; o envelope do canto possui forma aproximadamente retangular, oscilando irregularmente ao longo de sua duração; a amplitude máxima é atingida em $55 \pm 12\%$ da duração do canto. A energia do canto está distribuída entre 0,76–5,43 kHz; a frequência enfatizada na maior parte dos cantos está concentrada em uma faixa estreita em frequências mais altas do espectro, mas uma segunda faixa inferior de frequência também pode estar enfatizada; o 1ºPE está em 3,66 kHz (70% dos cantos, 7 de 10) e o 2ºPE em 1,31 kHz (faixa inferior de freq.). Os pulsos são bem definidos e regularmente espaçados; apresentam a forma do envelope amplitude-tempo aproximadamente simétrica, com quatro sub-unidades bem marcadas em cada pulso; a amplitude máxima é atingida em $50 \pm 11\%$ da duração dos pulsos. Os pulsos possuem duração de $13,3 \pm 0,7$ ms (taxa de repetição de 76,1 pulsos/seg.) e intervalo entre pulsos de $14,2 \pm 1,5$ ms.

- Comparações acústicas entre populações

De la Riva e colaboradores (1997) descreveram o canto de *S. quinquefasciatus* de Esmeraldas (Equador), população próxima a do presente estudo (*ca.* 100 Km). Essas duas populações estão aproximadamente a mesma distância (*ca.* 100 km) da população descrita por Duellman (1971).

As características descritas do canto de Esmeraldas (apenas um indivíduo) apresentam grande sobreposição aos valores aqui reportados para a população de Pedernales com base em um tamanho amostral maior (**ver Tabela 18**). Foram observadas informações conflitantes entre os valores informados no texto e na tabela do trabalho de De la Riva *et al.*, (1997); nestes casos foram considerados os valores informados no texto. O único caráter que apresenta maior discrepância entre nossos estudos é a taxa de repetição de pulsos, consideravelmente menor em Esmeraldas (35,2 *vs.* 76,1 pulsos/seg.). Entretanto, é possível notar que esta diferença é provavelmente devido a forma de se estimar a taxa de repetição dos pulsos entre os estudos, uma vez que quando se utiliza o período do pulso para o cálculo dessa característica os valores passam a ser praticamente idênticos – 36,4±1,0 pulsos/seg. em Pedernales e 35,2±0,5 pulsos/seg. em Esmeraldas.

Considerar a duração dos pulsos ou o período dos pulsos (= duração do pulso mais intervalo entre pulsos) para a estimativa da taxa de repetição de pulsos pode produzir resultados bastante discrepantes, e algumas vezes, incorretamente interpretados. De la Riva *et al.*, (1997) discutiram as diferenças encontradas entre o seu estudo e àquelas do estudo de Duellman (1971). Apesar de reconhecerem que os valores informados por Duellman (1971) para a duração do canto eram bastante diferentes dos seus resultados para a população de Esmeraldas, observaram que o canto figurado por aquele autor era congruente (*ca.* 300 ms e 9 pulsos em Duellman, 1971) com o da população que descreveram de Esmeraldas. Entretanto, De la Riva *et al.*, (1997) não notaram que a diferença na taxa de repetição de pulsos encontrada entre o seu estudo e o de Duellman (1971) poderia ser resultado da forma como a variável foi estimada. Como a taxa de repetição de pulsos reportada por Duellman (1971) está dentro da variação encontrada para a população de Pedernales, e a razão entre a duração do canto/nº pulsos é similar entre nossos estudos, considero que os valores informados da duração do canto para a população de Santo Domingo de los Colorados seja mais provavelmente um

erro cometido pelo autor. Duellman (1971) reportou a presença de harmônicos no canto de *S. quinquefasciatus*, o que não é confirmado no presente estudo; provavelmente os harmônicos identificados foram resultado das limitações tecnológicas dos equipamentos de gravação/análise da época.

Considero os dados acústicos disponíveis no momento como indicativos da mesma posição taxonômica para as três populações – i.e. *S. quinquefasciatus*.

- Implicações sistemáticas

Com base na grande similaridade da estrutura temporal descrita para os cantos de anúncio de *S. acuminatus* e de *S. quinquefasciatus*, i.e. forma do envelope do canto aproximadamente retangular, forma do envelope dos pulsos (em geral com quatro sub-unidades bem marcadas), cantos em média mais longos (≥ 540 ms) em relação as demais espécies do clado *S. ruber* (com exceção do clado *S. rostratus* e algumas espécies/populações do grupo *S. fuscomarginatus*), e grande variação na duração do canto (267–1.440 ms) e no nº de pulsos por canto (10–69) – proponho esses caracteres (i.e. estados de caráter) como sinapomorfias putativas de *S. acuminatus* + *S. quinquefasciatus* (valores informados com base na média combinada das duas espécies). Ver discussão adicional abaixo para o clado *S. rostratus*.

Tabela 18. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax quinquefasciatus*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. quinquefasciatus</i> ¹ Pedernales, Equador	3	542 ± 115 (267 – 1,44) [25]	19.8 ± 3.7 (10 – 50) [25]	27.2 ± 1.1 (25.4 – 29.8) [25]	76.1 ± 3.1 (50.0 – 83.3) [49]	0.76 ± 0.03 – 5.43 ± 0.72 [15]	3.03 ± 0.15 – 4.08 ± 0.09 [15]	3.66 ± 0.15 [15]	(1.31 ± 0.31) 0.95 ± 0.04 – 1.55 ± 0.45 [15]	0.94 ± 0.15 (0.75 – 1.46) [49]	38.7 ± 11.8 (25.3 – 47.3) [3]	24.4 ± 1.2 23.5–25.2
<i>S. quinquefasciatus</i> ² Santo Domingo de los Colorados, Equador	?	145 (140 – 150) [4]		33.3**	65 (60 – 70)	0.65	1.30				72	
<i>S. quinquefasciatus</i> ³ Esmeraldas, Equador	1 / 12	473 (168 – 578)	16 (6 – 20)	29.6* (28.0 – 28.9)	35.2 ± 0.5 (34.4 – 35.9)	1.40 – 4.00	3.45 ± 0.03 (3.39 – 3.47)		1.16 ± 0.01 = freq. fundamental		29.2 ± 9.8 (17.4 – 46.3)	

¹ Registro gentilmente cedido por S. Ron para trabalho em colaboração; ² Duellman (1971); ³ De la Riva *et al.*, (1997); * calculado a partir dos valores informados; 1/12 = número de indivíduos gravados/número de cantos analisados.

** cálculo com base na duração aproximada observada do canto em Duellman (1971), *ca.* 300 ms e 9 pulsos (fig. 3, p. 216).

? não informado.

Figura 37. Canto de anúncio de *Scinax quinquefasciatus*: **A-** oscilograma de dois cantos em sequência; **B-** oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; **C-** secção do canto em B (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Manabí, Equador; ar = 23,5 °C. Fevereiro de 2011. Registro de S. Ron, LS100572_2m49,8s. FFT=256.

Complexo *Scinax ruber* (Laurenti, 1768)

Scinax ruber

Duellman & Wiens (1993) designaram o neótipo de *S. ruber* de Paramaribo, Suriname, justificado pelo reconhecimento de grande variação na morfologia e no canto ao longo da ampla distribuição geográfica reportada para a espécie. A distribuição geográfica reconhecida atualmente para a espécie compreende o Panamá, norte da América do Sul (região das Guianas), ilhas das Antilhas (Trinidad e Tobago, e Santa Lúcia), a Bacia Amazônica da Colômbia, Peru, Equador, Venezuela e Brasil, e parte central da Bolívia (Duellman & Wiens, 1993; De la Riva *et al.*, 1994; Duellman, 2005; Lima *et al.*, 2008; Frost, 2013; presente estudo).

Abaixo forneço a descrição do canto de uma população registrada em Manaus, estado do Amazonas, inicialmente atribuída à *S. ruber*. Onze indivíduos foram registrados em uma área alagada às margens do Igarapé do Mindú, ao lado da borda de uma floresta primária. Os sítios de vocalização incluíram touceiras de gramíneas, herbáceas e troncos de árvores – desde o nível do solo até cerca de 1,60 m de altura. Indivíduos da população de Manaus apresentam tamanho médio, machos 31,0–37,0 mm de CRC (Lima *et al.*, 2008).

Cantos publicados de outras quatro populações previamente atribuídas à espécie, i.e. Panamá (Ibáñez *et al.*, 1999), Guiana Francesa (Marty & Gaucher, 1999), Equador (Read, 2000) e Bolívia (Márquez *et al.*, 2002) também foram analisados e estão sumarizados na **Tabela 19 (figs. 38–40)**.

- Descrição do canto (Tabela 19; fig. 38)

O canto possui em média duração de 177 ms e 9,3 pulsos; a taxa de emissão é de de *ca.* 35 cantos/min. O 1º pulso do canto geralmente apresenta intensidade bem menor que os demais; a modulação ascendente de intensidade é um pouco mais acentuada nos primeiros pulsos do canto (até 3º–5º pulsos); a amplitude máxima é atingida em $67 \pm 20\%$ da duração do canto. A energia do canto está distribuída entre 0,65–5,91 kHz, com a frequência enfatizada geralmente ao longo de uma ampla faixa do espectro entre 0,89–3,96 kHz; no entanto, em alguns cantos são observadas duas faixas enfatizadas estreitas separadas; o 1º PE está em 1,19

kHz (dominante em 88% dos cantos; 39 de 44) e o 2ºPE em 3,26 kHz – em um dos indivíduos analisados o 2ºPE foi o dominante. A estrutura espectral de cada pulso é similar ao envelope amplitude-tempo. Os pulsos em geral são razoavelmente definidos, mas em alguns cantos podem apresentar-se sobrepostos. Apesar de relativamente variável, em geral, o envelope de onda dos pulsos apresenta pequena modulação ascendente até próximo do seu final, quando sofrem um aumento abrupto de intensidade; a amplitude máxima é atingida em $70\pm5\%$ da duração dos pulsos; possuem duração de $16,9\pm4,7$ ms (taxa de repetição moderada de 63,6 pulsos/seg), e intervalo entre pulsos de $3,7\pm1,1$ ms.

- Comparações acústicas entre populações (ver Tabela 19 e figs. 38–40)

Apesar de haver sobreposição parcial na maior parte das características entre as populações atribuídas à *S. ruber* com canto conhecido, a população de Manaus i.e. *S. ruber* ‘Manaus’ pode ser diferenciada das populações do Equador, Guiana Francesa e Bolívia por uma combinação de características: apresenta valor consideravelmente maior para a relação duração canto/nº pulsos (20,5 ms vs. 14,2 a 15,9 ms nas demais), pulsos e intervalo entre pulsos mais longos (valores informados no rodapé da Tabela 19), e menores valores para a freq. mínima e pico principal de freq. enfatizada do canto (1,19 kHz vs. $\geq 1,35$ kHz; Equador = 3,20 kHz) (ver figs. 38–40).

O canto de *Scinax ruber* ‘Manaus’ apresenta maior similaridade com os cantos das populações do Peru e do Panamá. Diferenças entre essas populações podem ser observadas nos valores mais baixos para o 1ºPE no Panamá, mais altos no Peru, e intermediários em Manaus; adicionalmente, o 2ºPE é mais alto em Manaus, mais baixo no Peru e possui valor intermediário no Panamá (ver Tabela 19). No momento, com base na amostra limitada disponível para análise – i.e. um indivíduo registrado para as populações do Panamá (Barro Colorado) e do Peru – e nas informações acústicas limitadas disponíveis na literatura, não é possível reconhecer conclusivamente com base no canto, se as populações do Peru (Tambopata), Panamá e Manaus pertencem a mesma identidade específica. Entretanto, o canto figurado em Campbell & Telford (1971, fig. 2, p. 54) da população de Chepo (Panamá) é totalmente discordante (11 pulsos e ca. 400 ms) dos valores reportados no texto do referido trabalho e dos resultados encontrados para a população de Barro Colorado aqui analisada – o

que impede comparações com este trabalho.

Na descrição do canto de anúncio de *S. ruber* para a população registrada em Puerto Almacén, Bolívia, De la Riva *et al.*, (1994) compararam os cantos atribuídos a *S. ruber* até então conhecidos. Esses autores consideraram as divergências acústicas entre as populações como indicativas de pelo menos duas identidades específicas – uma para as populações do Panamá e Equador, e a outra para Bolívia e Peru. A análise dos registros publicados de Puerto Almacén, Bolívia (Márquez *et al.*, 2002), e de Tambopata, no Peru (Cocroft *et al.*, 2002), permitem uma comparação mais detalhada entre essas populações. O canto da Bolívia apresenta uma taxa de repetição de pulsos marcadamente mais alta (84,7 pulsos/seg.) em relação à população do Peru (68,0 pulsos/seg.); adicionalmente, o canto mais longo registrado na Bolívia (203 ms e 14 pulsos) corresponde a duração média do canto no Peru (209 ms), porém com um valor consideravelmente menor de pulsos (11,4). Esta diferença é reflexo da maior duração dos pulsos e intervalo entre pulsos na população do Peru em relação à da Bolívia. Adicionalmente o valor do 2ºPE do canto é consideravelmente mais alto no canto da Bolívia (3,50 kHz vs. 2,99 kHz). As discrepâncias observadas no canto entre essas populações são sugestivas de identidades específicas diferentes (**ver Tabela 19 e fig. 39C–D e 39I–J**).

As divergências observadas na reanálise do canto de Puerto Almacén (Bolívia) em Márquez *et al.*, (2002) em relação a descrição de De la Riva *et al.*, (1994) nas características taxa de repetição de pulsos e duração do pulso/intervalo pulso devem-se a diferença na forma do cálculo do caráter entre os estudos para a primeira variável (uso do período do pulso na descrição original), e ao erro no nome das características combinadas naquele estudo – i.e. o correto é “duração pulso/período pulso” (**ver detalhes no rodapé da Tabela 19 e *S. fuscovarius* acima**).

- Considerações adicionais

Cantos de diversas populações têm sido descritos e atribuídos à espécie nominal *S. ruber* há bastante tempo – e.g. Panamá (Campbell & Telford, 1971); Belém/Brasil e Equador (Duellman & Pyles, 1983); Peru (Duellman, 2005) e Bolívia (De la Riva *et al.*, 1994 e referências no trabalho). A grande variação morfológica e acústica entre as populações ao longo da ampla distribuição geográfica atribuída à *S. ruber* foi reconhecida por Duellman &

Wiens (1993) como indicativo de que este nome deveria corresponder na realidade a um complexo de espécies.

No momento o canto conhecido mais próximo da localidade tipo de *S. ruber* é aquele publicado por Marty & Gaucher (1999) para a Guiana Francesa (localidade do registro não mencionada). Mais recentemente, Fouquet *et al.*, (2007) realizaram um estudo avaliando a variação genética de diversas populações reconhecidas como *S. ruber* na Guiana Francesa, Cuzco Amazônico no Peru, e algumas localidades no Equador. As análises do estudo revelaram que essas populações não formam uma unidade específica (i.e. *S. ruber* não foi monofilético), sendo possível o reconhecimento de seis linhagens distintas sob o nome *S. ruber* – quatro na Guiana Francesa, a população do Peru e a do Equador. Segundo os autores, a divergência genética encontrada fornece evidência suficiente para o reconhecimento de cada linhagem como pertencente a uma identidade específica particular.

No momento não é possível avaliar se a divergência acústica entre as diferentes populações atribuídas à *S. ruber* na Bacia Amazônica é congruente com a variação genética encontrada por Fouquet *et al.*, (2007). Embora não seja possível reconhecer se o canto publicado por Marty & Gaucher (1999) para a Guiana Francesa (analisado no presente estudo) pertence a alguma das quatro linhagens reconhecidas por Fouquet *et al.*, (2007) nesse país, o canto desse indivíduo/população permite diferenciá-lo acusticamente das demais populações aqui analisadas (**ver Tabela 19 e figs. 38–40**).

Adicionalmente, a diferença observada no canto da população da Bolívia em relação às populações do Equador, do Peru (pelo menos para Tambopata), e daquele disponível para a Guiana Francesa são sugestivas de que essa população é mais uma espécie críptica sob o nome *S. ruber*.

Com base na ampla variação morfológica (Duellman & Wiens, 1993), acústica (Duellman & Wiens, 1993; De la Riva *et al.*, 1994; presente estudo) e molecular (Fouquet *et al.*, 2007) reconhecida para as diversas populações previamente reconhecidas sob o nome *Scinax ruber* na Bacia Amazônica e Bolívia (Cerrado), é possível que nenhuma das populações até o momento reconhecidas como *S. ruber* na literatura possua realmente essa identidade específica.

Tabela 19. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações do complexo *Scinax ruber*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. ruber</i> Manaus AM	9 (1)	177 ± 18 (127 – 261) [90]	9.3 ± 2.8 (5 – 17) [90]	20.5 ± 2.5 (14.5 – 26.7) [90]	63.6 ± 17.6 (41.7 – 90.9) [107]	0.65 ± 0.09 – 5.91 ± 0.71 [46]	0.89 ± 0.17 – 1.91 ± 0.22 [46]	1.19 ± 0.13 [48]	(3.26 ± 0.29) 2.88 ± 0.13 – 3.96 ± 0.31 [31]	4.97 ± 1.04 (3.78 – 6.63) [106]	35.4 ± 11.8 (20.0 – 53.6) [9]	24.6 ± 0.9 23.0–25.0
<i>S. ruber</i> ¹ Guiana Francesa	2	220 ± 6 (180 – 243) [20]	17.6 ± 0.8 (14 – 20) [20]	12.5 ± 0.3 (11.9 – 13.2) [20]	91.3 ± 6.3 (83.3 – 100.0) [15]	0.85 ± 0.02 – 4.48 ± 0.19 [10]	1.06 ± 0.03 – 1.81 ± 0.09 [10]	1.36 ± 0.02 [10]	(3.18 ± 0.10) [10]	8.09 ± 3.43 (3.30 – 12.0) [15]	56.3 ± 9.4 (49.6 – 63.0) [2]	n.i.
<i>S. ruber</i> ² Tambopata, Peru	2	209 ± 33 (154 – 276) [12]	11.4 ± 1.4 (9 – 14) [12]	18.3 ± 0.9 (16.9–19.7) [12]	67.8 ± 4.1 (58.8 – 71.4) [20]	0.76 ± 0.06 – 4.77 ± 0.38 [12]		1.35 ± 0.04 [12]	2.99 ± 0.17 [12]	4.3 ± 1.7 (2.8 – 8.5) [20]	27.6	25.0
<i>S. ruber</i> ³ Tambopata, Peru	3				120.0	0.41 =fundam.	1.22 (1.20–1.26)				27.3 (14.0 – 36.0)	21.5–23.2
<i>S. ruber</i> ⁴ Barro Colorado, Panamá	1	145 ± 22 (115 – 175) [10]	8.4 ± 1.2 (7 – 10) [10]	17.2 ± 0.5 (16.4 – 18.0) [10]	68.0 ± 2.2 (66.7 – 71.4) [14]	0.69 ± 0.02 – 6.07 ± 0.04 [5]	0.81 ± 0.04 – 1.84 ± 0.16 [5]	1.05 ± 0.02 [5]	(3.07 ± 0.14) 2.67 ± 0.07 – 3.84 ± 0.04 [5]	5.26 ± 0.96 (4.70 – 7.50) [14]	61.6 [1]	n.i.
<i>S. ruber</i> ⁵ Achiote, Panamá	?	(140 – 150) 400**	(1 – 13) 11**		(66 – 72)		1.60					26.0
<i>S. ruber</i> ⁶ Equador	1	144 ± 15 (122–162) [10]	9.1 ± 0.9 (8 – 10) [10]	15.9 ± 0.3 (15.3 – 16.4) [10]	71.4 ± 0 [10]	1.16 ± 0.09 – 5.30 ± 0.16 [5]	2.64 ± 0.09 – 4.02 ± 0.08 [5]	3.20 ± 0 [5]	^a	6.30 ± 1.13 (4.67 – 7.00) [10]	55.2 [1]	n.i.
<i>S. ruber</i> ⁷ Sta Cecilia, Equador	?	150 (140 – 160)			47.6 (40 – 51)	0.32 =fundam.	1.48 1.25 – 1.79					
<i>S. ruber</i> ⁷ Belém, Pará	?	130 (130 – 140)			60.0	0.41 =fundam.	1.35 1.22 – 1.68					

Tabela 19. Continuação. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações do complexo *Scinax ruber*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. ruber</i> ⁸ Puerto Almacén, Bolívia (= nota 1)	1 / 11	163 ± 16 (143 – 198)	11.4 ± 1.3 (10 – 14)	14.3*	69.7 ± 2.0 (67.4 – 74.4)		2.10 ± 0.03 (2.02 – 2.14)			0.71 ± 0.07 (0.64 – 0.84)	33.6 ± 15.5 (16.6 – 46.8)	
<i>S. ruber</i> ⁹ Puerto Almacén, Bolívia	1	184 ± 23 (126 – 203) [10]	12.9 ± 1.5 (9 – 14) [10]	14.2 ± 0.2 (14.0–14.5) [10]	84.7 ± 3.1 (83.2 – 90.9) [12]	0.95 ± 0.01 – 6.46 ± 0.10 [5]	1.09 ± 0.08 – 1.82 ± 0.16 [5]	1.31 ± 0.01 [5]	(3.50 ± 0.02) 2.87 ± 0.07 – 4.01 ± 0.06 [5]	5.9 ± 0.2 (5.5 – 6.0) [12]	50.8	n.i.

¹ Analisado do CD Tailless Amphibians of French Guiana; *S. ruber*, faixa 50; Marty & Gaucher (1999);

² Analisado do CD Frogs of Tambopata, Peru; *S. ruber*, faixa 43; Cocroft *et al.*, (2001);

³ Duellman (2005);

⁴ Analisado do CD Vocalizations of frogs and toads from Barro Colorado Nature Monument; *S. ruber*, faixa 29; Ibáñez *et al.*, (1999);

⁵ Campbell & Telford (1971);

⁶ Analisado do CD Frogs of the Ecuadorian Amazon; *S. ruber*, faixa 56; Read (2000);

⁷ Duellman & Pyles (1983);

⁸ Analisado do CD Guía sonora de las ranas y sapos de Bolivia; *S. ruber*, faixa 78; Márquez *et al.*, (2002);

⁹ De la Riva *et al.*, (1994).

1/11= número de indivíduos gravados/número de cantos analisados.

n.i. e (?) = não informado; * ausente nos registros analisados; * calculado a partir dos valores médios informados; ** valor aproximado com base no canto figurado no trabalho.

Caracteres adicionais das populações analisadas no presente estudo:

Período pulso (ms):

Manaus (20,7±5,7); Guiana Francesa (12,6±0,5); Peru (18,5±0,5); Panamá (17,6±0,5); Equador (16,3±0,5); Bolívia (13,8±0,4)

Duração pulso (ms):

Manaus (16,9±4,7); Guiana Francesa (11,0±0,8); Peru (14,8±1,0); Panamá (14,8±0,5); Equador (14,0±0 ms); Bolívia (11,8±0,4)

Intervalo pulso (ms):

Manaus (3,7±1,1); Guiana Francesa (1,6±0,6); Peru (3,8±1,0); Panamá (2,9±0,4); Equador (2,3±0,5); Bolívia (2±0)

População da Bolívia, canto em Márquez *et al.*, (2002):

Duração pulso/período pulso = 0,86±0,01

Taxa de repetição de pulsos com base no período do pulso = 72,4±2,2 pulsos/seg.

Figura 38. Canto de anúncio de *Scinax ruber* 'Manaus': **A-** oscilograma de dois cantos em sequência; **B-** oscilograma de um único canto (primeiro canto representado em A) com maior resolução; **C-** seção do canto em B (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Manaus, Amazonas; ar = 23,0 °C; 21:19 h. Fevereiro de 2012. Arquivo sonoro: *Scinax_aff_ruber*ManausAM1d_1m28,9s. FFT=256. Espécime não coletado.

Figura 39. Canto de anúncio de diferentes populações atribuídas a *Scinax ruber*: (A–B) Guiana Francesa; (C–D): Tambopata, Peru; (E–F) Barro Colorado, Panamá; (G–H) Equador; (I–J) Bolívia. À esquerda (A, C, E, G e I) oscilograma do canto de anúncio (mesma escala; 293 ms). À direita (B, D, F, H, e J) secção de cada canto representado à esquerda, respectivamente, mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos (mesma escala para todos; 62 ms).

Figura 40. Espectrogramas do canto de anúncio de diferentes populações atribuídas a *Scinax ruber*: **A-** Guiana Francesa (**fig. 39A**); **B-** Tambopata, Peru (**fig. 39C**); **C-** Barro Colorado, Panamá (**fig. 39E**); e **D-** Equador (**fig. 39G**). Espectrogramas dos mesmos cantos representados nos oscilogramas (à esquerda) da figura anterior. FFT=256.

Complexo *Scinax squalirostris* (Lutz, 1925)

Scinax squalirostris é uma espécie de tamanho pequeno (machos 23,1–26,4 mm de CRC; n= 7; CFBH) descrita da “Fazenda do Bonito, Serra da Bocaina, São José do Barreiro, São Paulo”, ca. 1.100 m alt. (ver Lutz, 1973). O nome *S. squalirostris* tem sido atribuído a diversas populações ao longo de uma ampla distribuição geográfica que abrange as regiões sudeste (e.g. Serra do Cipó/MG; Eterovick & Sazima, 2004), região sul (e.g. platô das Araucárias; Kwet, 2001b) e região central do Brasil (e.g. Cristalina/GO; Pombal *et al.*, 2011) – além de registros no Uruguai, Paraguai, Argentina e Bolívia (Márquez *et al.*, 2002, Lutz, 1973; Frost, 2013), nos domínios da Mata Atlântica, Cerrado-Pantanal-Chaco, e Floresta de Araucárias.

Abaixo forneço a descrição do canto de anúncio da população topotípica, baseado no registro de 10 indivíduos no Parque Nacional da Serra da Bocaina – São José do Barreiro, São Paulo. Os indivíduos foram observados vocalizando em touceiras de gramíneas a poucos centímetros do solo, em área superficialmente alagada. Durante a atividade vocal os indivíduos geralmente estão com o corpo posicionado/orientado para cima, com uma inclinação entre 75° e 90° em relação ao solo, entre as folhas da vegetação.

Dados acústicos inéditos foram registrados para outras 5 populações nas regiões sudeste (i.e. Poços de Caldas/MG e Serra da Canastra, São Roque de Minas/MG); central (i.e. Cristalina/GO e Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás/GO); sul do Brasil (e.g. São Francisco de Paulo/RS) e Uruguai – estes últimos registros são de A. Kwet, publicados em parte em Kwet (2001b). As populações amostradas compreendem um amplo gradiente geográfico de cerca de 2.000 km entre as duas localidades mais distantes, i.e. Artigas/Uruguai e Chapada dos Veadeiros/GO; e um gradiente altitudinal de aproximadamente 1.000 m – e.g. Tranqueras/Uruguai (ca. 200 m alt.) e Poços de Caldas/MG (ca. 1.250 m alt.). A caracterização acústica detalhada destas populações – inicialmente atribuídas a *S. squalirostris* – permitiu a avaliação da identidade específica das mesmas (**caracteres sumarizados na Tabela 20; figs. 41–46**). Uma avaliação adicional foi realizada através de comparações utilizando AFD – análises de função discriminante (**ver abaixo e fig. 41**). Registros adicionais disponíveis em publicações, i.e. Ribeirão Branco/SP (Haddad *et al.*, 2008); Argentina (Straneck *et al.*, 1993) e Bolívia (Márquez *et al.*, 2002) foram analisados para comparações

detalhadas.

- Descrição do canto da População Topotípica (Tabela 20; figs. 42)

O canto apresenta em média duração de 567 ms; os pulsos do canto estão agrupados em unidades maiores, i.e. grupos de pulsos, organizados em uma série de grupos (**ver fig. 42**); cada canto possui em média 13,5 grupos de pulsos, cada grupo com uma média de 7,3 pulsos – média de 98,4 pulsos por canto. A taxa de emissão de cantos é de cerca de 50 por minuto. Apesar de variável, o envelope de onda do canto possui forma aproximadamente elíptica-circular; o tempo da modulação ascendente de intensidade no início do canto e o tempo de decaimento no final são aproximadamente simétricos; a amplitude máxima é atingida aproximadamente na metade da duração do canto, $58 \pm 8\%$ ($n=100$). Embora os pulsos dentro de cada grupo pareçam sobrepostos, em uma escala menor de tempo (**fig. 42C**) é possível observar que cada pulso está razoavelmente marcado, com decaimento em intensidade até próximo ao nível do ruído de fundo antes do início do próximo pulso. A energia do canto está distribuída entre 2,25–6,32 kHz e a frequência enfatizada geralmente ocupa uma faixa contínua do espectro entre 2,97–4,48 kHz; o 1º PE está em 3,96 kHz (dominante em 90% dos cantos, 45 de 50), e o 2º PE em 3,26 kHz (em um dos indivíduos este pico foi o dominante). Há pequena modulação ascendente de frequência ao longo do canto. Os grupos de pulsos são bem definidos e regularmente espaçados, apresentando duração de $29,3 \pm 1,4$ ms ($n=35$ grupos), e intervalo entre grupos de $13,5 \pm 2,9$ ms; a taxa de repetição do grupo de pulsos é de 34,3 grupos/seg. O grupo de pulsos possui em média $7,3 \pm 0,5$ pulsos; cada pulso com duração de $3,1 \pm 0,1$ ms ($n=200$). Há modulação inicial abrupta nos grupos de pulsos e decaimento abrupto em seu final; a amplitude máxima é atingida em $70 \pm 5\%$ da duração do grupo de pulsos ($n=35$). O 1º grupo de pulsos apresenta menor nº de pulsos que os demais; e o último grupo de pulsos algumas vezes possui maior nº de pulsos e pulsos mais sobrepostos que os demais.

- Comparações acústicas entre as populações amostradas (ver Tabela 20; figs. 41–46)

Para avaliar as diferenças acústicas encontradas entre as populações amostradas foi realizada uma análise discriminante (AFD) considerando as seguintes populações: S.

squalirostris (população topotípica – Serra da Bocaina/SP), *S. squalirostris* ‘Sul’ (indivíduos de populações no Rio Grande do Sul e Uruguai), *S. squalirostris* ‘Poços’ (Poços de Caldas/MG), *S. squalirostris* ‘Veadeiros’ (Chapada dos Veadeiros/GO) e *S. squalirostris* ‘Canastra’ (Serra da Canastra/MG). A população amostrada de Cristalina/GO não foi incluída na AFD por apresentar o canto muito discrepante das demais, e.g. pulsos emitidos isoladamente, violando um dos pressupostos da análise (i.e. homogeneidade de variâncias). Indivíduos foram sorteados entre as populações da Serra da Bocaina e da Serra da Canastra (**ver abaixo**) para tornar o tamanho amostral dessas populações (n=6 para cada) mais similar ao das demais populações, assegurando assim as premissas da AFD. A AFD foi realizada considerando os valores médios de 280 cantos registrados para 28 indivíduos (10 cantos por indivíduo).

Os três caracteres do canto selecionados para a AFD – número de grupos de pulsos por canto, taxa de repetição do grupo de pulsos (nº de grupos de pulsos/seg.) e pico principal de freq. enfatizada (1ºPE) – permitiram classificar com um alto nível de acurácia os indivíduos às suas verdadeiras populações (96,4% de classificações corretas) (**ver fig. 41 e Apêndice 2**). As duas primeiras funções discriminantes (*eigenvalues*= 15,86 e 1,13 respectivamente) contribuíram para 98,7% da variância total (92,2% e 6,6%, respectivamente). Apenas um espécime da população da Serra da Canastra (=SC) foi incorretamente classificado como pertencente à população da Chapada dos Veadeiros/GO (=CV).

Houve uma clara separação das populações amostradas (AFD) em dois grandes grupos, formados por *Scinax squalirostris*, *S. squalirostris* ‘Sul’ e *S. squalirostris* ‘Poços’ de um lado e *S. squalirostris* ‘Canastra’ e *S. squalirostris* ‘Veadeiros’ de outro. As três primeiras populações são prontamente separadas das demais por apresentarem menor nº de grupos de pulsos/canto ($\leq 16,3$ vs. $\geq 24,3$) e menor taxa de repetição do grupo de pulsos/seg. ($\leq 45,1$ vs. $\geq 75,8$). Adicionalmente, essas populações possuem cantos com maior nº de pulsos por grupo de pulsos ($\geq 5,5$ vs. $\leq 3,7$) e intervalo mais longo entre grupo de pulsos ($\geq 8,0$ ms vs. $\leq 6,7$ ms) (**ver Tabela 20** e informações no rodapé).

Scinax squalirostris (**fig. 42**) distingue-se claramente de *S. squalirostris* ‘Poços’ (**figs. 43 e 44**) e *S. squalirostris* ‘Sul’ (**figs. 43 e 45**) por apresentar valores mais baixos de frequência enfatizada (e.g. 1ºPE=3,96 kHz vs. $\geq 4,26$ kHz nas demais), valores intermediários

para o nº de grupos de pulsos por canto, e menor valor para a taxa de repetição do nº de grupo de pulsos/seg. Adicionalmente, *S. squalirostris* apresenta o canto mais longo (567 ms vs. 468 ms), intervalo entre o grupo de pulsos mais curto (13,5 ms vs. 19,1 ms), maior nº de pulsos por canto (98,4 vs. 72,8) e maior valor para a razão duração do grupo de pulsos/intervalo entre grupo de pulsos em relação a *S. squalirostris* ‘Sul’; e maiores valores para o nº de pulsos/canto e nº de pulsos/grupo de pulsos (7,3 vs. 5,5) em relação a *S. squalirostris* ‘Poços’.

Scinax squalirostris ‘Poços’ é diferenciada de *S. squalirostris* ‘Sul’ principalmente por apresentar maior nº de grupo de pulsos/canto (16,3 vs. 10,0) e maior taxa de repetição de grupo de pulsos/seg. (45,1 vs. 36,8). Adicionalmente, *S. squalirostris* ‘Poços’ possui menor nº de pulsos por grupo de pulsos no canto (5,5 vs. 7,3), cantos mais longos (512 ms vs. 468 ms), intervalo entre grupos de pulsos bem mais curto (10,1 ms vs. 19,1 ms), e maior valor para a razão duração do grupo de pulsos/intervalo do grupo de pulsos (2,4 vs. 1,5).

Considerando o segundo grupo de populações, *S. squalirostris* ‘Canastra’ (**figs. 43 e 44**) foi distinguida de *S. squalirostris* ‘Veadeiros’ (**figs. 43 e 45**) por apresentar maior taxa de repetição do nº de grupos de pulsos/seg. (90,6 vs. 75,8) e valores um pouco mais baixos dos picos de frequência enfatizada (e.g. 1ºPE=4,36 kHz vs. 4,58 kHz). Diferenças adicionais de *S. squalirostris* ‘Canastra’ em relação a *S. squalirostris* ‘Veadeiros’ são encontradas no menor nº de pulsos/canto (68,4 vs. 89,6) e menor valor para a relação duração do grupo de pulsos/intervalo entre grupo de pulsos (2,5 vs. 3,6) – resultado do intervalo mais longo entre os grupos de pulsos em *S. squalirostris* ‘Canastra’.

A população da Serra da Canastra foi a única que apresentou variação no grau de agrupamento dos pulsos. Apesar de variar ao longo de um contínuo, dois padrões principais podem ser reconhecidos, representando pulsos menos agrupados (**fig. 43A**, i.e. *S. squalirostris* ‘CanastraI’) e pulsos mais agrupados (**fig. 43B**, *S. squalirostris* ‘CanastraII’) – aproximadamente 50% dos indivíduos emitindo o padrão de canto I ou II (10 e 11 indivíduos, respectivamente). Em uma das ocasiões, indivíduos emitindo cada um desses padrões de canto foram registrados em um mesmo micro-habitat, há apenas alguns centímetros de distância entre si. Adicionalmente, não foi observada diferença aparente no espectro de frequência associada a cada um desses tipos de canto – sugerindo que estas diferenças são indicativas de variação intra-populacional. Na **Tabela 20** os dois padrões foram sumarizados conjuntamente

(=*S. squalirostris* ‘Canastra’). Para a AFD foram sorteados seis indivíduos dentre àqueles que apresentaram o canto com padrão de pulsos mais agrupados para assegurar a premissa de homogeneidade de variância da análise.

A única população amostrada no presente estudo que não foi considerada na AFD é *Scinax squalirostris* ‘Cristalina’ (**fig. 46**). Esta população é claramente distinguida das demais por apresentar o canto formado apenas por pulsos simples isolados, i.e. padrão do grupo *S. fuscomarginatus*; adicionalmente, *S. squalirostris* ‘Cristalina’ possui o canto consideravelmente mais longo (média de 730 ms *vs.* ≤ 567 ms), nº de pulsos bem menor ($\leq 47,2$ *vs.* $\geq 68,4$), pulsos bem mais longos (taxa de repetição de 130 pulsos/seg.) e menores valores de frequência enfatizada – 1ºPE=4,00 kHz e 2ºPE=3,36 kHz – com exceção de *S. squalirostris*. Valores representam as médias combinadas considerando todas as populações amostradas no presente estudo.

Figura. 41. Análises de Função Discriminante das características acústicas número de grupos de pulsos por canto, taxa de repetição do grupo de pulsos e pico principal de freq. enfatizada (1^oPE) de indivíduos pertencentes à população topotípica e mais quatro populações inicialmente atribuídas a *S. squalirostris* (FD=Função Discriminante). **BC** = Serra da Bocaina, São José do Barreiro/SP, localidade tipo; **Sul** = Rio Grande do Sul/Brasil e Uruguai (i.e. *S. squalirostris* ‘Sul’); **PC** = Poços de Caldas/MG (i.e. *S. squalirostris* ‘Poços’); **CV** = Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás/GO (i.e. *S. squalirostris* ‘Veadeiros’); **SC** = Serra da Canastra, São Roque de Minas/MG (i.e. *S. squalirostris* ‘Canastra’).

- Comparações acústicas com outras populações

As três populações adicionais analisadas da literatura – Ribeirão Branco/SP, Argentina e Bolívia – apresentaram o canto com o mesmo padrão de organização temporal dos pulsos encontrado nas populações caracterizadas no presente estudo, i.e. grupos de pulsos emitidos em série (exceção de *S. squalirostris* ‘Cristalina’).

A população de Ribeirão Branco, *S. squalirostris* ‘Ribeirão’, pode ser claramente diferenciada de todas as populações consideradas acima por apresentar uma combinação de características encontradas nessas populações – duração do canto (=468 ms) mais similar a *S. squalirostris*; nº de pulsos por canto (=69,8) similar as populações de *S. squalirostris* ‘Canastra’ e *S. squalirostris* ‘Sul’; nº de grupo de pulsos por canto (=11,6) similar a *S. squalirostris* e *S. squalirostris* ‘Sul’; picos de freq. enfatizada similar a *S. squalirostris* ‘Canastra’ e *S. squalirostris* ‘Poços’; taxa de repetição do grupo de pulsos/seg. similar a *S. squalirostris* ‘Sul’ e a população da Bolívia; e características discrepantes de todas as populações – i.e. taxa de emissão muito mais baixa de pulsos/seg. (=249) e intervalo entre grupos de pulsos mais longo (=24,4 ms) (**ver Tabela 20**).

Os cantos analisados das populações da Argentina e Bolívia apresentaram grande similaridade, e com base na amostra disponível não podem ser seguramente distinguidos. Entretanto, a população da Bolívia apresenta cantos um pouco mais graves – 1ºPE= 4,24 kHz vs. 4,39 kHz e 2ºPE 3,60 kHz vs. 3,57 kHz – e duração do grupo de pulsos um pouco menor (25,7 ms vs. 28,5 ms) em relação à população da Argentina. No entanto, essas duas populações (Bolívia-Argentina) podem ser claramente distinguidas de todas as populações consideradas no presente estudo por apresentar uma combinação particular de características encontradas nas demais populações – duração do canto mais similar a *S. squalirostris* ‘Canastra’ e *S. squalirostris* ‘Veadeiros’; nº de grupo de pulsos por canto e taxa de repetição do grupo de pulsos/seg. mais similar a *S. squalirostris* ‘Sul’ e *S. squalirostris* ‘Ribeirão’; e intervalo entre grupo de pulsos mais similar a *S. squalirostris*.

- Diversidade críptica

A caracterização acústica detalhada de várias populações e os resultados das análises multivariadas (incluindo parte dessas populações) permitem revelar conclusivamente que há uma elevada diversidade críptica sob o nome *S. squalirostris*. Esses resultados fornecem suporte acústico robusto para o reconhecimento de pelo menos 7 novas espécies ainda inéditas para o grupo/complexo *S. squalirostris*: *S. squalirostris* ‘Poços’, *S. squalirostris* ‘Sul’, *S. squalirostris* ‘Canastra’, *S. squalirostris* ‘Veadeiros’, *S. squalirostris* ‘Cristalina’, *S. squalirostris* ‘Ribeirão’ e *S. squalirostris* ‘Bolívia-Argentina’.

- *Scinax squalirostris* ‘Cristalina’ e implicações sistemáticas

Apesar do canto de *Scinax squalirostris* ‘Cristalina’ apresentar o mesmo padrão reconhecido para o grupo *S. fuscomarginatus*, seu canto é claramente distinguido de todas as espécies alocadas neste grupo (**ver diagnose do grupo e figs. 21–26**). O canto de *S. squalirostris* ‘Cristalina’ apresenta um número bem menor de pulsos (47,2 *contra* $\geq 63,9$), menor taxa de repetição de pulsos/seg. (129,5 *contra* $\geq 142,9$) – devido aos pulsos mais longos, $7,9 \pm 1,0$ ms *contra* $\leq 7,0$ ms – intervalo bem maior entre pulsos ($8,0 \pm 0,9$ ms *contra* $\leq 3,8$ ms), e maior valor para a relação duração canto/nº pulsos ($15,5 \pm 0,5$ ms *contra* $\leq 8,5$). Os valores representam as médias combinadas de todas as espécies alocadas no grupo *S. fuscomarginatus*. Para mais detalhes compare as **figs. 43F e 46** com os oscilogramas das **figs. 21–26**; ver também a **Tabela 20 e Tabela 11**.

Scinax squalirostris ‘Cristalina’ apresenta maior similaridade na morfologia externa e padrão de coloração a *S. squalirostris* – e.g. rostro mais projetado e faixas dorso-laterais longitudinais escuras (intercaladas por uma faixa branca) estendendo-se desde atrás dos olhos até a região posterior do corpo – o que sugere uma relação de parentesco mais próxima à *S. squalirostris*.

Infelizmente as inter-relações entre as espécies de tamanho reduzido do clado *S. ruber* (*S. fuscomarginatus*, *S. squalirostris*, *S. parkeri*, *S. staufferi*) não estão resolvidas, o que impede uma abordagem comparada filogenética no momento, e.g. reconstrução de estados de caráter. Contudo, a similaridade observada nas características do canto de *Scinax squalirostris* ‘Cristalina’ (e.g. estrutura temporal) em relação ao grupo *S. fuscomarginatus* pode indicar uma

relação de maior afinidade entre esse último grupo e o grupo/complexo *S. squalirostris* (ambos caracterizados no presente estudo).

Adicionalmente, pode-se hipotetizar como cenário evolutivo que o padrão de organização dos pulsos observado nos cantos de *Scinax squalirostris* ‘Cristalina’ e *S. squalirostris* ‘Canastra’ poderia representar a sequência evolutiva de passos no canto da linhagem (grupo) *S. squalirostris* – i.e. cantos com uma série de pulsos simples/isolados → cantos compostos por pulsos simples/isolados e por alguns grupos de pulsos (geralmente com nº baixo de pulsos) → cantos formados exclusivamente por pulsos agrupados em vários conjuntos, regularmente espaçados, e emitidos em série.

- Diagnose acústica do grupo *S. squalirostris* (Tabela 20; figs. 41–46)

O canto consiste de uma única nota formada por grupos de pulsos organizados em vários conjuntos, regularmente espaçados, e emitidos em série ao longo do canto. Cantos possuem entre 8,7–24,3 grupos de pulsos (exceção *S. squalirostris* ‘Canastra’, ver acima), e os grupos de pulsos são formados por um nº variado de pulsos, geralmente entre 1,8–8,0. Apresenta valores baixos para a relação duração do grupo de pulsos/intervalo entre grupo de pulsos ($\leq 3,6$); canto com duração de média a longa (≥ 379 ms) e alta taxa de repetição de cantos/min. (geralmente $\geq 40,7$). A energia do canto ocupa as mais altas faixas de frequência do espectro dentre as espécies do clado *S. ruber* – freq. mínima $\geq 2,25$ kHz e pico principal de freq. enfatizada do canto $\geq 3,96$ kHz.

Com base nos dados acústicos disponíveis (literatura e presente estudo), reconheço as seguintes espécies/populações como pertencentes ao grupo/complexo *S. squalirostris* (i.e. clado putativo): *S. squalirostris*, *S. squalirostris* ‘Poços’, *S. squalirostris* ‘Sul’, *S. squalirostris* ‘Canastra’, *S. squalirostris* ‘Veadeiros’, *S. squalirostris* ‘Ribeirão’ e *S. squalirostris* ‘Bolívia-Argentina’; e adicionalmente, *S. squalirostris* ‘Cristalina’ é tentativamente atribuída ao grupo.

O padrão de organização do canto composto por pulsos agrupados em vários conjuntos (= grupos de pulsos) e os valores informados para a freq. mínima são propostos como sinapomorfias putativas do grupo *S. squalirostris* (exceção de *S. squalirostris* ‘Cristalina’ – ver acima).

Tabela 20. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações do complexo *Scinax squalirostris*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Species	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Nº Grupo Pulsos	Nº Pulsos por Grupo	Nº Grupos pulsos/seg.	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE e 2ºPE (kHz)	Dur. Grupo Pulsos /Interv. Grupo	Cantos/min .	T °C (ar)
<i>S. squalirostris</i> * PN Bocaina	10 (3)	567 ± 32 (514 – 606) [100]	98.4 ± 5.6 (91.9 – 109.4) [90]	13.5 ± 0.6 (12.5 – 14.5) [100]	7.3 ± 0.5 (4 – 14) [1080]	34.3 ± 1.7 (31.9 – 37.0) [150]	331.4 ± 15.9 (313 – 361) [200]	2.25 ± 0.10 – 6.32 ± 0.43 [50]	2.97 ± 0.24 – 4.48 ± 0.19 [50]	3.96 ± 0.17 e 3.26 ± 0.11 [50]	2.3 ± 0.5 (1.6 – 3.1) [150]	49.8 ± 2.9 (44.3–54.4) [10]	15.9 ± 0.5 15.0–16.3
<i>S. squalirostris</i> ‘Canastra’	21 (4)	405 ± 88 (265 – 569) [200]	68.4 ± 10.0 (42.3 – 84.7) [120]	25.7 ± 8.8 (8.8 – 40.3) [120]	3.0 ± 1.2 (1.0 – 6.0) [2388]	90.6 ± 26.2 (61.9–151.8) [270]	315.5 ± 79.0 (195 – 428) [408]	2.56 ± 0.32 – 6.96 ± 0.58 [105]	3.40 ± 0.44 – 4.92 ± 0.44 [105]	4.36 ± 0.41 e 3.69 ± 0.42 [105]	2.5 ± 1.3 (1.3 – 5.8) [270]	64.2 ± 8.5 (50.4–79.9) [21]	18.1 ± 1.9 15.5–22.1
<i>S. squalirostris</i> ‘Poços’	6 (1)	512 ± 52 (448 – 573) [60]	89.7 ± 14.8 (76.6 – 115.7) [60]	16.3 ± 1.4 (14.5 – 17.9) [60]	5.5 ± 0.7 (2 – 8) [570]	45.1 ± 3.6 (39.8 – 49.7) [60]	326.6 ± 29.5 (281 – 363) [80]	2.39 ± 0.13 – 6.87 ± 0.52 [30]	3.20 ± 0.40 – 4.78 ± 0.06 [30]	4.26 ± 0.12 e 3.29 ± 0.11 [30]	2.4 ± 0.7 (1.5 – 3.4) [60]	52.4 ± 3.8 (48.6–59.5) [6]	18.3 ± 0.6 17.7–19.4
<i>S. squalirostris</i> ‘Veadeiros’	4 (1)	437 ± 59 (343 – 531) [40]	89.6 ± 6.2 (83.9 – 97.4) [28]	24.3 ± 1.0 (23.3 – 25.2) [40]	3.7 ± 0.3 (1 – 8) [674]	75.8 ± 16.8 (61.3 – 98.0) [80]	325.2 ± 41.1 (317 – 382) [80]	2.66 ± 0.29 – 7.39 ± 0.47 [20]	3.35 ± 0.14 – 5.09 ± 0.21 [20]	4.58 ± 0.16 e 3.75 ± 0.23 [20]	3.6 ± 1.2 (1.9 – 4.6) [80]	60.2 ± 13.0 (48.7–74.6) [4]	17.6 ± 1.6 16.0–19.0
<i>S. squalirostris</i> ¹ ‘Sul’	6	468 ± 141 (212 – 647) [60]	72.8 ± 9.3 (59 – 86) [48]	10.0 ± 1.3 (8.3 – 12.0) [60]	7.3 ± 1.0 (2 – 14) [480]	36.8 ± 7.1 (27.5 – 46.9) [72]	325.2 ± 82.5 (277 – 491) [120]	2.84 ± 0.37 – 7.20 ± 0.25 [30]	3.72 ± 0.23 – 5.24 ± 0.29 [30]	4.67 ± 0.19 e 3.86 ± 0.35 [30]	1.5 ± 0.5 (1.2 – 2.2) [72]	40.7 ± 13.6 (25.1–58.9) [6]	17.9 ± 3.1 15.0–22.6
<i>S. squalirostris</i> ‘Cristalina’	6	730 ± 56 (631 – 888) [57]	47.2 ± 3.9 (44.7 – 53.5) [57]	= pulsos/canto	1.0 ± 0	= pulsos/seg.	129.5 ± 14.9 (103 – 145) [120]	2.42 ± 0.09 – 6.18 ± 0.36 [30]	3.00 ± 0.13 – 4.44 ± 0.21 [30]	4.00 ± 0.14 e 3.36 ± 0.15 [30]	1.0 ± 0.3 (0.8 – 1.5) [120]	56.7 ± 5.6 (47–62) [6]	19.0 ± 0
<i>S. squalirostris</i> ² ‘Ribeirão’ Ribeirão Branco, SP	?	561 ± 26 (519 – 597) [10]	69.8 ± 5.1 (62 – 75) [10]	11.6 ± 0.5 (11 – 12) [10]	6.1 ± 1.5 (3 – 13) [69]	39.6 ± 2.1 (35.8 – 43.5) [69]	248.6 ± 14.5 (222 – 269) [14]			4.30 ± 0.04 e 3.63 ± 0.17 [5]	1.0 ± 0.1 (0.9 – 1.2) [10]	43.6 [1]	14.0
<i>S. squalirostris</i> ³ Bolívia	2	399 ± 7 (376 – 440) [20]		10.2 ± 0.1 (10 – 11) [20]		39.1 ± 0.0 (35.7 – 41.7) [24]				4.24 ± 0.18 e 3.60 ± 3.57 [10]	1.9 ± 1.9 (1.7 – 2.5) [10]	64.7 ± 0.0 [2]	
<i>S. squalirostris</i> ⁴ Argentina	1 (1)	379 ± 39 (269 – 398) [10]		8.7 ± 0.9 (6 – 9) [10]		35.1 ± 1.2 (33.3 – 37.0) [14]				4.39 ± 0.04 e 3.57 ± 0.04 [5]	1.8 ± 0.1 (1.8 – 2.0) [14]	49.6 [1]	

Tabela 20. Continuação. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações do complexo *Scinax squalirostris*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Species	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Nº Grupo Pulsos	Nº Pulsos por Grupo	Nº Grupo pulsos/seg	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE e 2ºPE (kHz)	Dur. Grupo Pulsos/ Interv. Grupo	Cantos/ min.	T °C (ar)
<i>S. squalirostris</i> ⁵ Ribeirão Branco, SP	?	600 ± 40 (540 – 680) [10]		12.3 ± 0.7 ^a (11 – 13) [10]	6.2 ± 1.0 (4 – 8) [17]	41.2* [17]		3.00 – 6.00	3.00 – 4.60				14.0
<i>S. squalirostris</i> ⁶ Serra da Canastra, MG	?	400		16 – 17 ^a				3.50 – 5.50					
<i>S. squalirostris</i> ⁷ Cristalina, GO	1	391 ± 8 (378 – 407) [10]	10				167**	3.04 ± 0.04 – 5.00 ± 0.06 [10]	4.37 ± 0.04 (4.05 – 4.31) [10]			62.0 [1]	18.0

¹ Analisado dos registros de A. Kwet (diversas localidades no Rio Grande do Sul/RS, Brasil, e Uruguai); ² Registro em Toledo & Haddad (2008);

³ faixa 79 em Márquez *et al.*, (2002); ⁴ faixa 49 em Straneck *et al.*, (1993); ⁵ Pombal *et al.*, (1995b); ⁶ Haddad *et al.*, (1988); ⁷ Pombal *et al.*, (2011). ^a Descrito como notas multipulsionadas; ^b Descrito como pulsos. Iguazú, Misiones, Argentina

* calculado a partir dos valores informados (duração grupo pulsos 24,3±2,5 ms; 19,9–28,7 ms; intervalo grupo pulsos 25,7±1,2 ms; 23,5–27,7 ms).

** calculado a partir dos valores informados (duração pulso=6,0±1,0 ms; intervalo pulso= 8 ms); ? não informado.

Caracteres adicionais das populações analisadas no presente estudo:

- Duração do grupo de pulsos (ms):

População topotípica (29,3±1,4)
S. squalirostris ‘Canastra’ (14,1±1,4)
S. squalirostris ‘Poços’ (22,4±1,8)
S. squalirostris ‘Veadeiros’ (13,7±2,9)
S. squalirostris ‘Cristalina’ (7,9±1,0 – pulsos simples)
S. squalirostris ‘Sul’ (27,7±6,1)
 Bolívia (25,7±0,0)
 Argentina (28,5±1,0)
 Ribeirão Branco (25,3±1,3)

- Intervalo entre grupo de pulsos (ms):

População topotípica (13,5±2,9)
S. squalirostris ‘Canastra’ (6,7± 3,0)
S. squalirostris ‘Poços’ (10,1±2,5)
S. squalirostris ‘Veadeiros’ (4,2±1,0)
S. squalirostris ‘Cristalina’ (8,0±0,9 – pulsos simples)
S. squalirostris ‘Sul’ (19,1±8,3)
 Bolívia (13,8±0,1)
 Argentina (15,9±0,8)
 Ribeirão Branco (24,4±1,1)

Figura 42. Canto de anúncio de *Scinax squalirostris*, população topotípica: **A**- oscilograma de três cantos em sequência; **B**- oscilograma de um único canto (segundo canto representado em A) com maior resolução; **C**- seção do canto em B (42 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Parque Nacional da Serra da Bocaina, São José do Barreiro, São Paulo; ar = 16,2 °C; 20:56 h. Janeiro de 2012. Arquivo sonoro: *Scinax_squalir*BocainaSP9aLM_AAGmt_45,5s. FFT=256. Espécime coletado.

Figura 43. Canto de anúncio de populações pertencentes ao complexo *Scinax squalirostris*: **A-** *S. squalirostris* ‘Canastral’; **B-** *S. squalirostris* ‘CanastralII’ (ver fig. 40); **C-** *S. squalirostris* ‘Poços’ (ver fig. 40); **D-** *S. squalirostris* ‘Veadeiros’ (ver fig. 41); **E-** *S. squalirostris* ‘Sul’ (ver fig. 41) e **F-** *S. squalirostris* ‘Cristalina’ (ver fig. 42).

Figura 44. Canto de anúncio de *S. squalirostris* ‘Canastra II’ (A–C) e *S. squalirostris* ‘Poços’ (D–F): **A**- seção do canto (42 ms) representado na **fig. 39 B** mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **B**- espectro de força e **C**- espectrograma do canto representado na **fig. 39 B**, respectivamente; **D**- seção do canto (42 ms) representado na **fig. 39 C** mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **E**- espectro de força e **F**- espectrograma do canto representado na **fig. 39 C**. (A–C) Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, Minas Gerais; ar = 16,0 °C; 21:30 h. Novembro de 2011. (D–F) Poços de Caldas, Minas Gerais; ar = 19,4 °C; 20:40 h. Janeiro de 2012. FFTs=256. Arquivos sonoros: *Scinax_squalCanasMG30aLM_AAGmt_37,1s* e *Scinax_squalPocosMG5aLM_AAGmt_1m02,9s*, respectivamente. Espécimes não coletados.

Figura 45. Canto de anúncio de *S. squalirostris* ‘Veadeiros’ (A–C) e *S. squalirostris* ‘Sul’ (D–F): A- seção do canto (42 ms) representado na **fig. 39 D** mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; B- espectro de força e C- espectrograma do canto representado na **fig. 39 D**, respectivamente; D- seção do canto (42 ms) representado na **fig. 39 E** mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; E- espectro de força e F- espectrograma do canto representado na **fig. 39 E**. (A–C) Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás, Goiás; ar = 16,4 °C; 21:19 h. Dezembro de 2010. (D–F) Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul; ar = 17,5 °C; 23:30 h. Novembro de 1995. Arquivos sonoros: *Scinax_squalVeadGO2aAAGm_10,7s* e *Ssqualirostris04* (registro de A. Kwet), respectivamente. FFTs=256. Espécimes não coletados.

Figura 46. Canto de anúncio de *Scinax squalirostris* ‘Cristalina’: **A-** oscilograma de três cantos em sequência (primeiro canto em A representado na **fig. 39 F**); **B-** seção do primeiro canto representado em A (42 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **C-** espectro de força e **D-** espectrograma do primeiro canto representado em A. Cristalina, Goiás; ar = 19,0 °C; 21:10 h. Dezembro de 2011. Arquivo sonoro: *Scinax_squalCristalGO5cAAGm671_32,4s*. FFT=256. Espécime não coletado.

***Scinax staufferi* (Cope, 1865)**

Espécime de tamanho pequeno (machos 21,5–29,0 mm de CRC), descrita de Orizaba, Veracruz, México. A distribuição geográfica considerada para a espécie compreende savanas e florestas sub-úmidas em áreas de baixa altitude, desde o México até a parte centro-sul da Costa Rica; e populações disjuntas na parte centro-oeste do Panamá (Duellman, 1970a).

O canto de *S. staufferi* é descrito abaixo com base na análise detalhada dos registros de W.E. Duellman gravados em diferentes localidades – um indivíduo no Panamá (próximo a Chepo) e quatro no México (Chiapas). Os registros analisados estão depositados na coleção FonoZoo (**detalhes no Suplemento**). Um registro adicional de *S. staufferi* de Barro Colorado, no Panamá (Ibáñez *et al.*, 1999) também foi analisado (os caracteres desse canto estão sumarizados na **Tabela 21**).

- Descrição do canto (Tabela 21; fig. 47)

O canto possui em média duração de 157 ms e 20,3 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 73 cantos/min. O envelope amplitude-tempo do canto apresenta forma bastante variável, desde altamente irregular até uma forma aproximadamente circular (**fig. 47**). Em geral, os dois primeiros pulsos, e algumas vezes os dois últimos pulsos do canto, apresentam intensidade bem menor que os demais; a amplitude máxima é atingida aproximadamente na metade do canto, $47 \pm 12\%$. A energia do canto está distribuída em uma faixa relativamente alta do espectro, entre 1,51–5,60 kHz. A frequência enfatizada geralmente está distribuída em duas faixas estreitas (descontínuas) do espectro, com o 1ºPE em 3,94 kHz (dominante em 74% dos cantos; 20 de 27), ocupando a faixa superior de frequência; e o 2ºPE em 2,01 kHz, na faixa inferior de frequência. Os pulsos estão regularmente espaçados e podem apresentar-se de bem definidos a pouco definidos; a amplitude máxima é atingida em $50 \pm 16\%$ da duração dos pulsos; possuem duração pequena de $6,2 \pm 0,1$ ms (taxa de repetição elevada de 161 pulsos/seg), e intervalo entre pulsos de $1,5 \pm 0,4$ ms.

- Comparações acústicas entre populações

Os resultados da análise dos registros de W.E. Duellman são na maior parte concordantes com a descrição do canto de *S. staufferi* previamente realizada pelo autor (Duellman, 1970a). A diferença encontrada na taxa de repetição de pulsos entre nossos estudos é resultado apenas da forma de se calcular esta variável, uma vez que os valores obtidos de 129 ± 5 pulsos/seg. utilizando-se o período do pulso no cálculo, estão dentro da variação reportada por Duellman (1970a) (**ver Tabela 21**).

Já as diferenças observadas com relação à estrutura espectral do canto na descrição prévia, i.e. freq. fundamental em 160 Hz e a observação de harmônicos no canto, são provavelmente resultado das limitações tecnológicas para a gravação e análise de som da época. As análises aqui realizadas revelam valores de frequência mínima acima de 1,51 kHz, e ausência de estrutura espectral harmônica no canto de *S. staufferi*. Com base nos resultados encontrados é possível reconhecer que os harmônicos identificados por Duellman (1970a) correspondem as duas faixas estreitas de frequências enfatizadas do espectro (inferior e superior) aqui descritas (**ver Tabela 21**).

As características do canto de Barro Colorado (Panamá) são muito similares aos cantos das outras populações analisados, i.e. Chepo (Panamá) e México. A principal diferença observada foi com relação à alternância da localização dos picos principais de frequência enfatizada no espectro; em Barro Colorado o 1ºPE em 2,01 kHz corresponde à faixa inferior de frequência, enquanto o 2ºPE em 4,04 kHz está na faixa superior do espectro – o oposto do observado para a maior parte dos cantos de Chepo e México (**ver descrição acima**). No entanto, esta variação na localização dos picos de frequência com maior intensidade no espectro – entre uma faixa inferior e superior de frequência – têm sido documentada em diversas espécies de anuros, podendo ser resultado de fatores como variação intra-específica associada ao tamanho dos indivíduos, estado de motivação e devido a interações sociais (ver Narins *et al.*, 2007; Wells, 2007; presente estudo). Mesmo entre os próprios registros analisados das populações de Chepo e do México foi observada uma variação na faixa principal enfatizada do espectro – i.e. 26% dos cantos com o pico principal de frequência na faixa inferior do espectro.

Na descrição do canto de *S. staufferi*, Duellman (1970a) considera que as duas faixas

de frequência do espectro possuem a mesma intensidade. Considero que seja necessária uma amostragem acústica adicional para determinar acuradamente se a faixa principal de frequência enfatizada do canto de *S. staufferi* ocupa a parte inferior ou superior do espectro. Como a frequência dominante é geralmente um caráter fortemente associado ao tamanho em anuros, a estimativa precisa dessa variável permitirá avaliar se o canto de *S. staufferi* apresenta a frequência dominante esperada para o tamanho da espécie em relação às demais espécies no clado *Scinax*.

Tabela 21. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax staufferi*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. staufferi</i> ¹ Chepo (Panamá) e México	5	157 ± 10 (139 – 183) [34]	20.3 ± 0.9 (18 – 22) [33]	7.7 ± 0.2 (7.1 – 8.3) [33]	160.5 ± 3.3 (143 – 167) [44]	1.51 ± 0.20 – 5.60 ± 0.25 [5]	3.46 ± 0.24 – 4.57 ± 0.39 [25]	3.94 ± 0.35 [27]	(2.01 ± 0.01) 1.68 ± 0.02 – 2.44 ± 0.08 [15]	4.7 ± 1.2 (3 – 7) [43]	72.9 ± 31.2 (45.5 – 126.3) [5]	25.6 ± 0
<i>S. staufferi</i> ² Barro Colorado (Panamá)	1	182 ± 15 (150 – 202) [10]	22.4 ± 1.8 (19 – 24) [10]	8.1 ± 0.2 (7.8 – 8.4) [10]	154.7 ± 12.2 (143 – 167) [20]	1.18 ± 0.05 – 5.70 ± 0.14 [5]	1.73 ± 0.31 – 2.36 ± 0.01 [5]	2.01 ± 0.01 [5]	(4.04 ± 0.04) 3.34 ± 0.03 – 4.42 ± 0.09 [5]	5.05 ± 1.75 (3.5 – 7.0) [20]	70.2 [1]	n.i.
<i>S. staufferi</i> ³	18	180 (130 – 230)			120 (100 – 130)	160 Hz =fundam.	1.74 = harm. (1.58–1.87) e 3.06 = harm. (1.96–3.74)					

¹ Analisado dos registros de W. E. Duellman, depositados na coleção FonoZoo; ² Analisado do CD Vocalizations of frogs and toads from Barro Colorado Nature Monument; *Scinax staufferi*, faixa 28; Ibáñez *et al.*, (1999); ³ Duellman (1970a) com base nos dados de León (1969) – frequência dominante fornecida como harmônicos = harm. (inferior e superior).
n.i. não informado.

Figura 47. Canto de anúncio de *Scinax staufferi*: A- oscilograma de cinco cantos em sequência; B- oscilograma de um único canto (último canto representado em A) com maior resolução; C- secção do canto em B (42 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; D- espectro de força e E- espectrograma do canto representado em B. Chiapas, México; ar = 25,6 °C. Agosto de 1960. Registro de W.E. Duellman, KU 57789; FonoZoo nº 6977. FFT=256.

***Scinax uruguayus* (Schmidt, 1844)**

Espécie de tamanho pequeno (machos 23,0–32,0 mm de CRC) descrita de “Quebrada de los Cuervos, Departamento de Treinta y Tres”, Uruguai (Langone, 1990). A distribuição geográfica atualmente reportada para a espécie compreende o Uruguai, Argentina, e os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina no Brasil (Langone 1990, 1997; Kwet 2001a; Kolenc *et al.*, 2003).

O canto é aqui descrito com base na análise de dois indivíduos registrados por A. Kwet na Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula/RS, previamente descrito em Kwet (2001b). Um registro adicional ainda inédito desse autor, de uma população em Cambará do Sul/RS, também foi analisado (ver **Tabela 22**).

- Descrição do canto (Tabela 22; fig. 48)

O canto é bastante curto, com duração entre 17–21 ms; um pulso único pode ser reconhecido, com forte modulação de amplitude no envelope de onda formando subunidades (= pulsos para outros autores), que podem estar bem ou pouco marcadas; entre 6 e 9 subunidades podem estar presentes no canto (=pulso). A taxa de repetição é de 264 cantos/min; a amplitude máxima é atingida em $16 \pm 5\%$ da duração do canto. A energia do canto está distribuída entre 2,04–6,17 kHz; a frequência enfatizada ocupa uma faixa estreita do espectro – o 1ºPE está em 3,92 kHz (100% dos cantos) e o 2ºPE em 2,81 kHz.

- Comparações acústicas entre populações

Os cantos reanalisados da Reserva Pró-Mata estão em concordância com a descrição prévia fornecida por Kwet (2001b). A única discrepância observada entre os estudos refere-se ao nº de pulsos no canto, mas isto se deve ao fato de Kwet (2001b) ter tratado as subunidades como pulsos. A observação da presença de 1–4 pulsos por canto em Kwet (2001b), e o reconhecimento de 6–9 subunidades por pulso no presente estudo – para os mesmos registros analisados nos dois estudos – evidencia que a irregularidade nas modulações de amplitude no envelope do canto de *S. uruguayus* pode levar ao reconhecimento de diferenças entre estudos/populações que na realidade não são reais.

O canto de *S. uruguayus* foi descrito por Kolenc *et al.*, (2003) de Lavelleja, no

Uruguai, distante cerca de 120 km ao sul da localidade tipo da espécie. O canto dessa população apresenta a duração e frequência dominante muito similares aos registrados da Reserva Pró-Mata, sendo indicativos de mesma identidade específica. A única diferença expressiva observada entre essas populações são as subunidades (pulsos) bem marcadas na população do Uruguai, com a intensidade da onda decrescendo até o nível do ruído de fundo entre cada subunidade (ver fig. 2, p. 93; Kolenc *et al.*, 2003 *contra* **fig. 48C**).

Já a população analisada de Cambará do Sul (*ca.* 60 km da Reserva Pró-Mata) revelou um canto consideravelmente distinto em relação às outras duas, apresentando um canto mais longo, com maior n° de subunidades e valores mais altos de frequência dominante (**ver Tabela 22 e fig. 48**). Estas diferenças observadas revelam uma incongruência expressiva entre o gradiente geográfico das populações amostradas – Reserva Pró-Mata e Cambará do Sul, distantes mais de 600 km de Lavalleya – e a variação acústica encontrada, o que é altamente sugestivo de que a população de Cambará do Sul represente uma espécie críptica.

Tabela 22. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax uruguayus*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. uruguayus</i> ¹ São Francisco de Paula, RS	2	18.8 ± 0.3 (17 – 21) [20]	1 ± 0 [20]	= duração canto	53.4 ± 0.8* (47.6 – 58.8) [20]	2.04 ± 0.36 – 6.17 ± 0.05 [10]	3.30 ± 0.18 – 4.38 ± 0.13 [10]	3.92 ± 0.01 [10]	2.81 ± 0.03 [10]	N.A.	264.0 ± 1.2 (263 – 265) [2]	18.5–19.0
<i>S. uruguayus</i> ¹ Cambará do Sul, RS	1	33.1 ± 1.2 (32 – 35) [10]	1 ± 0 [10]	= duração canto	30.2 ± 1.1 (28.6 – 31.3) [10]	1.78 ± 0.45 – 7.30 ± 0.16 [5]	3.67 ± 0.28 – 5.23 ± 0.09 [5]	4.50 ± 0.08 [5]	2.58 ± 0.16 [5]	N.A.	150.6 [1]	14.0
<i>S. uruguayus</i> ² Reserva Pró- Mata, RS	2	(15 – 20)	1–4		(80 – 200)		3.05 – 4.50	3.60 – 4.00				
<i>S. uruguayus</i> ^{3*} Lavalleja, Uruguai	1	22 ± 2	(7 – 10)				4.15 ± 0.13 3.81 – 4.33					17.0

¹ Analisado dos registros de A. Kwet (Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula, RS); * calculado a partir da duração do canto (= duração do pulso); ² Kwet (2001a).

³ Kolenc *et al.*, (2003), descrito de cerca de 120 Km da localidade tipo. N.A. = caráter não se aplica a espécie (apenas 1 pulso no canto).

Figura 48. Canto de anúncio de *Scinax uruguayus* (A–E), à esquerda, e *S. uruguayus* ‘Cambará’ (F–J), à direita: A e F- oscilogramas de uma sequência de cantos, 7 e 4, respectivamente; B- oscilograma do segundo e terceiro cantos representados em A; G- oscilograma do primeiro e segundo cantos representados em F; C- oscilograma do segundo canto em B; H- oscilograma do primeiro canto em G, D e I- espectros de força, e E e J- espectrogramas dos cantos representados em C e H, respectivamente. (A–E) Próximo a Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul; ar = 18,5 °C; 23:20 h. Janeiro de 1997. (F–J) Cambará do Sul, Rio Grande do Sul; ar = 14,0 °C; 22:00 h. Dezembro de 1999. Arquivos sonoros: Suruguayus02 (A–E) e Suruguayus03 (F–J). (registros de A. Kwet). FFTs=256.

Grupo *Scinax x-signatus* (Spix, 1824)

Diferentes populações têm sido identificadas sob o nome *S. x-signatus* nos domínios do Cerrado (e.g. Lutz, 1973), Mata Atlântica (e.g. Izeckson & Carvalho-e-Silva, 2010) e Bacia Amazônica (e.g. Lescure & Marty, 2000). A localidade tipo declarada para a espécie é “Provincia Bahiae” (ver Lutz, 1973). Como declarado por Pugliese *et al.*, (2009), uma vez que o holótipo da espécie foi perdido, até que um neótipo seja designado para uma das localidades visitadas por Spix, não é possível assegurar a correta identificação de uma população à espécie.

O grupo *Scinax x-signatus* – i.e. “Races of *Hyla x-signata* Spix” foi proposto por Lutz (1973, p. 139) com base na similaridade morfológica externa de algumas espécies, e.g. dorso marcado por duas manchas pretas com formato de parênteses invertido (semelhante a um “X”). Com base na similaridade da estrutura temporal e espectral do canto de anúncio observada em três espécies caracterizadas no presente estudo – identificadas previamente como membros do grupo *S. x-signatus* (Lutz, 1973) – reconheço um grupo menos inclusivo ao originalmente proposto constituído por *S. granulatus*, *S. similis* e *S. x-signatus*.

Como discutido acima, o nome *S. x-signatus* é aqui atribuído putativamente às populações acusticamente amostradas nos domínios do Cerrado – regiões sudeste e central do Brasil.

- *Scinax granulatus* (Peters, 1871)

Espécie de tamanho médio-grande (machos 29,9–39,7 mm de CRC; Kwet 2001b), descrita de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. A distribuição geográfica atualmente reportada para *S. granulatus* compreende a região sul do Brasil (estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), Uruguai e Argentina (Kwet 2001a,b; Conte *et al.*, 2010; Frost 2013; presente estudo).

A descrição do canto desta espécie foi previamente realizada em Kwet (2001a,b) com base em populações registradas em diferentes localidades no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Uruguai. Posteriormente Conte *et al.*, (2010) descreveram o canto de *S. granulatus* – duas localidades no sudoeste do Paraná, e uma no oeste de Santa Catarina.

Abaixo forneço a descrição detalhada do canto de *S. granulatus* com base em um

tamanho amostral maior – cantos de 17 indivíduos – registrados por A. Kwet em diversas localidades no Rio Grande do Sul (e.g. Reserva Pró-Mata) e Santa Catarina no Brasil, além de localidades no Uruguai. Uma parte desses registros foi analisada e descrita pelo autor (e.g. 6 indivíduos em Kwet 2001a), mas a maior parte dos dados aqui analisados são inéditos.

- Descrição do canto (Tabela 23; fig. 49)

O canto possui em média duração de 203 ms e 8,0 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 39 cantos/min. O 1º pulso do canto geralmente apresenta intensidade bem menor que os demais; modulação ascendente de intensidade um pouco mais pronunciada até 3–4º pulsos; a amplitude máxima do canto é atingida em $83 \pm 9\%$ de sua duração. A energia do canto está distribuída entre 0,78–4,52 kHz. A frequência enfatizada geralmente ocupa uma faixa estreita e contínua do espectro entre 1,01–3,39 kHz; em alguns cantos podem ser observadas duas faixas estreitas separadas (inferior e superior) ou ainda apenas uma faixa estreita mais grave (1,01–2,31 kHz). O 1º PE está em 1,29 kHz (dominante em 78% dos cantos; 60 de 77), e o 2º PE em 2,83 kHz. Os pulsos são bem definidos e regularmente espaçados. Os pulsos geralmente apresentam modulação ascendente de intensidade aproximadamente linear, atingindo a amplitude máxima em $67 \pm 5\%$ da sua duração. Os pulsos possuem duração de $18,1 \pm 0,9$ ms (taxa de repetição baixa de 55,5 pulsos/seg.), e intervalo de $7,9 \pm 1,9$ ms entre pulsos.

- Comparações acústicas entre populações

As características do canto de *S. granulatus* reportadas por Kwet (2001a) sobrepõem-se totalmente com os resultados encontrados no presente estudo, i.e. maior tamanho amostral. Os valores das variáveis do canto informadas por Conte *et al.*, (2010) para as localidades no Paraná e Santa Catarina também sobrepõem-se aos valores da análise presente (**ver detalhes Tabela 23**). Os resultados encontrados estão em acordo com Kwet (2001ab) e Conte *et al.*, (2010) que reconheceram a mesma identidade específica, i.e. *S. granulatus*, para as populações amostradas no Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul no Brasil. Conte *et al.*, (2010) forneceram um mapa atualizado da distribuição geográfica reconhecida para *S. granulatus* na região sul do Brasil. A análise do canto de três indivíduos no Uruguai, i.e.

Artigas, Tranqueras e Tacuarembó – regiões norte e noroeste – foi concordante com os cantos das demais localidades (14 indivíduos) do presente estudo, o que fornece suporte acústico para a ampliação da distribuição da espécie com a inclusão dessas localidades.

- Considerações adicionais

Scinax granulatus é sintópica à *S. fuscovarius* e *S. perereca* em parte de sua distribuição geográfica (Kwet 2001b). As diferenças acústicas que permitem diferenciar as três espécies foram fornecidas em Kwet (2001b). No entanto, a caracterização do canto dessas espécies no presente estudo permite uma diagnose acústica mais detalhada.

Scinax perereca possui em média o canto mais longo, maior nº de pulsos por canto ($\geq 16,3$), menor valor para a relação duração do canto/nº pulsos ($\leq 15,9$ ms), maior taxa de repetição de pulsos ($\geq 80,0$ pulsos/seg.), e faixas mais altas de frequência (e.g. $1^{\circ}\text{PE} \geq 1,41$ kHz). Para mais detalhes **ver Tabelas 23 e 17** (e descrições e figuras associadas).

Scinax fuscovarius possui em média valores menores para a relação duração do canto/nº pulsos ($\leq 22,7$ ms), maior valor para a relação duração pulso/intervalo pulso ($\geq 3,52$) e faixas mais baixas ocupadas de frequência (freq. mínima $\leq 0,51$ kHz e $1^{\circ}\text{PE} \leq 0,88$ kHz) em relação a *S. granulatus*. Para mais detalhes **ver Tabelas 23 e 17** (e descrições e figuras associadas).

Tabela 23. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax granulatus*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. granulatus</i> ¹	17	203 ± 48 (135 – 333) [170]	8.0 ± 1.4 (5 – 12) [170]	25.3 ± 2.5 (20.9 – 35.3) [170]	55.5 ± 2.9 (45.5 – 62.5) [110]	0.78 ± 0.11 – 4.52 ± 0.96 [79]	1.01 ± 0.10 – 2.31 ± 0.77 [70]	1.29 ± 0.10 [77]	(2.83 ± 0.23) 2.42 ± 0.50 – 3.39 ± 0.40 [39]	2.44 ± 0.57 (1.5 – 4.8) [110]	39.2 ± 12.3 (16.0 – 67.6) [17]	17.9 ± 2.3 14.0–23.5
<i>S. granulatus</i> ²	6	80 – 260 [27]	5 – 10 [27]		40 – 50	0.80 – 2.20 [27]	0.98 – 1.48 [27]					14.0–23.5
<i>S. granulatus</i> ³	4	240 ± 40 (210 – 290) [43]	9.2 ± 1.6 (7 – 11) [43]	26.1*	47.3 ± 4.2 (39 – 54) [43]	0.88 ± 0.14 – 4.01 ± 0.64 [43]	1.28 ± 0.07 (1.12 – 1.57) [43]					

¹ Analisado dos registros de A. Kwet (diversas localidades do Brasil, estados de Santa Catarina/SC e Rio Grande do Sul/RS; e diversas localidades do Uruguai); ² Kwet (2001a,b), registros de diversas localidades do estado de Santa Catarina; ³ Conte *et al.*, (2010), registros de diversas localidades no estado do Paraná.

* calculado a partir dos valores informados.

Figura 49. Canto de anúncio de *Scinax granulatus*: **A**- oscilograma de três cantos em sequência; **B**- oscilograma de um único canto (segundo representado em A) com maior resolução; **C**- seção do canto em B (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul; ar = 17,5 °C; 23:50 h. Novembro de 1995. Arquivo sonoro: *Sgranulatus04* (Registro de A. Kwet). FFT=256.

- *Scinax similis* (Cochran, 1952)

Espécie de tamanho médio (machos 29,2–33,5 mm de CRC; ZUEC) descrita de Manguinhos, município do Rio de Janeiro, RJ. A distribuição geográfica atualmente reportada para *S. similis* compreende áreas costeiras de baixa altitude no estado do Rio de Janeiro (Izecksohn & Carvalho-e-Silva, 2010; Bilate & Lack, 2011).

O canto de *S. similis* foi recentemente descrito por Bilate & Lack (2011) para a população de Magé (Guapimirim), no Rio de Janeiro, *ca.* 40 km da localidade tipo da espécie. A descrição abaixo é feita com base na análise desses registros (2 indivíduos), gentilmente cedidos por M. Bilate.

- Descrição do canto (Tabela 24; fig. 50)

O canto possui em média duração de 205 ms e 8,5 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 37 cantos/min. Em alguns cantos o 1º pulso apresenta intensidade bem menor que os demais; modulação ascendente de intensidade um pouco mais pronunciada até o 3º pulso; amplitude máxima do canto atingida em $74 \pm 17\%$ de sua duração. A energia do canto está distribuída entre 0,73–6,15 kHz. A frequência enfatizada geralmente ocupa uma faixa contínua do espectro entre 0,85–4,27 kHz, mas em alguns cantos podem ser observadas duas faixas estreitas separadas (i.e. inferior e superior); o 1º PE está em 1,29 kHz (dominante em 80% dos cantos; 8 de 10), e o 2º PE em 3,72 kHz. Os pulsos são bem definidos e regularmente espaçados. Os pulsos geralmente apresentam modulação ascendente de intensidade aproximadamente linear, atingindo a amplitude máxima em $67 \pm 5\%$ da sua duração. Os pulsos possuem duração de $19,8 \pm 0,5$ ms (taxa de repetição baixa de 50,7 pulsos/seg.), e intervalo de $4,7 \pm 0,1$ ms entre pulsos.

- Considerações adicionais

Os resultados encontrados são praticamente idênticos às características descritas por Bilate & Lack (2011) para o canto de *S. similis*. A única diferença aparente observada entre os estudos é com relação a faixa de frequência enfatizada do espectro considerada dominante – identificada como a faixa superior, i.e. =2,95–4,48 kHz em Bilate & Lack (2011), e faixa inferior i.e. =0,85–2,30 kHz no presente estudo (ver Tabela 24 e fig. 50).

Esta diferença deve-se à complexidade da estrutura espectral em grande parte das espécies do clado *S. ruber*, particularmente para àquelas de tamanho médio-grande – e.g. *S. fuscovarius*, *S. hayii* e *S. perereca* (**ver descrições acima**) – em que a frequência enfatizada pode estar distribuída em uma faixa contínua do espectro (mais larga), ou apresentar uma menor ou maior descontinuidade na energia, i.e. distribuir-se em duas faixas estreitas do espectro, inferior e superior. Como a energia enfatizada está distribuída comumente de forma irregular ao longo do espectro, sem a utilização do espectro de força geralmente não é possível reconhecer acuradamente qual é a principal faixa de frequência enfatizada do espectro (i.e. dominante). Dessa forma, recomendo fortemente a utilização do espectro de força para a caracterização precisa do pico de frequência de maior intensidade no canto das espécies de *Scinax* – o que permitirá a padronização do reconhecimento da faixa de frequência dominante do canto.

Bilate & Lack (2011) também analisaram em seu trabalho os cantos de *S. similis* (um indivíduo) publicados em Haddad *et al.*, (2005) – registrado em Itaguaí, *ca.* de 55 km a oeste da localidade tipo da espécie (ambas ao nível do mar). Reanalizando esse registro (**ver Tabela 24**) encontrei valores idênticos àqueles reportados por Bilate & Lack (2011) para as características temporais do canto de Itaguaí (**ver rodapé da Tabela 24**). Entretanto, diferentemente desses autores, considero que a discrepância encontrada nas características temporais entre os cantos – i.e. cantos com 4 pulsos e 138–144 ms em Itaguaí *contra* 90 ms para o canto mais curto em Magé (apenas um canto emitido com 4 pulsos), e o período do pulso, i.e. $38,9 \pm 3,2$ ms em Itaguaí *contra* $24,5 \pm 0,4$ ms em Magé – são indicativas de que os cantos de Itaguaí e de Magé não pertencem a mesma identidade específica. A diferença de apenas 1 °C entre os registros nas duas populações, e a proximidade geográfica entre as localidades, i.e. cerca de 90 km, fornecem suporte adicional para essa conclusão. As características espectrais do canto de Itaguaí não foram mensuradas porque os cantos gravados estavam próximos do limite ou excederam a amplitude máxima de captura do som do equipamento.

Tabela 24. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax similis*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos (4 – 10)	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg. (47.6 – 58.8)	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/ min. [2]	T °C (ar)
<i>S. similis</i> ¹	2	205 ± 15 (90 – 248) [20]	8.5 ± 0.4 (4 – 10) [20]	24.1 ± 0.6 (22.5 – 25.0) [20]	50.7 ± 1.4 (47.6 – 58.8) [30]	0.73 ± 0.03 – 6.15 ± 0.05 [10]	0.85 ± 0.05 – 2.30 ± 0.25 [10]	1.29 ± 0.08 [10]	(3.72 ± 0.50) 2.98 ± 0.05 – 4.27 ± 0.23 [10]	4.37 ± 0.08 (2.1 – 5.3) [30]	36.6 ± 2.2 [2]	24.0 ± 0.0
<i>S. similis</i> ²	2	203 ± 17 (185 – 225)	8.5 ± 0.7 (4 – 10)	23.9*			2.95 ± 0.01 – 4.48 ± 0.29	3.82 ± 0.35*	0.86 ± 0.04 – 2.44 ± 0.04		31.8 ± 3.9 [2]	24.0 ± 0.0
<i>S. similis</i> ³	1	141 ± 2.1 (138 – 144)	4 ± 0	35.3*							91.0	23.0

¹ Reanalizado a partir dos registros em Bilate & Lack (2011); registros amigavelmente cedidos pelo autor (M. Bilate); ³ analisado do CD Sound Guide of the Atlantic Rain Forest Anurans, Haddad *et al.*, (2005), faixa 43; registro de A.J. Cardoso de Itaguaí, Rio de Janeiro.

² Bilate & Lack (2011) – período pulso=25,0±0,0 ms (24,5±0,4 ms; presente estudo); Itaguaí = 38,9±3,2 ms (n=11)

* calculado a partir dos valores informados.

Figura 50. Canto de anúncio de *Scinax similis*: **A-** oscilograma de três cantos em sequência (um canto de de um segundo indivíduo ao fundo); **B-** oscilograma de um único canto (segundo canto representado em A) com maior resolução; **C-** secção do canto em B (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Citrolândia, Magé, Rio de Janeiro; ar = 24,0 °C. Fevereiro de 2009. Arquivo sonoro: MNVOC 032/1-2_56,7s. FFT=256. (Registro de M. Bilate & E. Lack).

- *Scinax x-signatus* (Spix, 1824)

Abaixo forneço a descrição do canto de anúncio tentativamente atribuído à espécie *S. x-signatus* para populações amostradas nos domínios do Cerrado. Os indivíduos foram registrados em Uberlândia/MG e localidades próximas (Araguari/MG e Caldas Novas/GO) – aqui consideradas como uma única população devido à similaridade acústica observada (machos $37,0 \pm 1,5$ mm de CRC; $n=8$; AAG-UFU). Além dessa população, outras quatro foram amostradas acusticamente, compreendendo parte da região sudeste e central do Brasil – todas dentro dos domínios do Cerrado. Essas populações compreendem um gradiente geográfico de cerca de 680 km entre as localidades mais distantes, i.e. Presidente Olegário/MG e Barra do Garça/MT; e um gradiente altitudinal de *ca.* 700 m alt., i.e. Barra do Garça/MT (*ca.* 310 m alt.) e Chapada dos Veadeiros/GO (*ca.* 1.100 m alt.). As características acústicas das populações analisadas estão sumarizadas na **Tabela 25**.

- Descrição do canto (Tabela 25; fig. 51)

O canto possui em média duração de 239 ms e 8,3 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 35 cantos/min. A amplitude máxima do canto é atingida em $61 \pm 17\%$ de sua duração. A energia do canto está distribuída entre 0,52–6,42 kHz. A frequência enfatizada geralmente ocupa uma faixa contínua do espectro entre 0,72–4,01 kHz; em alguns cantos podem ser observadas duas faixas estreitas separadas (inferior e superior) ou ainda apenas uma faixa estreita mais baixa enfatizada (0,72–1,87 kHz). O 1º PE está em 0,96 kHz (dominante em 79% dos cantos; 23 de 29), e o 2º PE em 3,21 kHz. Os pulsos estão regularmente espaçados e não tão bem definidos como em *S. granulatus* e *S. similis* – i.e. envelope dos pulsos com maior variação. A amplitude máxima é atingida em $60 \pm 10\%$ da duração do pulso; possuem duração de $20,4 \pm 1,5$ ms (taxa de repetição baixa de 49,5 pulsos/seg.), e intervalo de $9,9 \pm 4,2$ ms entre pulsos.

- Comparações acústicas entre populações

As cinco populações amostradas do Cerrado no presente estudo, apesar de compreenderem um amplo gradiente geográfico e altitudinal, apresentam grande similaridade nas características de seus cantos. Além dos caracteres do canto apresentarem grande

sobreposição entre as populações estudadas, essas características mostraram pequena variação – e.g. duração do canto entre 212–258 ms e taxa de repetição de pulsos 45,0–49,1 pulsos/seg. – o que fornece forte suporte acústico para o reconhecimento dessas populações sob a mesma identidade taxonômica, i.e. *S. x-signatus*.

- Diversidade críptica

Até o presente, a única descrição do canto de anúncio atribuída a *S. x-signatus* foi realizada por Táranó (2010) para uma população registrada na savana da parte central da Venezuela (Lhanos Central, 75 m alt.).

Esta população – i.e. *S. x-signatus* ‘Lhanos’ – apresenta o canto claramente distinto das populações acusticamente caracterizadas no presente estudo, i.e. domínios do Cerrado nas regiões sudeste e central do Brasil. *Scinax x-signatus* ‘Lhanos’ apresenta o canto consideravelmente mais curto (148 ms), em média menor nº de pulsos por canto (6,5), e menor valor para a relação duração canto/nº pulsos (22,8); adicionalmente podem ser observadas diferenças nas variáveis espectrais do canto como pico principal de frequência enfatizada mais agudo (1,11 kHz), e maiores valores para a faixa superior de frequência enfatizada (em torno de 4 kHz; fig. 2D em Táranó, 2010) em relação as populações do Cerrado (**ver Tabela 25 e fig. 51**).

Estas diferenças encontradas fornecem suporte acústico robusto para o reconhecimento de uma identidade específica distinta de *S. x-signatus* ‘Lhanos’ em relação às populações amostradas no presente estudo para o Cerrado – i.e. tentativamente *S. x-signatus*.

- Considerações adicionais

Scinax x-signatus e *S. fuscavarius* são simpátricas em uma grande área dentro do domínio do Cerrado, tendo sido encontradas em sintopia em diversas localidades dentro desse bioma no presente estudo – região do Triângulo Mineiro e sul de Goiás (i.e. Uberlândia/MG, Araguari/MG e Caldas Novas/GO), Uruaçu/GO e Chapada dos Veadeiros/GO (Alto Paraíso de Goiás), presente estudo, **ver Tabelas 12 e 25**. O canto das duas espécies é bem similar ao ouvido humano – a principal diferença facilmente identificável é o canto um pouco mais grave em *S. fuscavarius*. No entanto, comparações acústicas detalhadas revelam que *S. x-signatus*

pode ser prontamente diferenciada de *S. fuscovarius* por apresentar as seguintes características: canto um pouco mais longo (≥ 224 ms vs. ≤ 209 ms), menor nº de pulsos ($\leq 8,3$ vs. $\geq 9,1$), maior valor para a relação duração canto/nº pulsos ($\geq 28,8$ ms vs. $\leq 21,6$ ms), menor taxa de repetição de pulsos ($\leq 49,5$ pulsos/seg. vs. $\geq 53,6$ pulsos/seg.), menores valores para a relação duração pulso/intervalo pulso ($\leq 3,01$ vs. $\geq 4,82$), e valores maiores dos picos de frequência enfatizada (1ºPE $\geq 0,96$ kHz vs. $\leq 0,87$ kHz; e 2ºPE $\geq 3,11$ kHz vs. $\leq 2,50$ kHz). Valores informados representam as médias combinadas das populações de *Scinax x-signatus* e de *S. fuscovarius* para as localidades em que ocorrem em sintopia – i.e. Uberlândia/MG e Chapada do Veadeiros/GO.

A caracterização acústica de *S. x-signatus* (putativamente) para parte do Cerrado permitirá avaliar se o canto das populações reconhecidas sob esse nome na Mata Atlântica (e.g. Izecksohn & Carvalho-e-Silva, 2010) da região sudeste do Brasil correspondem a mesma identidade específica.

- Diagnóse acústica do grupo *S. x-signatus*

O canto consiste de uma única nota de curta duração (203–239 ms) formada por poucos pulsos (8,0–8,5), apresentando pequena variação nestas características. Os valores para a razão duração do canto/nº de pulsos estão entre 24,1–28,8 ms. Os pulsos apresentam duração relativamente alta em relação às espécies do clado *S. ruber* – i.e. 18,1–22,4 ms. O pico principal de frequência enfatizada está entre 0,96–1,29 kHz (idêntico em *S. similis* e *S. granulatus*). Valores informados representam as médias combinadas das espécies, excluindo-se os valores extremos (**ver detalhes nas Tabelas 23–25 e figs. 49–51**).

Com base nos dados acústicos disponíveis, reconheço as espécies *S. granulatus*, *S. similis* e *S. x-signatus* como pertencentes ao grupo *S. x-signatus* (i.e. clado putativo). Os valores dos caracteres informados (i.e. estados de caráter) são propostos como sinapomorfias putativas.

Tabela 25. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações de *Scinax x-signatus*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. x-signatus</i> Uberlândia, MG	6 (2)	239 ± 48 (146 – 305) [57]	8.3 ± 0.6 (7 – 11) [57]	28.8 ± 4.5 (20.9 – 33.0) [57]	49.5 ± 3.5 (35.7 – 58.8) [72]	0.52 ± 0.03 – 6.42 ± 1.14 [29]	0.72 ± 0.06 – 1.87 ± 0.09 [29]	0.96 ± 0.07 [29]	(3.21 ± 0.10) 2.47 ± 0.27 – 4.01 ± 0.18 [19]	2.49 ± 1.03 (1.24 – 5.80) [72]	34.9 ± 10.7 (21.8 – 49.6) [6]	20.7 ± 1.0 20.0–22.0
<i>S. x-signatus</i> Presidente Olegário, MG	3	258 ± 6 (217 – 295) [30]	8.0 ± 0.2 (7 – 9) [30]	32.2 ± 0.3 (30.5 – 33.9) [30]	45.1 ± 0.5 (37.0 – 50.0) [20]	0.55 ± 0.01 – 5.04 ± 1.56 [15]	0.70 ± 0.02 – 2.06 ± 0.38 [15]	0.99 ± 0.06 [15]	(3.15 ± 0.01) 2.78 ± 0.05 – 3.69 ± 0.04 [5]	2.48 ± 0.05 (1.67 – 3.86) [20]	50.8 ± 8.4 (42.8 – 59.6) [3]	21.5–21.7
<i>S. x-signatus</i> Barra do Garça, MT	5 (1)	212 ± 36 (137 – 263) [50]	8.5 ± 1.2 (6 – 10) [50]	24.8 ± 1.1 (22.6 – 26.3) [50]	45.8 ± 2.9 (40 – 50) [40]	0.55 ± 0.02 – 5.90 ± 0.87 [25]	0.76 ± 0.11 – 1.91 ± 0.18 [25]	1.07 ± 0.16 [25]	(3.54 ± 0.14) 2.96 ± 0.22 – 4.16 ± 0.12 [20]	6.36 ± 1.88 (3.33 – 12.50) [30]	43.1 ± 13.4 (24.9 – 60.7) [5]	24.0 ± 0.0
<i>S. x-signatus</i> Chapada dos Veadeiros, GO	3 (1)	224 ± 5 (201 – 260) [30]	7.6 ± 0.5 (7 – 9) [30]	29.4 ± 1.2 (27.9 – 31.6) [30]	45.0 ± 3.2 (41.7 – 52.6) [30]	0.55 ± 0.02 – 5.57 ± 0.24 [15]	0.72 ± 0.01 – 4.09 ± 0.10 [15]	1.01 ± 0.04 [15]	(3.11 ± 0.26) [15]	3.01 ± 1.15 (1.7 – 4.0) [30]	22.5 ± 2.2 (20.6 – 24.9) [3]	21.0 ± 0.0
<i>S. x-signatus</i> Uruaçu, GO	2 (1)	239 ± 27 (182 – 289) [20]	9.8 ± 0.5 (8 – 11) [20]	24.5 ± 1.5 (22.8 – 26.3) [20]	49.1 ± 1.8 (45.5 – 55.6) [22]	0.33 ± 0.09 – 8.32 ± 5.56 [10]	0.64 ± 0.02 – 1.65 ± 0.02 [10]	0.92 ± 0.03 [10]	(3.13 ± 0.50) 2.99 ± 0.07 – 3.87 ± 0.10 [10]	6.89 ± 0.04 (3.8 – 11.0) [22]	22.2 ± 12.2 (14.0 – 31.0) [2]	21.0 ± 0.0
<i>S. x-signatus</i> ‘Lhanos’ ¹ Venezuela	13 / 81	148 ± 14	6.5 ± 0.5	22.8*	44.2*	0.50 – 5.00		1.11 ± 0.05				n.i.

¹ Tárano (2010), duração pulsos 22.6±1.3 ms; * calculado a partir dos valores informados; n.i. não informado.

Figura 51. Canto de anúncio de *Scinax x-signatus*: A- oscilograma de três cantos em sequência; B- oscilograma de um único canto (segundo canto representado em A) com maior resolução; C- seção do canto em B (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; D- espectro de força e E- espectrograma do canto representado em B. Clube de Caça & Pesca, Uberlândia, Minas Gerais; ar = 22,0 °C; 20:05 h. Dezembro de 2007. Arquivo sonoro: *Scinax_x-signaUberMG7aLM_AAGb_56,7s*. FFT=256. Espécime não coletado.

Espécies crípticas não relacionadas a nenhuma espécie nominal ou população ainda não identificada

Durante os trabalhos de campo do presente estudo foram amostradas três populações dentro dos domínios do Cerrado no estado de Minas Gerais – i.e. Uberlândia, Presidente Olegário e Curvelo – cujas características acústicas não podem ser reconhecidas como pertencentes a nenhuma espécie nominal descrita até o momento. Abaixo forneço uma breve descrição do canto dessas populações, i.e. *Scinax* sp. ‘Uberlândia’, *Scinax* sp. ‘Olegário’ e *Scinax* sp. ‘Curvelo’.

Adicionalmente, o canto de anúncio de uma quarta população registrada por S. Ron em Orellana, no Equador (dados inéditos), claramente distinto de todas as espécies nominais atualmente conhecidas para a região e proximidades é descrito abaixo.

- *Scinax* sp. ‘Uberlândia’ (Tabela 26; fig. 52)

Três espécimes dessa população foram registrados no município de Uberlândia/MG.

O canto possui em média duração de 250 ms, contendo entre 6–9 pulsos bem definidos e regularmente espaçados ao longo do canto; a taxa de emissão é de cerca de 34 cantos/min. A energia do canto está distribuída entre 0,44–4,35 kHz e a frequência enfatizada ocupa uma faixa estreita do espectro entre 0,78–1,83 kHz – o 1ºPE está em 1,15 kHz (100% dos cantos) e o 2ºPE em 2,58 kHz. Os pulsos possuem duração de $22,1 \pm 5,6$ ms (taxa de repetição de 48,0 pulsos/seg.), e intervalo de $12,4 \pm 7,1$ ms entre pulsos. O envelope de onda dos pulsos, a duração dos pulsos e do intervalo entre pulsos apresentou grande variação nos três indivíduos registrados.

- *Scinax* sp. ‘Olegário’ (Tabela 26; fig. 53)

Um espécime dessa população foi registrado no município de Presidente Olegário/MG.

O canto possui em média duração de 274 ms, contendo entre 6–14 pulsos bem definidos e regularmente espaçados ao longo do canto; a taxa de emissão é de cerca de 54 cantos/min. A energia do canto está distribuída entre 1,07–7,29 kHz e a frequência enfatizada pode ocupar uma ampla faixa do espectro entre 1,25–3,93 kHz. Os dois picos principais enfatizados apresentaram praticamente a mesma intensidade em 50% dos cantos analisados (5

de 10; apenas 1 indivíduo); nos demais cantos o pico ocupando a faixa mais alta do espectro apresentou maior intensidade, i.e. 3,41 kHz (considerado o 1ºPE) e o 2ºPE está em 1,54 kHz. Os pulsos possuem duração de $14,4 \pm 1,1$ ms (taxa de repetição de 69,8 pulsos/seg.), e intervalo de $10,1 \pm 0,9$ ms entre pulsos. O 1º pulso do canto geralmente apresenta intensidade bem menor que os demais.

- *Scinax* sp. ‘Curvelo’ (Tabela 26; fig. 54)

Três espécimes dessa população foram registrados no município de Curvelo/MG.

O canto possui em média duração de 172 ms, contendo entre 5–8 pulsos bem definidos e regularmente espaçados ao longo do canto; a taxa de emissão é de cerca de 21 cantos/min. A energia do canto está distribuída entre 0,55–5,91 kHz e a frequência enfatizada pode ocupar uma ampla faixa do espectro entre 0,71–3,81 kHz – o 1ºPE está em 1,07 kHz (dominante em 93% dos cantos, 14 de 15) e o 2ºPE em 3,05 kHz. Os pulsos possuem duração de $19,6 \pm 2,6$ ms (taxa de repetição de 51,9 pulsos/seg.), e intervalo de $10,1 \pm 0,7$ ms entre pulsos. O 1º pulso do canto geralmente apresenta intensidade bem menor que os demais.

- Comparações acústicas entre espécies/populações e considerações adicionais

Atualmente são reconhecidas 16 espécies nominais para o clado *S. ruber* (não alocadas em nenhum clado) na região que compreende o Cerrado-Caatinga-Chaco (ver Pombal *et al.*, 2011) – i.e. *S. acuminatus*, *S. cabralensis*, *S. camposseabrai*, *S. castroviejoi*, *S. curicica*, *S. eurydice*, *S. fuscomarginatus*, *S. fuscovarius*, *S. lutzorum*, *S. maracaya*, *S. nasicus*, *S. pachycrus*, *S. parkeri*, *S. pusillus*, *S. rogerioi*, *S. tigrinus* e *S. x-signatus*. Diferentemente desses autores, considero *S. squalirostris* restrita aos domínios da Mata Atlântica, e com base na diversidade críptica reconhecida no presente estudo é provável que apenas populações na localidade tipo, i.e. Serra da Bocaina, São José do Barreiro/SP e proximidades pertençam a essa identidade específica. Dentre as espécies citadas acima, apenas *S. camposseabrai* e *S. lutzorum* não possuem o canto conhecido. As demais espécies – com exceção de *S. cabralensis*, *S. curicica*, *S. parkeri*, *S. pachycrus*, *S. pusillus* e *S. tigrinus* – foram acusticamente caracterizadas no presente estudo.

Scinax sp. ‘Uberlândia’, *Scinax* sp. ‘Olegário’ e *Scinax* sp. ‘Curvelo’ são prontamente

distinguidas da maioria das espécies conhecidas na região Cerrado-Caatinga-Chaco pelas seguintes características do canto: diferem do grupo *S. fuscomarginatus* (**Tabela 11 e figs. 21–25**) por não apresentarem o canto do tipo padrão zumbido longo (ver diagnose acústica do grupo acima); *S. parkeri* possui o canto com maior nº de pulsos (≥ 17) e taxa mais alta de repetição de pulsos/seg. (ca. 100; **ver Tabela 11**); apresentam o canto mais longo e com maior nº de pulsos em relação a *S. castroviejoi*, *S. nasicus* e *S. eurydice* (duração ≤ 121 ms e ≤ 3 pulsos nessas espécies; **Tabelas 10 e 16; figs. 19 e 34**); possuem canto mais curto e com menor nº de pulsos em relação a *S. acuminatus* (≥ 371 ms e ≥ 19 pulsos; **ver Tabela 3 e fig. 2**), *S. pachycrus* (≥ 275 ms e ≥ 17 pulsos; **Tabela 26**) e *S. curicica* (≥ 760 ms e ≥ 29 pulsos; **ver Tabela 8**); e *S. cabralensis* (**ver Tabela 26**) apresenta cantos bem mais longos (média = 640 ms) e com frequência enfatizada mais alta (pico = 3,99 kHz).

Scinax sp. ‘Uberlândia’, *Scinax* sp. ‘Olegário’ e *Scinax* sp. ‘Curvelo’ apresentam algumas características intermediárias entre os cantos de *S. maracaya* e as espécies do grupo *S. duartei* caracterizadas nesse estudo (**ver descrições e diagnose acústica do grupo**). Apesar dessas espécies/populações apresentarem valores para o intervalo entre pulsos (10,1–12,4 ms) dentro da amplitude reportada no grupo *S. duartei*, o pico principal de frequência enfatizado no canto dessas espécies é claramente distinto do grupo *S. duartei* (2,50–3,12 kHz); adicionalmente, *S. rogerioi* (grupo *S. duartei*) possui o canto bem mais longo (média = 460 ms) do que essas espécies/populações.

Scinax sp. ‘Uberlândia’ e *Scinax* sp. ‘Curvelo’ possuem o canto mais curto (172–250 ms vs. 318 ms), menor nº de pulsos (6,1–7,4 vs. 12,1) e faixa de frequência mais baixa ocupada no espectro – e.g. freq. mínima (0,44–0,55 kHz vs. 0,96 kHz) e 1ºPE (1,07–1,15 vs. 3,05 kHz) – em relação a *S. maracaya* (**ver Tabela 15 e fig. 33**).

O canto de *Scinax* sp. ‘Olegário’ mostra grande similaridade na estrutura temporal e espectral ao canto de *S. maracaya* (**compare Tabelas 15 e 26; e figs. 33 e 53**), podendo ser distinguida dessa espécie principalmente por apresentar menor valor para a relação duração pulso/intervalo pulso (1,43 vs. 2,39), maior taxa de repetição de pulsos/seg. (69,8 vs. 54,5) e maior valor do 1ºPE (3,41 kHz vs. 3,05 kHz). *Scinax* sp. ‘Olegário’ não pode ser apropriadamente avaliada no momento em relação a *S. tigrinus* devido a caracterização acústica limitada dessa espécie (ver *S. maracaya*) – mas *Scinax* sp. ‘Olegário’ parece

apresentar valores um poucos maiores para a relação duração canto/nº pulsos (20,0–22,7 ms vs. 23,0–24,2 ms) e para o 1ºPE (3,41 kHz vs. 3,05 kHz).

- *Scinax* sp. ‘Orellana’ (Tabela 26; fig. 55)

Dois espécimes dessa população foram registrados (S. Ron) em Orellanas, no Equador.

O canto possui em média duração de 242 ms, contendo entre 23–32 pulsos razoavelmente definidos – i.e. intervalo muito curto entre pulsos. A taxa de emissão é de cerca de 55 cantos/min. A energia do canto está distribuída entre 1,39–5,48 kHz; frequência enfatizada pode ocupar uma faixa mais baixa e estreita do espectro entre 1,61–2,14 kHz, ou ocupar também uma faixa superior do espectro entre 4,03–4,66 kHz; o 1ºPE está em 1,87 kHz (100% dos cantos) e o 2ºPE em 4,24 kHz. Os pulsos possuem duração de $7,7 \pm 0,5$ ms (taxa de repetição de 130,1 pulsos/seg.), e intervalo de $1,1 \pm 0,3$ ms entre pulsos. O 1º pulso do canto geralmente apresenta intensidade bem menor que os demais.

- Comparações acústicas

Dentre as espécies conhecidas do clado *S. ruber* não alocadas em nenhum grupo com distribuição geográfica mais próximas a população registrada em Orellana, *S. ictericus* e *S. staufferi* são as espécies que possuem os cantos que mais se assemelham superficialmente aos de *Scinax* sp. ‘Orellana’. *Scinax* sp. ‘Orellana’ (fig. 55, Tabela 26) pode ser distinguida de *S. staufferi* (fig. 46, Tabela 21) por apresentar o canto mais longo (242 ms vs. 157 ms), maior nº de pulsos (27,7 vs. 20,3), menor taxa de repetição de pulsos/seg. (130 vs. 161), e frequência dominante distinta, com o 1ºPE em 1,87 kHz (contra 3,94 kHz) e o 2º PE em 4,24 kHz (contra 2,01 kHz). Com relação a *S. ictericus* (fig. 32, Tabela 14), *Scinax* sp. ‘Orellana’ pode ser diferenciada pelo canto com menor nº de pulsos (16,1 vs. 27,7), menor valor para a razão duração canto/nº pulsos (8,7 ms vs. 13,7 ms), maior taxa de repetição de pulsos/seg. (130 vs. 104) e diferenças nas frequências enfatizadas do espectro – 1ºPE (1,87 kHz vs. 3,79 kHz) e 2º PE (4,24 vs. 1,59 kHz).

- Considerações adicionais – Diversidade críptica

A caracterização acústica de duas populações nos domínios do Cerrado – i.e.

Uberlândia, e Curvelo (estado de Minas Gerais) – e da população de Orellanas/Equador, em uma região de floresta tropical, fornece suporte acústico robusto para o reconhecimento de três espécies ainda não descritas pertencentes ao clado *S. ruber*. Novos dados recentemente coletados para a população de Presidente Olegário (= *Scinax* ‘Olegário’) por A. A. Giaretta são sugestivos de que esta população deva se tratar de *S. tigrinus* (comunicação do autor).

Tabela 26. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de três populações não relacionadas a nenhuma espécie conhecida do clado *Scinax ruber*, e de uma população adicional do clado, *Scinax* sp. ‘Olegário’, cuja avaliação da indentidade taxonômica ainda não está concluída. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>Scinax</i> sp. ‘Uberlândia’	3 (1)	250 ± 44 (188 – 325) [25]	7.4 ± 0.9 (6 – 9) [25]	33.6 ± 2.1 (30.9 – 36.4) [25]	48.0 ± 11.9 (33.3 – 66.7) [34]	0.44 ± 0.19 – 4.35 ± 0.44 [15]	0.78 ± 0.16 – 1.83 ± 0.01 [10]	1.15 ± 0.15 [10]	(2.58 ± 0.03) 2.36 ± 0.06 – 3.49 ± 0.08 [5]	2.97 ± 2.98 (0.61 – 10.67) [34]	34.3 ± 15.2 (16.3 – 46.7) [3]	18.5–19.0
<i>Scinax</i> sp. ‘Olegário’	1 (1)	274 ± 60 (142 – 333) [10]	11.5 ± 2.5 (6 – 14) [10]	23.8 ± 0.3 (23.0 – 24.2) [10]	69.8 ± 5.4 (62.5 – 83.3) [15]	1.07 ± 0.03 – 7.29 ± 0.11 [6]	2.53 ± 0.16 – 3.93 ± 0.25 [10]	3.41 ± 0.11 [10]	(1.54 ± 0.03) 1.25 ± 0 – 1.79 ± 0 [10]	1.43 ± 0.18 (1.09 – 1.78) [15]	54.1 [1]	21.0
<i>Scinax</i> sp. ‘Curvelo’ ¹	3 (3)	172 ± 38 (121 – 242) [30]	6.1 ± 1.0 (5 – 8) [30]	27.8 ± 1.9 (24.2 – 30.3) [30]	51.9 ± 7.1 (38.5 – 71.4) [28]	0.55 ± 0.01 – 5.91 ± 0.80 [15]	0.71 ± 0.0 – 1.86 ± 0.23 [15]	1.07 ± 0.07 [15]	(3.05 ± 0.21) 2.30 ± 0.0 – 3.81 ± 0.42 [15]	2.01 ± 0.43 (1.17 – 3.71) [28]	20.9 ± 7.7 (14.7 – 29.4) [3]	24.0 ± 0.0
<i>Scinax</i> sp. ‘Orellana’ ² Orellana, Equador	2	242 ± 29 (203 – 279) [20]	27.7 ± 3.5 (23 – 32) [20]	8.7 ± 0.1 (8.6 – 9.0) [20]	130.1 ± 8.2 (125 – 143) [28]	1.39 ± 0.09 – 5.48 ± 0.14 [10]	1.61 ± 0.02 – 2.14 ± 0.00 [10]	1.87 ± 0.01 [10]	(4.24 ± 0.17) 4.03 ± 0.03 – 4.66 ± 0.08 [5]	7.43 ± 1.06 (4.0 – 8.0) [28]	54.7 ± 12.9 (45.5 – 63.8) [2]	
<i>Scinax</i> <i>cabralensis</i> ³ Serra do Cabral, MG	?	640 ± 220 (310 – 1,01) [13]	(6 – 19) [13]	(51.7 – 53.2) [13]	33.3*	1.96 ± 0.10 – 5.52 ± 0.27 [13]	3.99 ± 0.15 (3.70–4.22) [13]					18.0
<i>Scinax</i> <i>pachycrus</i> ⁴ Serra da Jibóia, BA	?	305 ± 30	23.8 ± 2.5 (17 – 32)	12.8*			1.83 ± 0.02		4.04		37.2 ± 7.0	20.0

¹ Registros de S. Ron, gentilmente cedidos pelo autor para trabalho em colaboração; ² Registros de T. R. Carvalho, gentilmente cedidos pelo autor; ³ Drummond *et al.*, (2007) – Duração pulso: 30±10 ms (20–50 ms); Intervalo entre pulso: 20±0 ms (10–30 ms); pulsos chamados de notas pelos autores; ⁴ Carneiro *et al.*, (2004). * calculado a partir dos valores informados; ? não informado.

Figura 52. Canto de anúncio de *Scinax* sp. 'Uberlândia' A- oscilograma de dois cantos em sequência; B- oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; C- seção do canto em B (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; D- espectro de força e E- espectrograma do canto representado em B. Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais; ar = 19,0 °C; 01:45 h. Outubro de 2010. Arquivo sonoro: *Scinax*_sp_PangaMG1bLM_AAGmt_48,5s. FFT=256. Espécime coletado.

Figura 53. Canto de anúncio de *Scinax* sp. 'Olegário' **A-** oscilograma de dois cantos em sequência; **B-** oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; **C-** seção do canto em B (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Reserva Vereda Grande, Presidente Olegário, Minas Gerais; ar = 21,0 °C; 21:18 h. Outubro de 2010. Arquivo sonoro: *Scinax_PresOlegMG1dAAGm_15,5s*. FFT=256. Espécime coletado.

Figura 54. Canto de anúncio de *Scinax* sp. 'Curvelo' **A**- oscilograma de dois cantos em sequência; **B**- oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; **C**- seção do canto em B (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Curvelo, Minas Gerais; ar = 19,0 °C; 19:49 h. Fevereiro de 2011. Arquivo sonoro: *Scinax_grupo_ruberMG2aTRC_AAGmt_10,3s*. FFT=256. Espécime coletado.

Figura 55. Canto de anúncio de *Scinax* sp. 'Orellana': **A-** oscilograma de quatro cantos em sequência; **B-** oscilograma de um único canto (último canto representado em A) com maior resolução; **C-** secção do canto em B (42 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Orellana, Equador; ar = 21,8 °C; 21:30 h. Julho de 2009. Registro de S. Ron, *Scinax*_sp_LS100223_1m44,5s. FFT=256. (Registro filtrado).

Clado *Scinax rostratus* (Peters, 1863)

O grupo *S. rostratus* foi proposto por Duellman (1972a) e posteriormente corroborado como clado por vários estudos cladísticos – i.e. dados de base morfológica (Faivovich, 2002) e molecular (e.g. Faivovich *et al.*, 2005; Wiens *et al.*, 2010; Pyron & Wiens, 2011). Atualmente são reconhecidas 10 espécies para o clado – *S. boulengeri*, *S. constrictus* (Lima, Bastos & Giaretta, 2005), *S. garbei*, *S. jolyi* Lescure & Marty, 2000, *S. kennedyi* (Pyburn, 1973), *S. nebulosus*, *S. pedromedinae*, *S. proboscideus*, *S. rostratus* e *S. sugillatus* (Duellman, 1973) – todas distribuídas na parte sul da América Central, norte da América do Sul e Bacia Amazônica, com exceção de *S. constrictus*, que ocorre nos domínios do Cerrado – região central (Duellman, 1972a; Savage, 2002; Lima *et al.*, 2005).

Abaixo forneço a descrição detalhada do canto de anúncio para seis das espécies conhecidas do clado – i.e. *S. boulengeri*, *S. garbei*, *S. nebulosus*, *S. pedromedinae*, *S. proboscideus* e *S. rostratus* (**Tabelas 27–31; figs. 56–62**).

- *Scinax boulengeri* (Cope, 1887)

Espécime de tamanho médio-grande (machos 37,5–42,9 mm de CRC; Duellman, 1970a), descrita da Nicarágua. A distribuição geográfica reportada atualmente para a espécie compreende áreas de baixa altitude no Caribe, i.e. desde a Nicarágua até o Panamá, e em parte da região noroeste da Colômbia e do Equador – ocorrendo em áreas de floresta tropical seca e úmida (Duellman, 1970a, 1972a; Savage, 2002).

O canto de *S. boulengeri* é descrito abaixo com base na análise detalhada do registro de um indivíduo em Barro Colorado, Panamá, publicado por Ibáñez e colaboradores (1999).

- Descrição do canto (Tabela 27; fig. 56)

O canto possui em média duração de 402 ms e 61,6 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 12 cantos/min. Os primeiros pulsos do canto apresentam intensidade bem menor que os demais, ocorrendo modulação ascendente de intensidade aproximadamente linear no início (*ca.* 1/4) do canto; a amplitude máxima é atingida em um intervalo variável de $61 \pm 20\%$ da duração do canto ($n=5$). A energia do canto está distribuída entre 0,80–4,76 kHz; a frequência enfatizada pode ocupar uma ampla faixa aproximadamente contínua do espectro, entre 1,41–3,67 kHz; o 1ºPE está em 1,69 kHz (dominante em 3 de 5 cantos), e o 2ºPE em 2,91 kHz. Os

pulsos são pouco definidos, apresentando grande sobreposição no início do canto; o final do canto é caracterizado por um decaimento na amplitude dos pulsos, imediatamente seguida por uma modulação ascendente abrupta – parte final do canto bem mais pulsátil. Os pulsos apresentam a modulação inicial abrupta, com a amplitude máxima sendo atingida em $21 \pm 20\%$ da sua duração ($n=26$); a duração dos pulsos é de $5,2 \pm 0,5$ ms (taxa de repetição muito elevada de 193 pulsos/seg), e intervalo pequeno entre pulsos de $2,2 \pm 0,8$ ms.

- Considerações adicionais

O canto de *S. boulengeri* foi descrito por Duellman (1970a) de Puerto Viejo, Costa Rica. Posteriormente o autor forneceu características do canto da espécie em dois outros estudos, Duellman (1972a) – no qual reportou dados acústicos adicionais para uma população registrada na Colômbia – e Duellman & Pyles (1983). Como os caracteres do canto de *S. boulengeri* reportados nos três estudos são muito similares, é provável que os mesmos registros da Costa Rica tenham sido utilizados/analizados nesses trabalhos – na **Tabela 27** as informações destes estudos estão reportadas de maneira combinada.

O canto aqui analisado do Panamá mostrou grande similaridade com as características reportadas da Costa Rica, i.e. duração do canto, e picos de frequência enfatizada praticamente idênticos, o que está em acordo com uma mesma identidade específica para essas populações. A única diferença observada entre essas populações foi a menor taxa de repetição de pulsos na população da Costa Rica, mas essa diferença deve ser considerada com cautela uma vez que pode ser resultado de um ou mais dos seguintes fatores – uso do período dos pulsos na estimativa ($= 135 \pm 11$ pulsos/seg. no presente estudo); mensuração da duração dos pulsos/período ao longo de trechos diferentes do canto; e dificuldade de delimitação dos pulsos (**ver descrição acima e fig. 56**). Adicionalmente, a presença de harmônicos identificados previamente no canto de *S. boulengeri* não foi confirmada no presente estudo (**ver *S. quinquefasciatus* para mais detalhes**).

Duellman (1972a) reportou algumas diferenças encontradas entre as populações reconhecidas como *S. boulengeri* na América Central e na Colômbia (Chocó) – i.e. menor tamanho, coloração das cochas e canto com apenas uma faixa de frequência enfatizada nessa última população. A faixa enfatizada (= harmônico) reportada para a população de Chocó em 3,25 kHz é muito discrepante dos dois picos enfatizados observados na população do Panamá,

o que combinado as diferenças morfológicas previamente reportadas, parece ser um forte indicativo de uma identidade específica diferente para a população da Colômbia.

Tabela 27. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax boulengeri*. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. boulengeri</i> ¹ Barro Colorado, Panamá	1	402 ± 45 (325 – 440) [5]	61.6 ± 4.4 (54 – 65) [5]	6.5 ± 0.3 (6.0 – 6.8) [5]	192.9 ± 19.0 (167 – 250) [26]	0.80 ± 0.02 – 4.76 ± 0.26 [5]	1.41 ± 0.03 – 2.01 ± 0.06 [5]	1.69 ± 0.01 [5]	(2.91 ± 0.04) 2.52 ± 0.18 – 3.67 ± 0.38 [5]	2.92 ± 1.76 (1.7 – 6.0) [26]	11.5 [1]	n.i.
<i>S. boulengeri</i> ^{2,3,4} Puerto Viejo, Costa Rica	5 / 8	350 (240 – 470)			101 (80 – 120)		1.62 (1.54 – 1.78) = harm.		2.80 = harm.		1.4 (0.2–3.2)	n.i.
<i>S. boulengeri</i> ³ Chocó, Colômbia	1	500			120		3.25 = harm.					n.i.

¹ Analisado do CD Vocalizations of frogs and toads from Barro Colorado Nature Monument; *Scinax boulengeri*, faixa 31; Ibáñez *et al.*, (1999);

² Duellman (1970a) – frequência enfatizada identificada como dois harmônicos (harm.); ³ Duellman (1972a); ⁴ Duellman & Pyles (1983). 5/8 = nº indivíduos/nº cantos analisados.

n.i. não informado.

Figura 56. Canto de anúncio de *Scinax boulengeri*: A- oscilograma de dois cantos em sequência; B- oscilograma de um único canto (primeiro canto representado em A) com maior resolução; C- secção do canto em B (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; D- espectro de força e E- espectrograma do canto representado em B. Barro Colorado, Panamá. Registro de Ibáñez et al., (1999), *Scinax boulengeri*, faixa 31 em *Vocalizations of frogs and toads from Barro Colorado Nature Monument*. FFT=256.

- *Scinax garbei* (Miranda-Ribeiro, 1926)

Espécime de tamanho médio-grande (machos 37,5–42,9 mm de CRC em Santa Cecília, Equador; Duellman, 1970b), descrita de Eirunepé, Rio Juruá, Amazonas (ver Duellman & Wiens, 1993). Atualmente *S. garbei* é reportada como uma espécie amplamente distribuída na parte superior e média da Bacia Amazônica no Brasil, Colômbia, Equador e Peru (Duellman, 1970b, 1972a; Duellman & Wiens, 1993), e adicionalmente na Bolívia (De la Riva *et al.*, 1994).

Abaixo forneço a descrição do canto de uma população registrada em Manaus, estado do Amazonas, inicialmente atribuída à *S. garbei*. Quatro indivíduos foram encontrados vocalizando em uma área alagada às margens do Igarapé do Mindú, ao lado da borda de uma floresta primária. O macho registrado vocalizava sobre uma folha de herbácea, com o corpo paralelo ao solo, cerca de 1,70 m alt. Essa população foi encontrada em sintopia com *S. ruber* ‘Manaus’ (ver **acima**). Indivíduos da população de Manaus apresentam tamanho grande, machos 42,0–46,0 mm de CRC (Lima *et al.*, 2008) – espécimes de uma localidade próxima da amostrada no presente estudo (i.e. Reserva Ducke).

O canto publicado de uma população registrada em Tambopata (Peru) por Cocroft *et al.*, (2001) também foi analisado e está sumarizado na **Tabela 28 (fig. 57)**.

- Descrição do canto (Tabela 28; fig. 57)

O canto possui em média duração de 532 ms e 36,9 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 3 cantos/min. Os primeiros pulsos do canto (1°–5°) apresentam intensidade bem menor que os demais – modulação ascendente de intensidade bem marcada no início do canto. A amplitude máxima é atingida em $81 \pm 5\%$ da duração do canto. O envelope de onda do canto apresenta forma retangular com pequena modulação irregular (ascendente e descendente) ao longo de sua duração; o canto termina com decaimento abrupto de intensidade no último pulso. A energia do canto está distribuída entre 0,59–4,56 kHz; a frequência enfatizada ocupa duas faixas estreitas do espectro – o 1°PE está em 1,23 kHz (dominante em 5 de 8 cantos), e o 2°PE em 2,77 kHz. Os pulsos são bem definidos e regularmente espaçados (exceção dos cinco primeiros); a modulação é aproximadamente abrupta no início do pulso; a amplitude máxima dos pulsos é atingida em $54 \pm 7\%$ da sua duração. Os pulsos possuem duração de $11,8 \pm 0,4$ ms (taxa de repetição de 85 pulsos/seg), e intervalo de $2,0 \pm 0,0$ ms entre pulsos.

- Comparações acústicas entre populações e diversidade críptica

Diferentes autores têm reportado diferenças encontradas na morfologia (e.g. tamanho), padrão de coloração e no canto entre as populações atualmente consideradas sob o nome *S. garbei* ao longo da Bacia Amazônica e Bolívia (e.g. Duellman, 1970b; De la Riva *et al.*, 1994).

Atualmente são conhecidos cantos de diferentes populações inicialmente atribuídas ao nome *S. garbei* – i.e. Equador (Santa Cecília; e.g. Duellman, 1970b, 1972a), Peru (várias localidades; Duellman & Wiens, 1993 e Duellman, 2005), Bolívia (De la Riva *et al.*, 1994) e Manaus/Brasil (presente estudo).

Na descrição do canto da Bolívia, De la Riva *et al.*, (1994) compararam acusticamente essa população com os cantos reportados na literatura para a população de Santa Cecília (Equador), i.e. Duellman (1970b, 1972a) e Duellman & Pyles (1983). Como notado por De la Riva e colaboradores (1994), as características do canto reportadas para a população de Santa Cecília entre os dois primeiros estudos e o último foram altamente incongruentes (**ver Tabela 28** e De la Riva *et al.*, 1994). Ainda assim, os autores reconheceram diferenças marcantes entre os cantos da população da Bolívia (e.g. cantos mais curtos) e de Santa Cecília, indicando a necessidade de trabalhos adicionais para avaliar a identidade taxonômica das populações atribuídas ao nome *S. garbei*.

O canto da população de Manaus, i.e. *S. garbei* ‘Manaus’, é claramente distinto das populações da Bolívia, Peru (**fig. 58**) e Equador. Apesar do reduzido tamanho amostral, as faixas de frequência enfatizadas (i.e. picos) são consideravelmente diferentes entre *S. garbei* ‘Manaus’ (1ºPE 1,23 kHz e 2ºPE 2,77 kHz), a população da Bolívia (3,45–3,96 kHz), do Equador (1,77 kHz e 3,24 kHz) e as populações do Peru (3,24–3,76 kHz).

Adicionalmente, o canto do Peru possui valores bem menores para a razão duração pulso/intervalo pulso (1,77 vs. 5,90) e valores bem mais altos para a freq. mínima ocupada no espectro (0,88 kHz vs. 0,59 kHz) em relação à *S. garbei* ‘Manaus’; o canto do Equador é emitido em taxas muito mais elevadas, e o canto da Bolívia possui taxa de repetição de pulsos bem menor em relação à *S. garbei* ‘Manaus’ (**ver Tabela 28**).

As diferenças acústicas encontradas entre os cantos de *S. garbei* ‘Manaus’ e os cantos das populações da Bolívia, Equador e Peru, são sugestivas de que cada uma dessas populações representa uma identidade específica distinta – i.e. elevada diversidade críptica sob o nome *S.*

garbei.

No momento o canto conhecido mais próximo da localidade tipo de *S. garbei* (i.e. Eirunepé) é o de Tambopata (Peru), em torno de 700 km de distância (valor estimado). Com base na elevada variação morfológica, acústica e no padrão de coloração reconhecida para as diversas populações previamente consideradas sob o nome *Scinax garbei* na Bacia Amazônica e Bolívia (Cerrado), é possível que nenhuma das populações citadas no presente estudo pertença à espécie nominal *S. garbei*.

Tabela 28. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de várias populações atribuídas a *Scinax garbei*. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. garbei</i> Manaus, AM	1 (1)	532 ± 57 (449 – 611) [10]	36.9 ± 3.8 (31 – 42) [10]	14.4 ± 0.1 (14.2 – 14.5) [10]	84.8 ± 3.1 (83.3 – 90.9) [25]	0.59 ± 0.03 – 4.56 ± 0.47 [9]	0.77 ± 0.03 – 1.51 ± 0.14 [9]	1.23 ± 0.03 [8]	(2.77 ± 0.01) 2.30 ± 0.13 – 3.20 ± 0.15 [8]	5.90 ± 0.20 (5.50 – 6.00) [25]	2.66 [1]	25.0
<i>S. garbei</i> ¹ Tambopata, Peru	1	1,28 ± 229 (730 – 1,61) [10]	80.4 ± 14.7 (46 – 102) [10]	15.9 ± 0.1 (15.6 – 16.0) [10]	99.1 ± 3.5 (83 – 100) [29]	0.88 ± 0.13 – 5.46 ± 0.15 [6]	3.17 ± 0.03 – 4.02 ± 0.18 [6]	3.43 ± 0.05 [9]	(1.68 ± 0.03) 1.31 ± 0.07 – 1.93 ± 0.08 [6]	1.77 ± 0.20 (1.67 – 2.50) [29]	27.9 [1]	24.6
<i>S. garbei</i> ² Bolívia	1 / 19	947 ± 275 (295 – 1,47)	53.1 ± 15.6 (16 – 83)	17.83**	56.0 ± 1.0 (53.8 – 57.8)		3.72 ± 0.14 (3.45 – 3.96)		1.70 ± 0.09 (1.51 – 1.78)		29.3 ± 8.9 (11.2 – 49.4)	
<i>S. garbei</i> ³ Santa Cecília, Equador	8 / 25	210 (160 – 260) ca. 400*	ca. 34*		215 (195 – 240)		3.24 (3.45 – 3.96)				140	
<i>S. garbei</i> ⁴ Santa Cecília, Equador	8 / 26	520 (370 – 650)			86 (80 – 100)		1.77 (1.56 – 1.93)		0.44		64.8 (54.5 – 72.3)	
<i>S. garbei</i> ⁵ Cuzco, Peru	8	(1,10 – 1,40)					3.20 =harm.		1.60 =harm.		140	23.0
<i>S. garbei</i> ⁶ Pilcopata, Peru	2	(650 – 800)			(65 – 70)						9.8	
<i>S. garbei</i> ⁶ Tambopata, Peru	1	(500 – 700)			110		3.24 – 3.76					23.8

¹ Analisado do CD Frogs of Tambopata, Peru; *Scinax garbei*, faixa 40; Cocroft *et al.*, (2001); ² De la Riva *et al.*, (1994); ³ Duellman (1970b, 1972a); ⁴ Duellman & Pyles (1983);

⁵ Duellman (2005); ⁶ Duellman & Wiens (1993) – *S. epacrorrhina*, sinonimizada com *S. garbei* nesse trabalho.

Taxa de repetição pulsos/seg. para *S. garbei* 'Manaus' com base no período do pulso = 72,5±2,2 (n=25)

* observado na fig. 3 de Duellman (1972a).

** calculado a partir dos valores médios dos parâmetros informados. 1/19= número de indivíduos gravados/número de cantos analisados.

Figura 57. Canto de anúncio de *Scinax garbei* 'Manaus': **A-** oscilograma de dois cantos em sequência (intervalo arbitrário entre os cantos); **B-** oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; **C-** seção do canto em B (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Manaus, Amazonas; ar = 25,0 °C; 22:19 h. Fevereiro de 2012. Arquivo sonoro: *Scinax_aff_garbeiManaus1dLM_AAGmt_2m10,3s*. FFT=256. Espécime coletado.

Figura 58. Canto de anúncio de *Scinax garbei* ‘Tambopata’: **A-** oscilograma do canto; **B-** secção do canto em A (62 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **C-** espectro de força e **D-** espectrograma do canto representado em A. Tambopata, Peru; ar = 24,0 °C. Registro de Cocroft *et al.*, (2001), *Scinax garbei*, faixa 40 em Frogs of Tambopata, Peru. FFT=256.

- *Scinax nebulosus* (Spix, 1824)

Espécie de tamanho pequeno (machos com tamanho máximo de 29,9 mm de CRC; Duellman, 1972a), cujo neótipo foi designado de Belém, estado do Pará. Atualmente a espécie é reportada como amplamente distribuída compreendendo o sudeste da Venezuela, Guianas, Suriname, parte inferior da Bacia Amazônica nos estados do Pará e Amazonas no Brasil, e adicionalmente registrada na Bolívia (Duellman, 1972a; De la Riva *et al.*, 1994; Lescure & Marty, 2000; Frost, 2013).

Abaixo forneço a descrição detalhada do canto de *S. nebulosus* com base nos registros de quatro indivíduos em Belém, no Pará. Cantos publicados de outras duas populações previamente atribuídas à espécie, i.e. Guiana Francesa (Marty & Gaucher, 1999), e Bolívia (Márquez *et al.*, 2002) também foram analisados e estão sumarizados na **Tabela 29**.

- Descrição do canto (Tabela 29; fig. 59)

O canto possui em média duração de 159 ms e 7,8 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 46 cantos/min. O canto apresenta forte modulação ascendente de intensidade (aprox. linear), atingindo a amplitude máxima em $81 \pm 5\%$ da sua duração. A energia do canto está distribuída entre 1,50–5,10 kHz; a frequência enfatizada ocupa uma faixa estreita do espectro entre 2,28–3,91 kHz – o 1ºPE está em 3,15 kHz (100% dos cantos) e o 2ºPE em 2,54 kHz; em alguns cantos são observados três picos enfatizados (e.g. **fig. 59D**). Há uma pequena modulação ascendente de frequência do início ao final do canto. Os pulsos em geral são bem definidos e regularmente espaçados; possuem o envelope amplitude-tempo variável – algumas vezes apresentam ascendência e decaimento graduais no seu início e final, respectivamente. A amplitude máxima é atingida em $62 \pm 6\%$ da duração dos pulsos. Os pulsos possuem duração de $14,4 \pm 1,9$ ms (taxa de repetição de 70,9 pulsos/seg.), e intervalo entre eles de $6,6 \pm 1,7$ ms.

- Comparações acústicas entre populações e diversidade críptica

Duellman (1972a) e Duellman & Pyles (1983) forneceram algumas informações numéricas para o canto de *S. nebulosus* registrado em Belém, PA. De la Riva *et al.*, (1994) notaram que os valores numéricos informados para o canto de *S. nebulosus* de Belém foram bastante conflitantes entre os dois estudos realizados, e.g. frequência enfatizada em 0,72 kHz e 1,05 kHz vs. 0,42 kHz e 3,99 kHz; e número de notas entre 4–7 (média 5,8) vs. uma nota

(Duellman, 1972a e Duellman & Pyles, 1983; respectivamente).

A análise de novos registros de *S. nebulosus* em Belém revelam consideráveis discordâncias em relação às informações prévias do canto da espécie registrado na mesma localidade. Embora a duração dos cantos encontrada no presente estudo apresente sobreposição à duração anteriormente reportada (Duellman, 1972a e Duellman & Pyles, 1983), o número de notas informadas em Duellman (1972a, i.e. “notes per call group”, p. 188) para a duração média do canto, i.e. 160 ms e 5,8 notas (consideradas aqui como pulsos), é marcadamente menor do que o valor aqui reportado, i.e. 159 ms e 7,8 pulsos. Diferenças adicionais entre nossos estudos incluem a taxa de repetição de pulsos – mesmo calculando essa variável com base no período do pulso, i.e. $43,4 \pm 0,8$ pulsos/seg. (presente estudo) – e incongruência total entre as faixas de frequência enfatizadas nos cantos; i.e. 3,15 kHz e 2,54 kHz no presente estudo; 0,72 kHz e 1,05 kHz em Duellman (1972a), e 0,42 kHz e 3,99 kHz em Duellman & Pyles (1983).

No presente trabalho, a frequência mínima observada para o canto de *S. nebulosus* acima de 1,50 kHz é muito mais elevada do que a freq. fundamental reportada em Duellman & Pyles (1983). Adicionalmente, a estrutura harmônica previamente reportada para o canto de *S. nebulosus* não é confirmada no presente estudo (**ver descrição acima e fig. 59**).

Com base nas diferenças marcantes observadas entre o canto aqui descrito e as informações prévias reportadas para o canto de *S. nebulosus*, parece improvável que os cantos descritos – i.e. presente estudo e trabalhos prévios (Duellman, 1972a e Duellman & Pyles, 1983) – pertençam a mesma identidade específica.

Na descrição do canto de *S. nebulosus* para a população registrada na Bolívia, De la Riva *et al.*, (1994) apesar de reconhecerem que as características acústicas eram muito discrepantes entre as populações da Bolívia (**ver Tabela 29**) e de Belém (PA), consideraram que esses resultados poderiam ser devido a diferenças metodológicas utilizadas nas análises entre os estudos. Essa conclusão foi justificada pelos autores com base na uniformidade morfológica observada para as populações reconhecidas como *S. nebulosus* ao longo de sua distribuição geográfica.

A descrição detalhada do canto de *S. nebulosus* aqui reportada, além da disponibilidade de um registro para a mesma população na Bolívia estudada por De la Riva *et al.*, (1994) permitem uma comparação mais acurada entre os cantos dessas populações. Apesar da

sobreposição parcial na duração do canto e no número de pulsos entre as duas populações, o canto da Bolívia apresenta duração um pouco maior e maior número de pulsos – i.e. canto mais longo em Belém é 244 ms com 12 pulsos, o que corresponde a duração média do canto na Bolívia (241 ms), mas para um número maior de pulsos (= 13,4). Adicionalmente, a taxa de repetição de pulsos/seg. (84,8 em Belém vs. 70,9 na Bolívia) e os picos de frequência enfatizados (3,15 kHz em Belém vs. 3,60 kHz na Bolívia) diferem consideravelmente entre as duas populações. Em suma, considero as diferenças acústicas encontradas entre as duas populações sugestivas de variação inter-específica.

O canto de *S. nebulosus* de Belém apresenta grande similaridade ao canto publicado da Guiana Francesa (Marty & Gaucher, 1999), e.g duração, taxa de repetição de pulsos e 1ºPE, e apesar da amostra limitada para essa última população, a baixa variação acústica observada é compatível com a mesma identidade específica para essas populações.

Tabela 29. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax nebulosus*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. nebulosus</i> Belém, PA	4 (2)	159 ± 36 (95 – 244) [40]	7.8 ± 1.7 (5 – 12) [40]	20.5 ± 0.1 (15.8 – 21.2) [40]	70.9 ± 10.1 (61.5 – 83.2) [44]	1.50 ± 0.07 – 5.10 ± 0.29 [20]	2.28 ± 0.33 – 3.91 ± 0.11 [19]	3.15 ± 0.14 [20]	(2.54 ± 0.09) [20]	2.42 ± 0.91 (1.30 – 4.30) [44]	45.7 ± 3.6 (42.1 – 49.7) [4]	23.0 ± 0.0
<i>S. nebulosus</i> ¹ Belém, PA	2 / 7	160 (130 – 200)			58.0 (55.0 – 60.0)		0.72 1.05				39.5	n.i.
<i>S. nebulosus</i> ² Belém, PA	3 / 9	130 (100 – 170)			60		3.99 (3.84 – 4.15)		0.42 (0.41 – 0.43) = fundam.		62.3 (50.0 – 75.0)	n.i.
<i>S. nebulosus</i> ³ Guiana Francesa	1	156 ± 12 (138 – 168) [6]	9.2 ± 0.9 (8 – 10) [6]	17.1 ± 0.7 (16.0 – 18.1) [6]	72.5 ± 3.9 (66.7 – 76.9) [6]	1.43 ± 0.0 – 5.63 ± 0.26 [6]	2.69 ± 0.06 – 3.67 ± 0.06 [6]	3.02 ± 0.07 [6]	(1.98 ± 0.09) [6]	7.9 ± 4.9 (3.3 – 14.0) [6]	23.2 [1]	n.i.
<i>Scinax nebulosus</i> ⁴ Puerto Almacén, Bolívia	1 / 5	241 ± 44 (201 – 305)	13.4 ± 2.6 (11 – 17)	17.95 *	55.6 ± 1.3 (54.2 – 57.5)		2.87 ± 0.17 (2.69 – 3.13)		(2.37 ± 0.12) 2.20 – 2.56 = fundam.	0.64 ± 0.05 (0.57 – 0.71)	22.5 ± 22.8 (2.4 – 47.5)	n.i.
<i>Scinax nebulosus</i> ⁵ Puerto Almacén, Bolívia	1 / 2	(155 – 162)	9	17.6	84.8 ± 3.4 (83.3 – 90.9) 57.6 ± 3.1			3.62–3.76	2.81–3.30	2.12 ± 0.18 0.68 ± 0.02		n.i.

¹ Duellman (1972a); ² Duellman & Pyles (1983); ³ Analisado do CD Tailless Amphibians of French Guiana; *S. nebulosus*, faixa 48; Marty & Gaucher (1999); ⁴ De la Riva *et al.*, (1994).

⁵ Analisado do CD 1 Guía sonora de las ranas y sapos de Bolivia; *S. nebulosus*, faixa 76; Márquez *et al.*, (2002) – valores em negrito para o cálculo das variáveis do mesmo modo como em De la Riva *et al.*, (1994), dur. pulso/interv. pulso nesse trabalho é na verdade duração pulso/periodo pulso.

1/5 e 1/2= n° de indivíduos analisados/n° de cantos analisados.

* calculado a partir dos valores médios informados; 1/5; 3/9= número de indivíduos gravados/número de cantos analisados; n.i. não informado.

Figura 59. Canto de anúncio de *Scinax nebulosus*: **A**- oscilograma de três cantos em sequência (intervalo arbitrário entre os cantos); **B**- oscilograma de um único canto (último canto representado em A) com maior resolução; **C**- secção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Embrapa, Belém, Pará; ar = 23,0 °C; 21:29 h. Janeiro de 2011. Arquivo sonoro: *Scinax nebulosus*_BelemPA2aTRC_AAGmt_53,0s. FFT=256. Espécime coletado.

- *Scinax pedromedinae* (Henle, 1991)

Espécie de tamanho pequeno (machos 22,5–29,4 mm de CRC), descrita de Tres Chimbadás, Río Tambopata, Departamento Madre de Dios, Peru (Duellman & Wiens, 1993). A espécie é reportada apenas para a parte superior da Bacia Amazônica no leste do Peru, e.g. Tambopata e Pilcopata (Duellman & Wiens, 1993; Duellman, 2005).

Abaixo forneço a descrição detalhada do canto de *S. pedromedinae* com base no registro de um indivíduo em Tambopata, Peru (ver Cocroft *et al.*, 2001). Um registro adicional de W.E. Duellman para 1 indivíduo gravado em Pilcopata (Peru) também foi analisado. Os valores estão sumarizados na **Tabela 30** (registro depositado na FonoZoo – **ver detalhes no Suplemento**).

- Descrição do canto (Tabela 30; fig. 60)

O canto possui em média duração de 175 ms e 6,1 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 16 cantos/min. O canto apresenta modulação ascendente de intensidade (aprox. linear), atingindo a amplitude máxima em $65 \pm 14\%$ da sua duração. A energia do canto está distribuída entre 0,94–5,70 kHz; a frequência enfatizada ocupa uma faixa estreita do espectro entre 2,98–4,52 kHz – o 1ºPE está em 3,75 kHz (dominante em 4 de cantos) e o 2ºPE em 3,40 kHz; em alguns cantos são observados vários picos enfatizados (e.g. **fig. 60C**). Os pulsos estão regularmente espaçados, mas devido à qualidade limitada da gravação características temporais de escala mais fina foram estimadas a partir do espectrograma. A duração dos pulsos é *ca.* $21,9 \pm 0,7$ ms (taxa de repetição *ca.* 45,7 pulsos/seg.), e o intervalo entre pulsos *ca.* $6,3 \pm 0,7$ ms. A amplitude máxima é atingida em $70 \pm 8\%$ da duração do pulso.

- Considerações adicionais

O registro de W.E. Duellman para a população de Pilcopata/Peru (coleção FonoZoo) atribuído a *S. pedromedinae* analisado no presente estudo é muito discrepante dos cantos reportados para a espécie, e.g. duração do canto e nº de pulsos (**ver Tabela 30**), sendo provavelmente um erro de identificação – i.e. as características são similares ao canto de *S. garbei* da mesma localidade (**ver Tabela 28**).

Duellman & Wiens (1993) e Duellman (2005) identificaram a presença de harmônicos no canto de *S. pedromedinae*. Apesar da qualidade do registro disponível de *S. pedromedinae*

(Cocroft *et al.*, 2001) restringir uma avaliação acurada da existência de estrutura espectral harmônica no canto da espécie – e.g. baixa intensidade e elevado ruído de fundo – a produção de figuras com FFTs mais altos parecem sugerir a presença de harmônicos no canto. Novos registros são necessários para elucidar a estrutura espectral do canto da espécie.

Scinax pedromedinae e *S. nebulosus* apresentam grande similaridade na estrutura temporal de seus cantos, i.e. modulação ascendente de intensidade forte/média, canto curto, e pequeno n° de pulsos, o que sugere uma relação de parentesco mais próxima entre as duas espécies.

Tabela 30. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax pedromedinae*. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/ min.	T °C (ar)
<i>S. pedromedinae</i> ¹ Tambopata, Peru	1	175 ± 15 (142 – 198) [10]	6.1 ± 0.6 (5 – 7) [10]	28.7 ± 0.4 (28.1 – 29.0) [10]	45.7 ± 1.5 (43.5 – 47.6) [10]	0.94 ± 0.05 – 5.70 ± 0.14 [5]	2.98 ± 0.0 – 4.52 ± 0.07 [5]	3.75 ± 0.26 [5]	3.40 ± 0.26 [5]	3.52 ± 0.45 (3.0 – 4.4) [10]	15.5 [1]	25.4
<i>S. pedromedinae</i> ² Tambopata, Peru	?	250			80		3.82 = harm.		4.46 5.36 7.42 = harm.		32	25.4
<i>S. pedromedinae</i> ² Tambopata, Peru	?	(90 – 100)					0.55 3.30 = harm.				32	25.4
<i>S. pedromedinae</i> ³ Pilcopata, Peru	1	1,10 ± 370 (468 – 1,36) [5]	69.8 ± 26.5 (25 – 91) [5]	16.2 ± 1.5 (14.9 – 18.7) [5]	***						3.7 [1]	23.0

¹ Analisado do CD Frogs of Tambopata, Peru; *Scinax pedromedinae*, faixa 42; Cocroft *et al.*, (2001); ² Duellman (2005); ³ Analisado a partir do registro de W. E. Duellman, depositado na coleção FonoZoo (devido a qualidade limitada dessa gravação, os valores da maior parte dos caracteres são aproximados).

** não observado na gravação; *** não é possível estimar; ? não informado.

Figura 60. Canto de anúncio de *Scinax pedromedinae*: **A**- oscilograma do canto; **B**- secção do canto em A mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **C**- espectro de força e **D**- espectrograma do canto representado em A. Tambopata, Peru; ar = 25,4 °C. Registro de Cocroft *et al.*, (2001), *Scinax pedromedinae*, faixa 42 em Frogs of Tambopata, Peru. FFT=256. (registro filtrado)

- *Scinax proboscideus* (Brongersma, 1933)

Espécime de tamanho médio (machos 33,0–39,8 mm de CRC), descrita do Suriname (ver Duellman, 1972a). A distribuição atualmente reportada para a espécie compreende o sudoeste da Guiana, e a parte sul e central do Suriname até a Guiana Francesa (Duellman, 1972a; Lescure & Marty, 2000).

Abaixo o canto da espécie é descrito em detalhes com base no registro de Marty & Gaucher (1999) realizado na Guiana Francesa. Apesar de publicado na forma de CD pelos autores, o canto não foi descrito, sendo posteriormente apenas figurado em Lescure & Marty (2000, p. 364).

- Descrição do canto (Tabela 31; fig. 61)

O canto é um dos mais longos dentre as espécies do clado *S. ruber*, similar a um longo “aaaaa”; possui em média duração de 1,56 seg. e 113,4 pulsos, apresentando grande variação nessas características. A taxa de emissão é de cerca de 10,2 cantos/min. O início do canto (primeiros 5–6 pulsos) apresenta modulação ascendente abrupta de intensidade – que também está refletida na estrutura espectral do canto (**fig. 61E**); o canto termina com um decaimento em intensidade abrupto. O envelope do canto tem a forma aproximadamente retangular, oscilando irregularmente ao longo de sua duração. A amplitude máxima é atingida em $40 \pm 22\%$ da duração do canto ($n=9$). A energia do canto está distribuída entre 0,51–4,67 kHz, e a frequência enfatizada ocupa duas faixas estreitas e separadas do espectro – o 1ºPE está em 2,71 kHz (dominante em 8 de 9 cantos), correspondendo a faixa superior do espectro, o 2ºPE está em 1,00 kHz. Os pulsos são bem definidos e regularmente espaçados ao longo de todo canto; os pulsos apresentam o início abrupto, seguido por um decaimento mais gradual; a amplitude máxima é atingida em $40 \pm 7\%$ da sua duração ($n=51$). Os pulsos possuem duração de $10,9 \pm 0,9$ ms (taxa de repetição elevada de 92,3 pulsos/seg), e intervalo de $2,8 \pm 1,3$ ms entre pulsos.

- Considerações adicionais

Até o momento, os únicos dados acústicos reportados para *S. proboscideus* na literatura são de Duellman (1972a), e o canto publicado por Marty & Gaucher (1999) para uma população na Guiana Francesa. Duellman (1972a) reporta que o canto de anúncio de *S. proboscideus* consiste de três notas polifásicas (p. 186). Lescure & Marty (2000) na descrição de *S. jolyi* (clado *S. rostratus*) descrevem o canto dessa espécie e reportam a ocorrência de três notas (partes) em seu canto.

No registro analisado da Guiana Francesa, foi observada a emissão de apenas um tipo de canto (nota). Adicionalmente, os valores obtidos para as características duração do canto, número de pulsos e taxa de repetição de pulsos desse registro é muito discrepante da descrição de Duellman (1972a). Uma possível explicação para as discrepâncias observadas entre os estudos poderia ter sido a análise de uma das outras notas do canto da espécie citadas pelo autor. Contudo, como Duellman (1972a) não declara no trabalho a localidade em que a espécie foi registrada, no momento não é possível elucidar a questão.

- *Scinax rostratus* (Peters)

Espécime de tamanho grande (machos 40,0–45,7 mm de CRC; população do Panamá; Duellman, 1970a), descrita de Caracas, Venezuela. A distribuição atualmente reportada para a espécie compreende a parte central do Panamá, e norte da América do Sul – Colômbia, Venezuela, Suriname e Guianas (Duellman, 1970a, 1972a).

Abaixo o canto da espécie é descrito em detalhes com base no registro de Ibáñez e colaboradores (1999) realizado em Barro Colorado, Panamá. Apesar de publicado na forma de CD pelos autores, o canto não foi formalmente descrito.

- Descrição do canto (Tabela 32; fig. 62)

O canto desta espécie é um dos mais longos do clado *S. ruber*, similar a um longo “óóóóó”; possui em média duração de 946 ms e 50,9 pulsos, apresentando grande variação nessas características. A taxa de emissão é de cerca de 23 cantos/min. Nos cantos mais longos, o início do canto (primeiros 7–8 pulsos) apresenta modulação ascendente abrupta de intensidade; o canto termina com um decaimento em intensidade abrupto. O envelope do canto

tem a forma aproximadamente retangular, oscilando irregularmente ao longo de sua duração. A amplitude máxima é atingida em $79\pm 24\%$ da duração do canto ($n=7$). A energia do canto está distribuída entre 0,34–4,25 kHz; a frequência enfatizada ocupa duas faixas estreitas e separadas do espectro em cantos mais longos – o 1ºPE está em 0,82 kHz (100% dos cantos), correspondendo a faixa inferior do espectro, e o 2ºPE em 2,78 kHz; em cantos curtos apenas a faixa enfatizada inferior estava presente. Os pulsos são bem definidos e regularmente espaçados ao longo de toda duração em cantos mais longos; os pulsos apresentam o início abrupto, seguido por um decaimento mais gradual; a amplitude máxima é atingida em $24\pm 16\%$ da sua duração ($n=51$). Os pulsos possuem duração de $14,8\pm 2,8$ ms (taxa de repetição de 71,9 pulsos/seg.), e intervalo de $3,6\pm 2,2$ ms entre pulsos.

- Considerações adicionais

Duellman (1970a) forneceu a única descrição conhecida até o momento do canto de *S. rostratus*, reportando valores para um número limitado de características (**ver Tabela 32**). Posteriormente, Duellman (1972a) forneceu os mesmos dados acústicos do trabalho anterior para a espécie – i.e. mesmos valores em ambos os estudos. A análise do registro de Ibáñez *et al.*, (1999) permitiu uma caracterização mais detalhada do canto de *S. rostratus*, e os valores obtidos são principalmente concordantes com as características acústicas fornecidas na descrição prévia.

A única discrepância observada entre os estudos foi na taxa de repetição de pulsos – o que na realidade é devido a diferença metodológica na estimativa da variável – i.e. utilizando-se o período dos pulsos os valores obtidos de $55,9\pm 10,6$ pulsos/seg. para a variável sobrepõe-se totalmente entre os estudos. A presença de harmônicos no canto reportada em Duellman (1970a, 1972a) não foi confirmada no presente estudo.

- Implicações sistemáticas

Algumas análises cladísticas recentes têm recuperado uma relação de maior proximidade entre as espécies *S. acuminatus*, *S. quinquefasciatus* e o clado *S. rostratus* – i.e. *S. acuminatus* + (*S. quinquefasciatus* (+ clado *S. rostratus*)) – Faivovich (2002); Wiens *et al.*, (2010) e Pyron & Wiens (2011). Na descrição do canto de *S. acuminatus*, Magrini e

colaboradores (2011) sugeriram que os altos valores observados nas características combinadas duração do canto e nº de pulsos/canto poderiam fornecer evidência adicional do maior parentesco entre *S. acuminatus* e o clado *S. rostratus*.

As análises detalhadas do canto de *S. quinquefasciatus* e de algumas espécies do clado *S. rostratus* no presente estudo revelaram similaridades adicionais marcantes na estrutura espectral e temporal dos cantos de *S. acuminatus*, *S. quinquefasciatus*, *S. garbei* ‘Tambopata’ (no Peru), *S. garbei* ‘Manaus’, *S. proboscideus* e *S. rostratus* – cantos longos i.e., duração média ≥ 542 ms (atingindo mais de 2 seg. em *S. proboscideus* e *S. rostratus*); elevado nº de pulsos/canto i.e., $\geq 19,8$ (até 183 pulsos em *S. proboscideus*); elevada variação nessas duas características (e.g. duração canto entre 267–1.440 ms em *S. quinquefasciatus*); alta taxa de repetição de pulsos/seg. (i.e. $\geq 71,9$); e frequências enfatizadas em duas faixas estreitas e bem separadas no espectro do canto (faixa inferior e superior) – i.e. diferença maior que 1,54 kHz no espectro de frequência entre o pico enfatizado da faixa superior e o pico da faixa inferior. Essas características acústicas reportadas (= estados de caráter) são propostas como suporte adicional, i.e. sinapomorfias putativas para o clado *S. acuminatus* + (*S. quinquefasciatus* (+ clado *S. rostratus*)).

Os dados acústicos disponíveis para duas espécies adicionais do clado *S. rostratus* – *S. jolyi* e *S. kennedyi* – sugerem que essas espécies apresentam o mesmo padrão de canto descrito acima; canto com duração média de 2,35 seg. e 95 pulsos em *S. jolyi* (Lescure & Marty 2000; ver também Magrini *et al.*, 2011) e *S. kennedyi* com a duração do canto de 1,77 seg., e freq. enfatizadas em 1,70 kHz e 3,60 kHz (ver Pyburn, 1973).

Um segundo padrão de canto é observado no clado *S. rostratus* para as espécies *S. nebulosus*, *S. pedromedinae* e *S. constrictus* – i.e. cantos curtos com baixo nº de pulsos/canto (entre 159–213 ms e 6,1–9,3 pulsos), e modulação ascendente de intensidade forte-média do começo ao final do canto (presente estudo e Lima *et al.*, 2004, p. 509 e fig. 8) – caracteres indicativos de um sub-clado putativo. As outras duas espécies do grupo, *Scinax boulengeri* (presente estudo) e *S. sugillatus* (Duellman, 1973) apresentam cantos distintos destes dois padrões reconhecidos.

Infelizmente a resolução das inter-relações dentro do clado *S. rostratus* não está bem estabelecida, o que impede análises filogenéticas (i.e. mapeamento de caracteres acústicos)

para elucidar o padrão de evolução do canto no grupo. No entanto, o padrão de canto compartilhado entre *S. acuminatus*, *S. quinquefasciatus* e algumas espécies do clado *S. rostratus* (e.g. “cantos longos”, ver acima) sugere que as características acústicas associadas ao padrão de “cantos curtos” exibidos por *S. nebulosus*, *S. pedromedinae* e *S. constrictus* representam condições derivadas do canto no clado.

Tabela 31. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax proboscideus*. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (-). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	(2ºPE) O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. proboscideus</i> ¹	1	1,56 ± 490 (879 – 2,53) [9]	113.4 ± 34.8 (64 – 183) [9]	13.7 ± 0.1 (13.5 – 13.9) [9]	92.3 ± 8.0 (83.3 – 111.1) [22]	0.51 ± 0.02 – 4.67 ± 0.06 [5]	2.40 ± 0.10 – 3.30 ± 0.16 [5]	2.71 ± 0.06 [10]	(1.00 ± 0.03) 0.74 ± 0.02 – 1.35 ± 0.07 [10]	2.8 ± 1.3 (1.67 – 12.00) [22]	10.2 [1]	n.i.
<i>S. proboscideus</i> ²	1 / 4	240 (210 – 300)			215 (205–230)		2.01				28.0	n.i.

¹ Analisado do CD Tailless Amphibians of French Guiana; *Scinax proboscideus*, faixa 49; Marty & Gaucher (1999); ² Duellman (1972a)
1/4= número de indivíduos gravados/número de cantos analisados; n.i. não informado.

Tabela 32. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax rostratus*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	O. Freq. Enf. (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. rostratus</i> ¹	1	946 ± 836 (240 – 2040) [7]	50.9 ± 43.8 (14 – 109) [7]	18.1 ± 0.8 (17.4 – 19.2) [7]	71.9 ± 23.6 (55.6 – 166.7) [51]	0.34 ± 0.03 – 4.25 ± 0.99 [6]	0.51 ± 0.02 – 1.40 ± 0.10 [6]	0.82 ± 0.03 [6]	2.78 ± 0.05* [6]	5.30 ± 2.40 (0.67 – 9.0) [51]	22.7 [1]	n.i.
<i>S. rostratus</i> ²	7 / 20	690 (230 – 1,86)			51 (50 – 60)		0.92–1.03 e 2.74–3.48 = harm.				0.5	n.i.

¹ Analisado do CD Vocalizations of frogs and toads from Barro Colorado Nature Monument; *Scinax rostratus*, faixa 30; Ibáñez *et al.*, (1999); ² Duellman (1970a, 1972a).

* Apresentou intensidade bem fraca nos registros disponíveis; 7/20= número de indivíduos gravados/número de cantos analisados; n.i. não informado.

Figura 61. Canto de anúncio de *Scinax proboscideus*: A- oscilograma de dois cantos em sequência (intervalo de tempo arbitrário entre eles); B- oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; C- secção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; D- espectro de força e E- espectrograma do canto representado em B. Barro Colorado, Panamá. Registro de Marty & Gaucher (1999), *Scinax proboscideus*, faixa 49 em Tailless Amphibians of French Guiana. FFT=256.

Figura 62. Canto de anúncio de *Scinax rostratus*: **A-** oscilograma de dois cantos em sequência; **B-** oscilograma de um único canto (segundo canto representado em A) com maior resolução; **C-** secção do canto em B mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Barro Colorado, Panamá. Registro de Ibáñez *et al.*, (1999), *Scinax rostratus*, faixa 30 em Vocalizations of frogs and toads from Barro Colorado Nature Monument. FFT=256.

Clado *Scinax catharinae*, grupo *S. catharinae* (Tabelas 33–41; figs. 63–99)

As espécies do grupo *S. catharinae* estudadas no presente trabalho apresentam um repertório acústico bem mais complexo que o encontrado no clado *S. ruber* – i.e. diferentes vocalizações sendo comumente emitidas durante o período de atividade vocal. Dentre essa variedade de vocalizações, três tipos principais podem ser identificadas/categorizadas, i.e. nota simples ('tic', geralmente ≤ 60 ms), nota 2, e uma vocalização trinada longa. Diferentemente da maioria dos anuros em que o canto de anúncio pode ser prontamente identificado por ser a vocalização mais comumente emitida, e/ou ser emitida por machos solitários – i.e. na ausência de interação social (Duellman & Trueb, 1986; Wells, 2007), características válidas para as espécies do clado *S. ruber* – cada vocalização no grupo *S. catharinae* não é emitida em um único contexto, e adicionalmente, são frequentemente emitidas de modo combinado (e.g. nota 2 e tic; canto e nota 2; **presente estudo**).

A vocalização identificada como o canto principal das espécies, i.e. canto de anúncio, é aqui considerada como a vocalização com o aspecto de trinado longo (**ver abaixo**; e.g. presente estudo; Bastos & Haddad, 2002; Bastos *et al.*, 2012). A identificação dessa vocalização como o canto de anúncio do grupo seguiu os seguintes critérios: (1) “nota” reconhecida como o som produzido durante um único ciclo de fluxo de ar (exalação-inalação; i.e. abordagem mecânica/comportamental); (2) apesar de não quantificado, ao longo da noite esse canto passou a ser emitido em maior frequência, enquanto que a nota 2 passou a ser emitida proporcionalmente em menor frequência em relação às suas emissões no começo da noite (o que é compatível com a associação das notas 2 em contextos agressivos como a competição espacial por sítios de vocalização durante o início da atividade vocal do coro, i.e. Wells, 2007); (3) observação da emissão de notas 2 durante algumas interações agonísticas em *S. albicans*, incluindo perseguição e luta; e adicionalmente, para duas espécies do grupo, i.e. *S. centralis* (Bastos *et al.*, 2012) e *S. rizibilis* (Bastos & Haddad, 2002), os autores descreveram vocalizações associadas a contextos agonísticos (= cantos agressivos cf. Wells, 2007) que apresentam a mesma estrutura temporal das vocalizações aqui descritas como nota 2 (i.e. *short and long aggressive calls* em Bastos *et al.*, 2011); (4) esses cantos apresentam estrutura temporal similar aos cantos de anúncio do clado *S. ruber* – i.e. canto (= uma única nota) composta por uma série de unidades discretas, i.e. pulsos.

Minhas observações de campo relacionadas ao reconhecimento do canto de anúncio no

grupo *S. catharinae* estão baseadas no trabalho naturalístico mais intensivo com as espécies *S. albicans*, *S. longilineus* e *S. trapicheiroi* – de uma a quatro noites com cada espécie desde o início da atividade vocal, ca. 21:00 h até o final da atividade, que se estendeu até entre 6:00–7:00 h.

A descrição do canto de anúncio no grupo *S. catharinae* segue a abordagem mecânica/comportamental utilizada para o grupo *S. ruber*. Para as outras vocalizações considero apenas a estrutura física do som das mesmas (i.e. reconhecimento e mensuração do número de pulsos por vocalização).

Foi observada uma diferença com relação à produção mecânica/comportamental do canto de anúncio no grupo *S. catharinae* em relação ao clado *S. ruber*. Além da fase passiva de contração da musculatura do tronco durante o ciclo de fluxo de ar, ocorrem também movimentos contráteis/pulsáteis do saco vocal que são coincidentes com cada pulso produzido no canto do grupo *S. catharinae* (i.e. mecanismo passivo-ativo) – observado diretamente nas espécies/populações *S. albicans*, *S. canastrensis*, *S. humilis*, *S. longilineus*, *S. cf. obtriangulatus* e *S. trapicheiroi* – enquanto no clado *S. ruber* essa fase ativa não está presente – conclusão com base na observação direta das espécies/populações *S. acuminatus*, *S. boesemani*, *S. imbegue*, *S. crospeospilus*, *S. cuspidatus*, *S. duartei* ‘Bocaina’, complexo *S. fuscomarginatus*, *S. fuscovarius*, *S. garbei* ‘Manaus’, *S. hayii*, *S. maracaya*, *S. nasicus*, *S. perereca*, *S. ruber* ‘Manaus’, complexo *S. squalirostris* e *S. x-signatus*.

- Diagnose acústica do grupo *S. catharinae* – canto de anúncio

O canto consiste de uma única nota formada por pulsos similares repetidos em série, apresentando forte modulação ascendente de intensidade ao longo da maior parte do canto – **padrão trinado típico**. Amplitude máxima atingida após 85% da duração do canto. Cantos de duração média a muito longos comparados ao clado *S. ruber*, i.e. ≥ 602 ms (exceção de *S. luizotavioi*, 270 ms – **ver abaixo**). Os pulsos do início do canto, e em algumas espécies até os pulsos próximos a metade do canto, apresentam intensidade muito baixa, próxima ao ruído de fundo (exceção *S. rizibilis*). Os pulsos geralmente estão distribuídos de modo irregular (em oposição aos intervalos regulares no clado *S. ruber*), com o intervalo entre pulsos diminuindo gradativamente do início ao final do canto, enquanto os pulsos tornam-se mais longos ao longo do canto. Os intervalos entre pulsos são longos comparados aos do clado *S. ruber*; a

duração dos pulsos na parte central do canto é consideravelmente mais curta do que os intervalos entre pulsos, i.e. razão entre essas variáveis $\leq 0,72$ (exceção de *S. rizibilis* e *S. cf. berthae* [= *S. berthae* 'Itatiba']; **ver abaixo**; e os pulsos são bem definidos. As frequências estão distribuídas em faixas mais altas do espectro comparadas àquelas do clado *S. ruber*, i.e. freq. mínima $\geq 1,27$ kHz; e 1ºPE $\geq 2,35$ kHz (com exceção das espécies dos complexos e.g. *S. fuscomarginatus* e *S. squalirostris*). A faixa de frequência enfatizada geralmente ocupa uma faixa mais estreita do espectro comparada àquela do clado *S. ruber*. Valores informados representam as médias combinadas das espécies (**ver detalhes Tabelas 33–41; figs. 63–99**).

- *Scinax albicans* (Bokermann, 1967)

Espécie de tamanho pequeno (machos 28,0–30,0 mm de CRC; Lutz, 1973) descrita do Parque Nacional da Serra dos Órgãos (ca. 1.000 m alt.), Rio Beija-Flor, Teresópolis, estado do Rio de Janeiro. A distribuição geográfica reportada para a espécie compreende parte da porção central da Serra do Mar no estado do Rio de Janeiro, conhecida como Serra dos Órgãos (e.g. Teresópolis/RJ); e áreas de baixa altitude às margens da Serra dos Órgãos, e.g. Duque de Caxias (Lutz, 1973; Salles *et al.*, 2009; Siqueira *et al.*, 2011).

- Descrição do canto da população topotípica (Tabela 33; figs. 63–66)

O canto apresenta em média duração de 820 ms e 16,5 pulsos, apresentando variação considerável nessas duas características; a taxa de emissão é de cerca de 2,1 cantos/min. Apresenta forte modulação ascendente de intensidade ao longo do canto, atingindo a amplitude máxima em $86 \pm 6\%$ da sua duração. A energia do canto está distribuída entre 2,12–7,54 kHz, exibindo uma estrutura espectral complexa com a presença de faixas de frequência harmonicamente relacionadas. Devido a baixa energia presente na maioria dos harmônicos (**fig. 63D e E**), sua presença é evidenciada apenas através do aumento do limite inferior da escala de intensidade do espectrograma e da produção de espectrogramas com FFTs mais altos – i.e. ≥ 512 (**figs. 63 e 65**). Com a utilização complementar do recurso de identificação de harmônicos do Avisoft é possível confirmar a estrutura harmônica do canto e reconhecer a faixa de frequência fundamental do canto em torno de 1,22 kHz (**ver fig. 65**); a freq. mínima reportada para o canto ($2,12 \pm 0,27$ kHz) corresponde ao 2º harmônico do canto (**figs. 64–65**) e 1º harm. visível na **fig. 63**; e a frequência dominante – 1ºPE em 3,67 kHz – correspondendo ao

3º harmônico do canto (**figs. 64–65**) (i.e. 2º harmônico visível na **fig. 63**). O 2ºPE em 4,57 kHz equivale aproximadamente ao 4º harmônico do canto (i.e. 3º harmônico visível na **fig. 63**). Como há uma forte modulação ascendente de frequência em cada faixa harmônica ao longo da maior parte do canto, os picos de frequência enfatizados são coincidentes com os harmônicos apenas na parte final do canto (**ver Tabela 33 e fig. 65**). Ver detalhes adicionais nas descrições dos cantos de *S. tymbamirim*, *S. crospeospilus* e *S. cuspidatus* acima. Os pulsos estão bem definidos na segunda metade do canto; a amplitude máxima é atingida em $62 \pm 6\%$ da duração do pulso. Os pulsos possuem duração de $16,7 \pm 1,4$ ms (taxa de repetição baixa de 61,0 pulsos/seg), e intervalo de $32,2 \pm 8,0$ ms entre pulsos.

- Outras vocalizações do repertório acústico

Dois outros tipos de vocalizações foram frequentemente emitidas além do canto de anúncio. Essas notas são aqui referidas como ‘nota 2’ e ‘tic’ (i.e. pulsos simples que soam como tic). As notas 2 foram emitidas mais frequentemente de forma isolada – i.e. uma única nota 2 não acompanhada de outras notas – mas eventualmente foram produzidas em sequências compostas de mais de duas notas desse tipo. Adicionalmente, as notas 2 também foram emitidas seguidas de tics (**fig. 66B, C e E**), e como apêndices do canto de anúncio i.e., como prefixo (**fig. 66A**) ou sufixo. Durante a emissão de notas 2 os indivíduos algumas vezes adquiriam uma mudança na postura corporal, com a distensão dos membros posteriores e movimentos erráticos no sítio de vocalização. Em uma ocasião foi observada uma interação agonística entre dois machos – macho residente e um macho invasor – que incluiu perseguição e luta; durante toda a interação foram emitidas longas sequências de notas 2 (**fig. 66 C**). Essas observações são indicativas da função dessas notas durante interações agonísticas, i.e. canto agressivo (Wells, 2007), no entanto, como essas notas também podem ser emitidas como apêndices durante o canto de anúncio (**ver outras espécies abaixo**), é possível que essas notas possuam uma função adicional como o aumento da atratividade para as fêmeas quando emitidas como apêndices do canto de anúncio (**fig. 66A**).

As notas 2 apresentam duração bem variável (49–482 ms), sendo bastante pulsáteis (**fig. 66A e B**); a organização temporal dos pulsos é bastante irregular e, geralmente, não é possível reconhecer unidades discretas – i.e. o nº de pulsos não pode ser estimado. A nota apresenta forte modulação ascendente de intensidade ao longo de toda sua duração. A energia

da nota está distribuída principalmente ao longo de uma faixa contínua do espectro – mais ampla do que a do canto de anúncio (**Tabela 33 e fig. 66D–E**). Os tics foram emitidos isoladamente, em sequência de tics, ou ainda pré- ou pós- nota 2. A faixa de frequência ocupada no espectro é similar àquela da nota 2. O pico de frequência enfatizada é similar nas três vocalizações, sendo um pouco mais grave no canto de anúncio, e um pouco mais agudo nos tics. Diferentemente do canto de anúncio, as notas 2 e os tics não apresentam estrutura espectral harmônica.

- Considerações adicionais

A única descrição do canto de *S. albicans* disponível na literatura foi fornecida por Heyer (1980; = *Ololygon opalina*) para a cidade de Teresópolis, RJ (local específico não mencionado). Em sua descrição o autor reporta que o canto “... *begins quietly and builds in intensity. The call is pulsatile ..., but the pulses are not discrete. Because of the contrast in intensity between the beginning and ending of the call, only the louder ends of the calls appear on sonograms ...The entire call lasts about 0.7s. Each pulse lasts about 0.03 s and is partially pulsed*” (p. 657).

Com base na descrição detalhada de parte do repertório acústico de *S. albicans* no presente estudo, é possível reconhecer que as informações reportadas por Heyer (1980) combinam características do canto de anúncio e da nota 2 da espécie. A intensidade bem fraca no início da vocalização (i.e. muitas vezes não sendo visualizada na sua representação no espectrograma), a duração de 700 ms e a freq. dominante (**ver Tabela 33**) são características do canto de anúncio de *S. albicans*; já a vocalização representada na fig. 4A de Heyer (1980) caracteriza-se por pulsos que não formam unidades discretas, o que corresponde claramente a nota 2 aqui descrita. Adicionalmente, a estrutura harmônica previamente reportada está presente apenas no canto de anúncio da espécie, e a frequência dominante corresponde na verdade ao 3º harmônico, e não ao 6º harmônico como informado na descrição de Heyer (1980).

Tabela 33. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de *Scinax albicans*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (v)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. albicans</i> *	6 (2)	820 ± 219 (495 – 1286) [32]	16.5 ± 1.9 (13 – 24) [32]	49.3 ± 9.5 (35.7 – 60.3) [32]	61.0 ± 4.8 (47.6 – 83.3) [93]	2.12 ± 0.27 – 7.54 ± 0.91 [31]	3.20 ± 0.13 – 4.23 ± 0.19 [31]	3.67 ± 0.16 [32]	4.57 ± 0.35 [28]	0.55 ± 0.12 (0.34 – 0.89) [93]	2.1 ± 2.3 (0.8 – 6.1) [5]	18.6 ± 2.5 16.1–21.7
<i>S. albicans</i> nota 2	4	230 ± 93 (49 – 482) [20]				1.31 ± 0.25 – 9.01 ± 1.09 [23]	2.89 ± 0.25 – 4.62 ± 0.28 [23]	3.78 ± 0.25 [17]			19.8 ± 3.5 (17.3 – 22.2) [2]	
<i>S. albicans</i> tic	4	17.1 ± 3.7 (11 – 30) [26]				1.16 ± 0.38 – 9.21 ± 1.84 [32]		3.85 ± 0.15 [18]				
<i>S. albicans</i> ¹	?	700					3.30 – 4.10					15.8

* Paratopótipos, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, RJ; ¹ Heyer (1980); ? não informado.

Figura 63. Canto de anúncio de *Scinax albicans*: A- oscilograma de dois cantos em sequência (intervalo de tempo arbitrário entre cantos); B- oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; C- secção do canto em B (151 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; D- espectro de força e E- espectrograma do canto representado em B. Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Teresópolis, Rio de Janeiro; ar = 21,7 °C; 22:06 h. Dezembro de 2011. Arquivo sonoro: *Scinax_albicans*TeresopRJ16aLM_AAGmt_20,5s. FFT=256. Espécime não coletado.

Figura 64. Canto de anúncio de *Scinax albicans*, mesmo canto representado em **B** da figura anterior com maior resolução (limite inferior da escala de amplitude aumentada) para evidenciar a estrutura espectral com a presença de harmônicos. Mesmos dados da figura anterior. FFT=1024.

Figura 65. Canto de anúncio de *Scinax albicans* representado na **fig. 63**. Acima oscilograma, abaixo espectrograma, e à esquerda na figura espectro de força correspondente aos 2 pulsos do canto selecionados. As linhas horizontais no espectrograma correspondem às faixas de frequências esperadas em um canto com estrutura harmônica. (FFT=512) (Avisoft).

Figura 66. Vocalizações do repertório de *Scinax albicans*: **A-** oscilograma de uma nota 2 (n 2), seguida pelo canto de anúncio (mesmo indivíduo representado na figura anterior); **B-** oscilograma mostrando uma sequência de notas 2 (n2) e ‘tics’= pulsos simples (indivíduo diferente de A); **C-** oscilograma de uma sequência de notas 2, uma delas seguida de um ‘tic’ emitidos durante interação agonística (indivíduo diferente de A e B); **D-** espectrograma da nota 2 representada em A; **E-** espectrograma da segunda nota 2 seguida de um ‘tic’, representada em B. (**B e E**) ar = 16,1 °C; 02:02 h; **C-** ar = 16,5 °C; 23:48 h Dezembro de 2011. Arquivos sonoros: *Scinax_albicansTeresopRJ6aLM_AAGmt* e *Scinax_albicansTeresopRJ13cLM_AAGmt*, respectivamente. FFTs=256. Espécimes não coletados.

- *Scinax aromothyella* Faivovich, 2005

Espécie de tamanho pequeno (machos 20,2–24,8 mm de CRC; Faivovich, 2005), descrita de San Vicente, Misiones, Argentina. A distribuição geográfica atualmente reportada compreende três localidades em Misiones, uma localidade no Uruguai, e uma localidade do estado do Rio Grande do Sul/Brasil (Faivovich, 2005; Pereyra *et al.*, 2012; Frost, 2013).

Abaixo forneço a descrição do canto de anúncio e de outras vocalizações do repertório de *S. aromothyella* para a população topotípica – registros de V. Zaracho, cedidos gentilmente pelo autor (i.e. trabalho em colaboração).

- Descrição do canto de anúncio da população topotípica (Tabela 34; figs. 67–69)

O canto é o mais longo dentre as espécies conhecidas do gênero, possui duração entre 2,72–12,4 seg. – 18 a 83 pulsos/canto; a taxa de emissão é de cerca de 1,7 cantos/min. O canto apresenta modulação ascendente de intensidade aproximadamente linear ao longo de sua duração; a amplitude máxima é atingida em $87 \pm 5\%$ do canto. A energia do canto está distribuída ao longo de uma ampla faixa de frequência do espectro, 2,91–9,21 kHz; a energia enfatizada está entre 4,74–5,99 kHz, com o 1ºPE em 5,50 kHz; o 2ºPE é altamente variável. Os pulsos são bem definidos e estão distribuídos de forma regular na maior parte do canto. Cada pulso é bastante pulsátil internamente – i.e. várias oscilações de amplitude aproximadamente regulares. Os pulsos apresentam modulação ascendente de intensidade ao longo de sua duração, atingindo a amplitude máxima em $67 \pm 9\%$ do pulso. Os pulsos possuem duração de $65,2 \pm 3,8$ ms (taxa de repetição muito baixa de 15,4 pulsos/seg.), e intervalo de $84,2 \pm 6,5$ ms entre pulsos.

- Outras vocalizações do repertório acústico

Duas outras vocalizações foram registradas, i.e. nota 2 e tic (**Tabela 35; fig. 70**). Os tics foram comumente emitidos em sequências compostas por um número variável de repetições, e comumente acompanhados/intercalados de notas 2. A nota 2 apresenta duração entre 293–346 ms, sendo bastante pulsátil; a organização temporal dos pulsos é irregular mas, geralmente, os pulsos formam unidades discretas na nota – i.e. nº de pulsos estimados entre 68–83 por nota. Há uma pequena modulação ascendente de intensidade e de frequência ao longo da nota 2. A nota 2 e o tic apresentam a energia distribuída em uma faixa de frequência

ainda mais ampla que aquela do canto de anúncio; a freq. enfatizada dessas duas vocalizações são similares entre si e a do canto de anúncio. O 1ºPE do canto de anúncio (5,50 kHz) sendo um pouco mais agudo em relação à nota 2 (5,35 kHz) e ao tic (5,15 kHz).

- Comparações acústicas entre espécies/populações

Durante os trabalhos de campo do presente estudo, uma população morfologicamente similar a *S. berthae* (Barrio, 1962) e *S. aromothyella* foi registrada no município de Itatiba, estado de São Paulo. Vocalizações do repertório dessa população – i.e. *S. berthae* ‘Itatiba’ – foram analisadas e estão sumarizadas nas **Tabelas 34–35** para comparações. O canto de *S. berthae* ‘Itatiba’ (**figs. 71–73**) é muito similar ao canto de *S. aromothyella*; no entanto, as seguintes diferenças podem ser reconhecidas entre os cantos: faixas mais altas de frequência ocupadas no espectro em *S. berthae* ‘Itatiba’ – e.g. freq. mínima 3,11 kHz (*contra* 2,91 kHz em *S. aromothyella*); freq. máxima 10,87 kHz (*contra* 9,21 kHz); 1ºPE em 5,76 kHz (*contra* 5,50 kHz) – e apesar de apresentar sobreposição nessas características, o canto de *S. berthae* ‘Itatiba’ é em média mais longo 9,00 seg. (*contra* 7,13 seg.), e apresenta maior valor para a relação duração pulso/intervalo entre pulso (0,92 *contra* 0,78) em relação à *S. aromothyella*. Diferenças adicionais podem ser observadas no número menor de pulsos em relação à duração da nota 2 em *S. berthae* ‘Itatiba’ comparado a *S. aromothyella*, e na faixa de frequência enfatizada mais ampla nessa nota em *S. berthae* ‘Itatiba’ (**compare fig. 74 e fig. 70**).

Características morfométricas fornecem suporte adicional para a separação de *S. aromothyella* de *S. berthae* ‘Itatiba’ – e.g. o menor tamanho corporal dos machos desta última, 17,0–20,1 mm CRC *vs.* 20,2–24,8 mm de CRC permite diferenciá-las prontamente. Ver detalhes da morfometria de *S. berthae* ‘Itatiba’ no **Apêndice 3** (trabalho de descrição formal da espécie em preparação).

- Considerações adicionais

Na descrição de *S. berthae* – localidade tipo Punta Lara, Buenos Aires, Argentina – foram incluídos na série tipo (i.e. parátipos) dois espécimes de São Bernardo do Campo, estado de São Paulo, Brasil (Barrio 1964, p. 585). É provável que esses espécimes possuam a mesma identidade específica da população aqui referida como *S. berthae* ‘Itatiba’. *Scinax berthae* tem sido considerada uma espécie de ampla distribuição, compreendendo a região

centro-leste da Argentina, região costeira do Uruguai, e ao longo da Mata Atlântica no Brasil até o estado de São Paulo, i.e. São Bernardo do Campo e Santo André (Barrio, 1964; Faivovich, 2005; Borteiro *et al.*, 2007; Pereyra *et al.*, 2012). Provavelmente *S. berthae* constitui um complexo de espécies crípticas ao longo da ampla distribuição geográfica reportada atualmente na literatura – i.e. o que inclui a população registrada em Itatiba/SP.

Infelizmente não é possível, no momento, comparar acusticamente de modo apropriado *S. berthae* ‘Itatiba’ e *Scinax berthae*. Apesar de Pereyra *et al.*, (2012) terem descrito recentemente parte do repertório acústico de *S. berthae* e de *S. aromothyella*, esses autores não descreveram o que considero o canto de anúncio das espécies – i.e. uma única nota longa e trinada, composta por uma série de pulsos com forte modulação ascendente de intensidade. As vocalizações descritas no trabalho, i.e. *trilled note* e *short note* (p. 135–136) correspondem às notas aqui nomeadas nota 2 e tic, respectivamente (**ver Tabela 35 para comparações**). Pereyra *et al.*, (2012) reportaram grande similaridade nas vocalizações descritas de *S. berthae* e de *S. aromothyella*, e consideraram as diferenças observadas insuficientes para a diagnose acústica das espécies. Apesar das notas 2 e tic de *S. berthae* ‘Itatiba’ mostrarem grande similaridade com àquelas de *S. aromothyella* (**ver comparação acima**) e *S. berthae*, *S. berthae* ‘Itatiba’ apresenta valores mais altos de amplitude de frequência e frequência enfatizada no espectro das notas 2 e tics em relação à *S. berthae* (**ver Tabela 35 e fig. 73**). Barrio (1962) reportou na descrição de *S. berthae* uma vocalização que deve tratar-se do canto de anúncio da espécie, i.e. “....una variante pulsada, constituída por um trino....Este trino tiene una duración aproximada de 1 seg.....” p. 137 e fig. 3 do trabalho. Esta vocalização é consideravelmente mais longa do que a nota 2 mais longa (i.e. 590 ms) reportada por Pereyra *et al.*, (2012), o que permite reconhecê-la claramente como distinta da mesma. Adicionalmente, essa vocalização (canto de anúncio) é muito mais curta em *S. berthae* em relação ao canto mais curto registrado para *S. berthae* ‘Itatiba’ (i.e. 2,72 seg.).

Tabela 34. Sumário dos caracteres numéricos do canto de anúncio de *Scinax aromothyella* e *Scinax berthae* ‘Itatiba’ (população registrada em Itatiba/SP). Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. aromothyella</i> ¹ San Vicente, Argentina	3	7,13 ± 3,64 (2,72 – 12,43) [6]	48.7 ± 27.0 (18 – 83) [6]	149.6 ± 12.1 (135 – 173) [6]	15.4 ± 0.9 (14.1 – 16.9) [32]	2.91 ± 0.21 – 9.21 ± 0.58 [6]	4.74 ± 0.10 – 5.99 ± 0.29 [6]	5.50 ± 0.16 [6]	5.66 ± 0.94 [6]	0.78 ± 0.03 (0.65 – 0.91) [32]	1.7 ± 0.4 (1.4 – 2.0) [2]	
<i>Scinax berthae</i> ‘Itatiba’ Itatiba, SP	1 (1)	9,00 ± 451 (8,47 – 9,95) [8]	59.1 ± 3.3 (55 – 64) [8]	152.3 ± 5.6 (147 – 155) [8]	14.5 ± 1.1 (13.3 – 17.9) [42]	3.11 ± 0.33 – 10.87 ± 1.06 [6]	4.94 ± 0.44 – 6.72 ± 0.51 [6]	5.76 ± 0.11 [6]	4.33 ± 0.67 [4]	0.92 ± 0.15 (0.62 – 1.16) [42]	1.5 ± 0.0 [1]	23.0
<i>Scinax berthae</i> Punta Lara, Argentina	?	ca. 1,00										

¹ Analisado dos registros de V. Zaracho (amigavelmente cedidos pelo autor); ² Barrio (1962).

? não informado.

Tabela 35. Sumário dos caracteres numéricos de outras vocalizações (nota 2 e tic) do repertório acústico de *Scinax aromothyella*, *S. berthae* e *S. berthae* ‘Itatiba’. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	<i>S. aromothyella</i>	<i>S. aromothyella</i> ¹	<i>S. aromothyella</i>	<i>S. aromothyella</i> ¹	<i>S. berthae</i> ‘Itatiba’	<i>S. berthae</i> ‘Itatiba’	<i>S. berthae</i> ¹	<i>S. berthae</i> ¹
	nota 2	nota 2 (trilled note)	tic	tic (short note)	nota 2	tic	nota 2 (trilled note)	tic (short note)
Dur. Canto (ms)	321 ± 21 (293 – 346) [7]	420 ± 170 (300 – 610)	31.3 ± 11.9 (20 – 67) [21]	110 ± 50 (40 – 220)	277 ± 49 (153 – 309) [9]	48.9 ± 6.7 (35 – 67) [29]	390 ± 60 (130 – 590)	70 ± 20 (30 – 140)
Nº Pulsos	75.6 ± 5.2 (68 – 83) [7]	74.6 ± 20.2 (33 – 102)	13.8 ± 2.9 (11 – 20) [20]	29.4 ± 11.0 (18 – 49)	26.8 ± 4.5 (16 – 30)	15.1 ± 1.8 (10 – 19) [28]	62.0 ± 3.5 (40 – 88)	21.6 ± 5.6 (12 – 39)
Amplitude Freq. (kHz)	2.77 ± 0.24 – 10.20 ± 0.70 [7]	1.51 – 9.11	2.84 ± 0.12 – 10.05 ± 0.73 [25]	1.48 – 8.78	3.20 ± 0.16 – 8.97 ± 1.35 [7]	3.17 ± 0.28 – 8.03 ± 0.60 [32]	2.28 – 7.29	2.24 – 7.73
Freq. Dom. (kHz)	4.56 ± 0.23 – 5.93 ± 0.39 [7]	4.84 – 5.53		4.77 – 5.41	4.57 ± 0.13 – 6.26 ± 0.28 [7]		4.41 – 5.36	4.48 – 5.29
1ºPE (kHz)	5.35 ± 0.15 [7]	5.07 ± 0.31	5.15 ± 0.22 [12]	5.13 ± 0.30	5.39 ± 0.07 [9]	5.31 ± 0.09 [18]	4.92 ± 0.28	4.89 ± 0.29
Cantos/min.	11.1 ± 5.6 (6.6 – 17.4) [3]				104 ± 129 (13 – 196) [2]			

¹ Pereyra *et al.*, (2012).

Figura 67. Vocalizações do repertório de *S. aromothyella*: A- oscilograma de sequência composta de tics, nota 2 e pulsos da parte inicial do canto interrompido (parte destacada), seguida de canto de anúncio típico; B- oscilograma de um canto de anúncio típico (não representado em A); C- oscilograma de uma secção (540 ms) do canto de anúncio em B (pulsos destacados na parte final) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos, D- espectro de força e E- espectrograma do canto representado em B. San Vicente, Argentina. Junho de 2012. Arquivo sonoro: *Scinax aromothyella*_R103b_San_Vicente. (Registro de V. Zaracho). FFT=512.

Figura 68. Espectrograma da secção do canto de anúncio de *Scinax aromothyella* representada em C na figura anterior (**fig. 67**) mostrando detalhes da estrutura espectral dos pulsos. FFT=512 e maior resolução da escala de amplitude (dB) em relação à figura anterior evidenciando que não é possível reconhecer faixas de frequências correspondendo a harmônicos. Mesmos dados da **fig. 67**.

Figura 69. Secção do canto de anúncio de *Scinax aromothyella* representado na figura anterior. Acima oscilograma, abaixo espectrograma, e à esquerda na figura espectro de força correspondente aos quatro pulsos bifásicos seleccionados. As linhas horizontais no espectrograma correspondem às faixas de frequências esperadas em um canto com estrutura harmônica – evidenciando a estrutura não harmônica no canto. Mesmos dados da **fig. 66**. (FFT=1024) (Avisoft).

Figura 70. Vocalizações do repertório de *Scinax aromothyella*: **A-** oscilograma de uma sequência de tics, nota 2 e pulsos da parte inicial do canto representado em A na **fig. 67A**; **B-** oscilograma das vocalizações destacadas em A, nota 2 (n 2) e dois tics; **C-** oscilograma de uma sequência longa (ca. 6,0 s) de vocalizações do tipo tics e notas 2 (n 2); **D-** espectrograma das vocalizações representadas em B. Mesmos dados da **fig. 67**. FFT=512.

Figura 71. Vocalizações do repertório de *S. berthae* 'Itatiba': **A-** oscilograma de um 'tic', seguido de canto de anúncio (parte destacada), e sequência composta de 'tics' e notas 2; **B-** oscilograma do canto representado em A; **C-** oscilograma de uma secção (540 ms) do canto em B (pulsos destacados na parte final) com detalhes da forma de onda dos pulsos, **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Itatiba, SP; ar=23,0°C; 22:02h. Dezembro/2009. Arquivo sonoro: *Scinax*_ItatibaSP1eAAGmt_35,3s. FFT=512. Espécime coletado.

Figura 72. Espectrograma da secção do canto de anúncio de *Scinax berthae* 'Itatiba' representada em C na figura anterior mostrando detalhes da estrutura espectral dos pulsos. Mesmos dados da figura anterior. FFT=512 e maior resolução da escala de amplitude (dB) em relação à figura anterior; não é possível reconhecer faixas de frequências correspondendo a harmônicos (**ver figura a seguir**).

Figura 73. Secção do canto de anúncio de *Scinax berthae* ‘Itatiba’ representado na figura anterior. Acima oscilograma, abaixo espectrograma, e à esquerda na figura espectro de força correspondente aos quatro pulsos bifásicos selecionados. As linhas horizontais no espectrograma correspondem às faixas de frequências esperadas em um canto com estrutura harmônica – evidenciando a estrutura não harmônica no canto. Mesmos dados da fig. 71. (FFT=1024) (Avisoft).

Figura 74. Vocalizações do repertório de *S. berthae* 'Itatiba': **A-** oscilograma de uma sequência de tics e notas 2 (n 2) emitida após o canto de anúncio representado em A na **fig. 71**; **B-** oscilograma das primeiras vocalizações em A, tic, n 2 e tic; **C-** oscilograma de uma sequência longa (ca. 6,5 s) de vocalizações, i.e. tics e notas 2 (n 2); **D-** oscilograma da secção destacada em C; **E-** espectrograma das vocalizações representadas em B. Mesmos dados da **fig. 71**. FFT=512.

- *Scinax canastrensis* (Cardoso & Haddad, 1988)

Espécie de tamanho pequeno (machos 24,9–28,0 mm de CRC; Cardoso & Haddad, 1982) descrita do Parque Nacional da Serra da Canastra (*ca.* 1.300 m alt.), São Roque de Minas, estado de Minas Gerais. Atualmente a espécie é conhecida de mais duas localidades, i.e. Perdizes/MG (Oliveira-Filho & Kokubum, 2003) e do Parque Estadual das Furnas do Bom Jesus, Pedregulho, estado de São Paulo (Araujo *et al.*, 2007).

Abaixo forneço a descrição do canto de anúncio e de outros tipos de vocalizações do repertório da espécie com base nos registros de quatro indivíduos na Estação Ambiental Galheiro, município de Perdizes, MG. Os indivíduos foram encontrados vocalizando sobre herbáceas às margens do curso d'água em uma Floresta de Galeria, no bioma Cerrado.

- Descrição do canto (Tabela 36; figs. 75–76)

O canto apresenta em média duração de 612 ms e 9,9 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 4,8 cantos/min. Apresenta forte modulação ascendente de intensidade ao longo do canto, atingindo a amplitude máxima em $90 \pm 5\%$ da sua duração. A energia do canto está distribuída entre 1,62–6,00 kHz, e a frequência enfatizada ocupa uma faixa estreita do espectro entre 2,19–3,66 kHz – o 1ºPE está em 3,04 kHz (dominante em 75% dos cantos, 15 de 20) e o 2ºPE está em 2,58 kHz (dominante em um dos indivíduos; 1 de 4). Há uma pequena modulação ascendente de frequência ao longo do canto; o canto não apresenta estrutura espectral harmônica. Os pulsos estão bem definidos, e cada pulso é bastante pulsátil – cada pulso sendo constituído por um número variável de oscilações irregulares de amplitude. A amplitude máxima é atingida aproximadamente na metade da duração dos pulsos, $47 \pm 3\%$. Os pulsos possuem duração de $25,2 \pm 1,7$ ms (taxa de repetição baixa de 40,6 pulsos/seg), e intervalo de $37,4 \pm 2,5$ ms entre pulsos.

- Outras vocalizações do repertório acústico

Três outros tipos de vocalizações foram registradas, i.e. cantos longos, nota 2 e tics. Um dos indivíduos registrados emitiu três cantos consideravelmente mais longos (1,32–1,82 seg. e 19–27 pulsos) do que o canto de anúncio típico; adicionalmente, esses cantos apresentaram frequências um pouco mais altas ocupadas no espectro, e.g. freq. mínima e dominante (**ver Tabela 36**). A estrutura temporal dos cantos longos é similar ao canto de

anúncio, com a principal diferença observada sendo a inclusão de pulsos com modulação descendente de intensidade após a sequência de pulsos comum do canto de anúncio. Não foi observada interação social durante a emissão desse canto.

As notas 2 foram emitidas isoladamente, ou acompanhadas de outras notas – i.e. tics pré- ou pós- notas 2 (**fig. 76**), e como pré-fixos do canto de anúncio. As notas 2 apresentam duração variável (188–487 ms), sendo bastante pulsáteis (**fig. 76**); a organização temporal dos pulsos é bastante irregular e geralmente não podem ser reconhecidas unidades discretas – i.e. n° de pulsos não estimado. A energia da nota está distribuída ao longo de uma faixa contínua do espectro, com a faixa de amplitude de frequência aproximadamente coincidente com o canto de anúncio, mas com o 1°PE um pouco mais grave (**ver Tabela 36 e figs. 75–76**). Os tics foram emitidos isoladamente, em sequência de tics, ou ainda pré- ou pós- nota 2. A faixa de frequência ocupada no espectro e o 1°PE são similares a nota 2 (**fig. 76**). O pico de frequência enfatizada é similar nas três vocalizações, sendo um pouco mais grave nos tics, intermediários na nota 2, e um pouco mais agudos no canto de anúncio.

- Considerações adicionais

Cardoso & Haddad (1982) forneceram as únicas informações disponíveis até o momento sobre o canto de anúncio de *S. canastrensis* (= *nuptial call* no trabalho). Apesar das informações escassas fornecidas no estudo limitar comparações – i.e. tamanho amostral não reportado e valores numéricos para poucas características – as variáveis mensuradas por Cardoso & Haddad (1982) estão principalmente em sobreposição ao canto descrito no presente estudo (i.e. maior tamanho amostral; **ver Tabela 36**). Adicionalmente, novos registros realizados na localidade tipo (Serra da Canastra, São Roque de Minas) são concordantes ao canto descrito para a população de Perdizes/MG – as variáveis mensuradas desses cantos não estão informados na **Tabela 36** devido a qualidade limitada das gravações.

Além do canto de anúncio, Cardoso & Haddad (1982) reportaram um segundo tipo de vocalização emitida quando dois machos cantavam próximos entre si, i.e. canto agressivo (= *encounter call* no trabalho). Esse canto provavelmente corresponde a nota 2 aqui descrita (**ver Tabela 36**) – mas no presente estudo a emissão dessas notas foi observada em contextos variáveis, e.g. vocalização emitida por um único macho solitário em atividade.

Tabela 36. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de *Scinax canastrensis*. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. canastrensis</i> Perdizes, MG	4 (3)	612 ± 120 (472 – 1030) [22]	9.9 ± 1.7 (8 – 16) [22]	61.3 ± 2.5 (56.8 – 64.4) [22]	40.6 ± 2.9 (31.3 – 50.0) [38]	1.62 ± 0.26 – 6.00 ± 0.65 [22]	2.19 ± 0.20 – 3.66 ± 0.41 [20]	3.04 ± 0.30 [20]	2.58 ± 0.30 [20]	0.68 ± 0.03 (0.48 – 0.95) [38]	4.80 ± 5.3 (1.4 – 12.6) [4]	20.4 ± 0.5 20.0–21.0
<i>S. canastrensis</i> canto longo	1	1,50 ± 277 (1,32 – 1,82) [3]	22.3 ± 4.2 (19 – 27) [3]	67.2 ± 2.0 (65.1 – 69.2) [3]		2.10 ± 0.12 – 5.32 ± 0.36 [3]	2.41 ± 0.12 – 3.78 ± 0.08 [3]	3.29 ± 0.13 [3]	2.60 ± 0.05 [3]			20.0
<i>S. canastrensis</i> nota 2	2	323 ± 112 (188 – 487) [6]				1.71 ± 0.29 – 5.18 ± 0.58 [6]	2.12 ± 0.28 – 3.53 ± 0.33 [6]	2.74 ± 0.46 [6]	2.83 ± 0.46 [6]			
<i>S. canastrensis</i> tic	2	21 ± 14 (11 – 50) [8]	1 ± 0 [8]			1.77 ± 0.39 – 5.53 ± 1.19 [8]		2.69 ± 0.42 [8]				
<i>S. canastrensis</i> ¹ Serra da Canastra, MG	?	500*	(6 – 7) = notas 7*			1.50 – 5.60					20.0	15.0
<i>S. canastrensis</i> ¹ = canto de encontro	?	400				1.80 – 6.10	ca. 3.00					

¹ Cardoso & Haddad (1982); * valor aproximado observado na Figura 6, p. 502 do trabalho.

? não informado.

Figura 75. Canto de anúncio de *Scinax canastrensis*: **A**- oscilograma de dois cantos em sequência; **B**- oscilograma de um único canto (não representado em A) com maior resolução; **C**- secção do canto em B (151 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Estação Ambiental Galheiro, Perdizes, Minas Gerais; ar = 20,0 °C; 23:40 h. Dezembro de 2011. Arquivo sonoro: *Scinax_canastr*PerdizesMG4aAAGm671_f_35,5s. FFT=256. Espécime não coletado.

Figura 76. Vocalizações do repertório de *Scinax canastrensis*, ‘tic’= pulso simples (formada por 1-3 sub-unidades) e nota 2: **A-** e **B-** oscilograma e espectrograma, respectivamente, de uma sequência de vocalizações formada por tic + nota 2 (n 2) + dois tics; **C-** e **D-** oscilograma e espectrograma, respectivamente, de uma sequência de vocalizações formada por um tic seguido de uma nota 2 (n 2). Estação Ambiental Galheiro, Perdizes, Minas Gerais; (**A e B**) mesmos dados figura anterior. (**C e D**), ar = 20,0 °C; 00:25 h. Outubro de 2009. Arquivo sonoro: *Scinax_canastrPerdizesMG2aAAGmt_7,2s*. FFT=256. Espécime coletado.

- *Scinax catharinae* (Boulenger, 1988)

Espécie de tamanho médio (machos 36,5–39,3 mm de CRC; Kwet 2001b), cuja localidade tipo é imprecisa, i.e. “Serra do Catharina”, estado de Santa Catarina (Lutz, 1973; Frost, 2013). Atualmente a espécie é conhecida do estado de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul – e.g. Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula (Lutz, 1973; Kwet, 2001b).

A descrição do canto da espécie foi previamente realizada por Kwet (2001b) com base em dois indivíduos registrados na Reserva Pró-Mata/RS e dois indivíduos de Florianópolis/SC. Abaixo forneço uma descrição mais detalhada do canto de anúncio de *S. catharinae* – i.e. maior nº de cantos analisados e de características mensuradas – com base nos registros mencionados de A. Kwet e com a inclusão de um registro ainda inédito da Reserva Pró-Mata/RS.

- Descrição do canto (Tabela 37; figs. 77–78)

O canto apresenta em média duração de 606 ms e 7,2 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 9,8 cantos/min. Há forte modulação ascendente de intensidade ao longo do canto; a amplitude máxima é atingida em $88 \pm 6\%$ da sua duração. A energia do canto está distribuída entre 1,27–4,17 kHz, e a frequência enfatizada ocupa uma faixa estreita do espectro entre 1,78–2,91 kHz – o 1ºPE está em 2,35 kHz (dominante em 75% dos cantos, 18 de 24) e o 2ºPE está em 2,19 kHz (dominante em um dos indivíduos); em alguns cantos podem estar presentes três picos de frequência enfatizados (**fig. 77D**). Há uma pequena modulação ascendente de frequência ao longo do canto; o canto não apresenta estrutura espectral harmônica. Os pulsos estão bem definidos, e cada pulso é bastante pulsátil – i.e. constituído por oscilações irregulares. A amplitude máxima é atingida aprox. na metade da duração dos pulsos, i.e. $50 \pm 6\%$. Os pulsos possuem duração de $34,8 \pm 6,6$ ms (taxa de repetição baixa de 30,4 pulsos/seg), e intervalo de $55,2 \pm 5,3$ ms entre pulsos.

- Outras vocalizações do repertório acústico

Foram registradas notas 2 e tics para a espécie. As notas 2 foram mais comumente emitidas de forma isolada, ou como prefixo do canto de anúncio. As notas 2 apresentam duração variável (94–409 ms) e são bastante pulsáteis (**ver fig. 78**); a organização temporal dos pulsos é bastante irregular, mas geralmente os pulsos formam unidades discretas na nota –

i.e. nº de pulsos estimados entre 29–80 por nota. Há uma forte modulação ascendente de intensidade ao longo da nota 2. A energia da nota está distribuída ao longo de uma faixa contínua do espectro; a faixa de amplitude da frequência é aproximadamente coincidente com a do canto de anúncio; o 1ºPE é similar ao do canto de anúncio, sendo um pouco mais grave na nota 2 (**ver Tabela 37**). Os tics também foram emitidos mais frequentemente de forma isolada, mas também foram observados antes e após o canto de anúncio, e após a nota 2. A faixa de frequência dos tics ocupada no espectro é mais estreita em relação às outras duas vocalizações, e o 1ºPE é um pouco mais grave comparado às demais notas (**Tabela 37 e fig. 78E**).

- Considerações adicionais

Na descrição prévia dos registros aqui analisados, Kwet (2001b) descreveu duas vocalizações de *S. catharinae* – i.e. canto de anúncio tipo 1 e tipo 2 – que correspondem as denominações nota 2 e canto de anúncio do presente estudo, respectivamente. Os valores reportados para as características do canto de *S. catharinae* são principalmente concordantes entre nossos estudos, e as discrepâncias observadas são provavelmente devido às diferenças metodológicas de análise (ver Kwet 2001b; Tab. 8, p. 88 e **Tabela 37 abaixo**). Heyer (1980) reportou as primeiras informações conhecidas sobre o canto de anúncio de *S. catharinae* com base em uma população registrada em Pirabeiraba, SC. Apesar das informações do estudo limitarem a possibilidade de comparações detalhadas – i.e. tamanho amostral não informado e valores numéricos para poucas características – a faixa de frequência dominante reportada e o pico de frequência enfatizada observada no espectro de força do trabalho (fig. 6B, p. 659) são similares aos valores encontrados no presente estudo. A estrutura espectral harmônica descrita em Heyer (1980) para *S. catharinae* não é confirmada para o canto da espécie. Adicionalmente, Heyer (1980) compara os cantos de *S. catharinae* e *S. albicans*, e uma das principais diferenças mencionadas pelo autor entre as duas espécies, i.e. pulsos discretos na primeira, e não distintamente separados na segunda espécie, é na realidade devido a comparação do canto de anúncio de *S. catharinae* com a nota 2 do repertório de *S. albicans* (ver *S. albicans* acima). Contudo, de acordo com P. C. Garcia (comum. pessoal), a população identifica por Heyer (1980) como *S. catharinae* trata-se na realidade de *S. littoralis*, descrita por Pombal & Gordo (1991).

Tabela 37. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de *Scinax catharinae*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Espécie	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos (ms)	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. catharinae</i> ¹	5	606 ± 141 (302 – 1093) [25]	7.2 ± 1.2 (4 – 11) [25]	83.3 ± 5.6 (73.4 – 90.2) [25]	30.4 ± 7.4 (22.7 – 47.6) [40]	1.27 ± 0.22 – 4.17 ± 0.47 [24]	1.78 ± 0.25 – 2.91 ± 0.25 [24]	2.35 ± 0.34 [26]	2.19 ± 0.19 [20]	0.65 ± 0.2 (0.30 – 1.00) [40]	9.8 ± 3.4 (3.9 – 12.6) [5]	20.7 ± 0.3 20.5–21.0
<i>S. catharinae</i> nota 2	4	253 ± 85 (94 – 409) [21]	56.4 ± 12.7 (29 – 80) [16]			1.12 ± 0.33 – 4.32 ± 0.90 [17]	1.77 ± 0.33 – 2.82 ± 0.25 [17]	2.30 ± 0.35 [16]			17.1 ± 6.1 (13.0 – 24.2) [3]	
<i>S. catharinae</i> tic	2	16.5 ± 8.9 (10 – 34) [10]	1 ± 0 [10]			1.23 ± 0.15 – 3.67 ± 1.01 [10]		2.15 ± 0.40 [10]				
<i>S. catharinae</i> ² Canto tipo 2	4 / 9	(450 – 1,90)	(5 – 18)				0.72 – 3.80	1.56 – 2.68				
<i>S. catharinae</i> ² Canto tipo 1	2 / 5	(140 – 250)					1.10 – 3.70	2.40 – 2.60				
<i>S. catharinae</i> ³ Pirabeiraba, SC	?	ca. 2,00					2.20 – 3.00	ca. 2.50*				22.0

¹ Analisado dos registros de A. Kwet; Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula, RS e Florianópolis, SC; ² Kwet (2001b) – ver mais detalhes no trabalho; ³ Heyer (1980); * valor aproximado, observado na figura 6B, p. 659.
? não informado.

Figura 77. Canto de anúncio de *Scinax catharinae*: A- oscilograma de dois cantos em sequência (intervalo de tempo arbitrário entre os cantos); B- oscilograma de um único canto (segundo canto representado em A) com maior resolução; C- seção do canto em B (151 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; D- espectro de força e E- espectrograma do canto representado em B. Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul; temperatura e hora não registrados. Fevereiro de 1999. Arquivo sonoro: Scatharinae02_46,6s (Registro de A. Kwet). FFT=256.

Figura 78. Vocalizações do repertório de *Scinax catharinae*: **A**- oscilograma de uma nota 2 (n 2), seguida pelo canto de anúncio, e por um tic; **B**- oscilograma de duas vocalizações em sequência, notas 2 (n 2); **C**- oscilograma de uma nota 2 seguida de um tic; **D**- e **E**- espectrogramas das vocalizações representadas em B e C, respectivamente. Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul; ar = 20,5 °C; 23:50 h. Janeiro de 1997. Arquivo sonoro: Scatharinae01 (Registro de A. Kwet). FFT=256.

- *Scinax longilineus* (Lutz, 1968)

Espécie de tamanho pequeno (machos 25,0–30,5 mm de CRC; Andrade & Cardoso, 1991) descrita do Reservatório de Água do Morro de São Domingos (1.200–1.300 m alt.), Poços de Caldas, estado de Minas Gerais (Lutz, 1973). A espécie é conhecida apenas da localidade tipo, Poços de Caldas/MG.

Abaixo realizo pela primeira vez a descrição do canto de anúncio e de outros tipos de vocalizações do repertório de *S. longilineus* com base nos registros de sete indivíduos registrados na localidade tipo. Os indivíduos foram encontrados às margens de um lago pequeno artificialmente represado, na borda de mata. Os sítios de vocalização incluíram herbáceas, galhos de pequenos arbustos e troncos de árvores – desde próximos ao nível do solo até cerca de 1,5 m de altura.

- Descrição do canto de anúncio da população topotípica (Tabela 38; figs. 79–80)

O canto apresenta em média duração de 812 ms e 8,0 pulsos, apresentando grande variação nessas características (**ver Tabelas 38 e 42**); a taxa de emissão é de cerca de 7,4 cantos/min. Há forte modulação ascendente de intensidade ao longo do canto; a amplitude máxima é atingida em $92\pm 8\%$ da sua duração. A energia do canto está distribuída entre 1,63–6,50 kHz, e a frequência enfatizada ocupa uma faixa estreita do espectro entre 2,30–3,79 kHz – o 1ºPE está em 3,16 kHz (dominante em 74% dos cantos, 26 de 35) e o 2ºPE está em 2,60 kHz; os picos principais de frequência enfatizados são um pouco variável, podendo estar entre 2,56 kHz e 3,52 kHz (e.g. **fig. 79D**). Há uma pequena modulação ascendente de frequência ao longo do canto; o canto não apresenta estrutura espectral harmônica. Os pulsos são bem definidos, e cada pulso apresenta um número variável de oscilações regulares – i.e. aqui consideradas como subunidades bem marcadas. A amplitude máxima é atingida aprox. na metade da duração dos pulsos, i.e. $49\pm 4\%$. Os pulsos possuem duração de $30,3\pm 3,7$ ms (taxa de repetição baixa de 34,2 pulsos/seg), e intervalo de $75,8\pm 10,0$ ms entre pulsos.

- Outras vocalizações do repertório acústico

Foram registradas notas 2 e tics para a espécie (**ver Tabela 38 e fig. 80**). As notas 2 foram mais comumente emitidas de forma isolada, mas também foram emitidas acompanhadas de outras notas – i.e. pré- ou pós- tics, e pré- ou pós- notas 2. As notas 2 apresentam duração

variável (69–501 ms), sendo bastante pulsáteis (**fig. 80**); a organização temporal dos pulsos é bastante irregular, mas geralmente é possível discretizá-los – i.e. nº de pulsos na nota 2 estimado entre 17– 89. A energia da nota está distribuída ao longo de uma faixa contínua do espectro; as frequências ocupam valores um pouco mais baixos no espectro em relação ao canto de anúncio (**ver Tabela 38**). Os tics foram emitidos isoladamente, em sequência de tics, pós- canto de anúncio e ainda em combinação com a nota 2. A amplitude de frequência ocupada no espectro e o 1ºPE dos tics apresentam grande sobreposição com a nota 2. Apesar dos tics serem um pouco mais longos do que os pulsos da porção central do canto de anúncio, sua organização temporal é essencialmente a mesma dos pulsos que constituem o canto de anúncio. O pico de frequência enfatizada é um pouco mais grave nas notas 2 e tics do que no canto de anúncio.

- *Scinax hiemalis* (Haddad & Pombal, 1987)

Espécie de tamanho pequeno (machos 25,5–28,2 mm de CRC) descrita de Sousa (*ca.* 600 m alt.), Campinas, estado de São Paulo (Haddad & Pombal, 1987).

Oito indivíduos da população topotípica foram registrados – três vocalizações do repertório acústico da espécie foram analisadas. Os valores numéricos dos caracteres mensurados estão fornecidos na **Tabela 38**. Abaixo forneço uma breve descrição das vocalizações.

- Descrição do canto de anúncio e outras vocalizações da população topotípica

O canto apresenta em média duração de 704 ms e 7,0 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 9,4 cantos/min (**Tabelas 38; figs. 81–82**). Há forte modulação ascendente de intensidade ao longo do canto; a amplitude máxima é atingida em $97 \pm 1\%$ da sua duração. A energia do canto está distribuída entre 1,47–6,79 kHz, e a frequência enfatizada ocupa uma faixa estreita do espectro entre 2,08–3,73 kHz – o 1ºPE está em 2,82 kHz e o 2ºPE em 3,05 kHz; os picos principais de frequência enfatizados são um pouco variável, podendo estar entre 2,35 kHz e 3,39 kHz (e.g. **fig. 81D**). A amplitude máxima é atingida em $49 \pm 20\%$ da duração dos pulsos. Os pulsos possuem duração de $36,7 \pm 4,3$ ms (taxa de repetição baixa de 28,0 pulsos/seg), e intervalo de $63,3 \pm 7,4$ ms entre pulsos.

As notas 2 foram mais comumente emitidas de forma isolada e seguida de tics. As

notas 2 possuem duração bastante variável entre 69–501 ms. As notas 2 e os tics apresentam a energia distribuída em frequências um pouco mais baixas no espectro do que o canto de anúncio – e.g. freq. mínima e 1ºPE.

- Considerações taxonômicas – *S. longilineus* e *S. hiemalis*

O canto de anúncio e as outras duas vocalizações descritas do repertório de *S. hiemalis* apresentam grande similaridade com às vocalizações de *S. longilineus* (**ver Tabela 38 e compare figs. 79–80 vs. figs. 81–82**). Características como duração do canto/nº pulsos, faixa de frequência enfatizada e organização temporal dos pulsos foram virtualmente idênticas entre o canto de anúncio das duas espécies.

Apesar da localidade tipo de *S. hiemalis* estar distante apenas cerca de 90 km da localidade tipo de *S. longilineus*, na descrição de *Scinax hiemalis* Haddad & Pombal (1987) não compararam as duas espécies. Além da similaridade aqui reportada entre as vocalizações do repertório de *S. hiemalis* e *S. longilineus*, outras características compartilhadas pelas duas espécies devem ser destacadas – tamanho dos machos em *S. hiemalis* entre 25,5–28,2 mm (n=10) e em *S. longilineus* entre 25,0–30,5 mm (n=13); e as características descritas do holótipo e do girino altamente similares entre as duas espécies (ver Haddad & Pombal, 1987 e Andrade & Cardoso, 1991 para *S. longilineus*).

Apesar do tamanho amostral, no presente estudo, não permitir comparações estatísticas apropriadas entre as vocalizações das duas espécies, nem correções do efeito da temperatura e do tamanho corporal sobre as características do canto – considero que uma revisão taxonômica é necessária para avaliar se a população de Poços de Caldas aqui considerada como *S. longilineus* possui realmente essa identidade específica, ou se na realidade trata-se de *S. hiemalis*, o que significaria uma extensão da distribuição geográfica conhecida desta última espécie. Entretanto, caso seja confirmada a identidade desta população de Poços de Caldas como *S. longilineus*, isto implicaria que *S. hiemalis* não seria uma espécie válida, devendo ser sinonimizada a *S. longilineus*.

- Considerações adicionais

Haddad & Pombal (1987) reportaram a presença duas notas dentre as vocalizações de *S. hiemalis*, uma considerada mais complexa, com estrutura harmônica, e a segunda nota correspondendo a pulsos transitórios. Apesar de apenas uma característica ter sido mensurada pelos autores para as notas – i.e. faixa de frequência enfatizada – pela observação da fig. 6, p. 130 do trabalho, é provável que essas notas correspondam a nota 2 e aos tics, respectivamente, descritos no presente estudo. Os harmônicos reportados para a nota 2 no trabalho (Haddad & Pombal, 1987) provavelmente devem ter sido decorrentes das limitações das tecnologias de gravação/análise disponíveis na época.

Tabela 38. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de *Scinax longilineus* e *S. hiemalis*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Species	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. longilineus</i> *	7 (1)	812 ± 285 (354 – 3,07) [43]	8.0 ± 2.6 (4 – 20) [43]	99.0 ± 8.1 (83.0 – 149.4) [43]	34.2 ± 3.0 (18.5 – 45.5) [56]	1.63 ± 0.18 – 6.50 ± 1.82 [35]	2.30 ± 0.18 – 3.79 ± 0.11 [35]	3.16 ± 0.22 [35]	2.60 ± 0.10 [17]	0.40 ± 0.02 (0.22 – 0.54) [56]	7.4 ± 2.9 (3.5 – 10.2) [4]	18.0 ± 0
<i>S. longilineus</i> nota 2	4	192 ± 115 (69 – 501) [24]	39.5 ± 16.4 (17 – 89) [24]			1.49 ± 0.11 – 6.49 ± 1.03 [24]	1.99 ± 0.15 – 3.64 ± 0.19 [19]	2.52 ± 0.27 [22]			35.4 ± 3.8 (31.9 – 39.5) [3]	
<i>S. longilineus</i> tic	2	45.1 ± 4.1 (39 – 60) [29]	1 ± 0 [29]			1.41 ± 0.08 – 5.54 ± 1.00 [25]		2.46 ± 0.16 [8]				
<i>S. hiemalis</i> **	8	704 ± 91 (441 – 968) [28]	7.0 ± 0.9 (4 – 10) [28]	100.8 ± 10.0 (85.0 – 120.6) [28]	28.0 ± 3.9 (20.4 – 40.0) [31]	1.47 ± 0.17 – 6.79 ± 0.62 [26]	2.08 ± 0.08 – 3.73 ± 0.20 [26]	2.82 ± 0.22 [26]	3.05 ± 0.51 [8]	0.59 ± 0.09 (0.43 – 0.80) [31]	9.4 ± 9.3 (3.2 – 27.7) [6]	19.2 ± 1.8 15.7–20.7
<i>S. hiemalis</i> nota 2	2	171.6 ± 99.2 (71 – 316) [7]	24.3 ± 6.2 (16 – 33) [7]			1.27 ± 0.14 – 8.39 ± 0.60 [5]		2.47 ± 0.41 [7]	3.19 ± 0.46 [6]		6.1 [1]	
<i>S. hiemalis</i> tic	4	68.4 ± 8.9 (43 – 81) [18]	1 ± 0 [18]			1.24 ± 0.16 – 7.39 ± 1.09 [22]		2.70 ± 0.47 [12]	3.17 ± 0.42 [12]			
<i>S. hiemalis</i> ¹ = nota complexa	?						2.00 – 3.80		0.45 = fundam.			

* Paratopótipos, Poços de Caldas, MG; ** Paratopótipos, Distrito de Sousas, Campinas, SP; ¹ Haddad & Pombal (1987).

? não informado.

Figura 79. Canto de anúncio de *Scinax longilineus*: **A-** oscilograma de dois cantos em sequência (intervalo de tempo arbitrário entre os cantos); **B-** oscilograma de um único canto (indivíduo diferente de A) com maior resolução; **C-** secção do canto em A (151 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em A. Poços de Caldas, Minas Gerais; temperatura não registrada; 04:30 h. Outubro de 2012. Arquivo sonoro: *Scinax_longilineus*PocosMG5bIAH_LM_AAGt_3,9s. FFT=256. Espécimes não coletados.

Figura 80. Vocalizações do repertório de *Scinax longilineus*: **A-** oscilograma de uma sequência de duas notas 2 (n 2); **B-** oscilograma de outra sequência de vocalizações (tic, n 2, tic e n2) mostrando detalhes da forma de onda das notas; **C-** espectrograma das vocalizações representadas em B. Poços de Caldas, Minas Gerais; temperatura não registrada; 04:23 h. Outubro de 2012. Arquivo sonoro: *Scinax_longilineus*PocosMG4aIAH_LM_AAGt_25,5s. FFT=256. Espécime não coletado.

Figura 81. Canto de anúncio de *Scinax hiemalis*: **A-** oscilograma de três cantos em sequência; **B-** oscilograma de um único canto (primeiro canto representado em A) com maior resolução; **C-** secção do canto em B (151 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Distrito de Sousas, Campinas, São Paulo; ar =19,2 °C; 23:49 h. Janeiro de 2009. Arquivo sonoro: *Scinax_hiemalSousasSP4aAAGmt_47,6s*. FFT=256. Espécime não coletado.

Figura 82. Vocalizações do repertório de *Scinax hiemalis*: **A-** oscilograma de uma sequência de uma nota 2 (n 2), 3 ‘tics’, mais uma nota 2 e um ‘tic’; **B-** oscilograma de outra sequência de vocalizações mostrando detalhes de uma nota 2 (n 2) seguida por um ‘tic’ e uma nota 2; **C-** espectrograma das vocalizações representadas em B. Distrito de Sousas, Campinas, São Paulo; temperatura e hora não registrados. Julho de 2009. Arquivo sonoro: *Scinax_hiemalSousasSP10aAAGmt*. FFT=256. Espécime não coletado.

- *Scinax rizibilis* (Bokermann, 1964)

Espécie de tamanho pequeno (machos 25,0–27,0 mm de CRC; Bokermann, 1964), descrita de Santo André – corrigida para Paranapiacaba por Verdade *et al.*, (2009) – estado de São Paulo. A distribuição atualmente reportada para a espécie compreende a Serra de Paranapiacaba e Ribeirão Branco, no sul do estado de São Paulo (Bastos & Haddad, 2002; Verdade *et al.*, 2009), e duas localidades no estado de Santa Catarina, i.e. Pirabeiraba e Florianópolis (Kwet & Márquez, 2010; e A. Kwet, comun. pessoal).

Abaixo forneço a descrição detalhada do canto de anúncio e outras vocalizações do repertório de *S. rizibilis* com base em um registro de A. Kwet para uma população encontrada no estado de Santa Catarina (um dos cantos publicados em Kwet & Márquez, 2010). Um registro do mesmo autor para uma população encontrada no Rio Grande do Sul, inicialmente atribuído a espécie também foi analisado (**ver Tabela 39**). Adicionalmente, registros de C. F. B. Haddad para a população de Ribeirão Branco/SP (publicado em Bastos & Haddad, 2002) foram analisados para comparações mais detalhadas.

- Descrição do canto de anúncio (Tabela 39; figs. 83–85)

O canto apresenta longa duração, entre 1,52 a 2,48 seg. e entre 14–25 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 2,6 cantos/min. O canto apresenta modulação ascendente de intensidade aproximadamente linear ao longo de sua duração; a amplitude máxima é atingida em 90 ± 12 da sua duração. Os pulsos apresentam uma organização temporal complexa, com duas partes claramente distintas, i.e. estrutura bifásica – uma fase inicial menos pulsada (a), e uma segunda fase (b) muito pulsátil (**fig. 83B–C**). A energia do canto está distribuída entre 2,16–8,00 kHz, exibindo uma estrutura espectral complexa que corresponde à organização temporal dos pulsos. A energia correspondente a fase (a) está distribuída ao longo de uma ampla faixa contínua do espectro (i.e. oscilações não lineares), enquanto que a fase (b) corresponde a uma estrutura espectral harmônica, i.e. elevada linearidade (**ver figs. 83E e figs. 84–85**). Mesmo com o aumento do limite inferior da escala de intensidade e do FFT usado na produção dos espectrogramas, o primeiro harmônico visível do canto é apenas o 3º – a evidência de faixas de frequência harmonicamente relacionadas do canto (fase b) é fornecida na **fig. 85**. A ausência da representação da faixa fundamental de frequência e do 2º harmônico nos espectrogramas (**figs. 83E e 84**) parece indicar a filtragem das primeiras faixas de frequência

da fase (b) dos pulsos – de baixa energia – pelos tecidos do corpo do indivíduo vocalizando, como sugerido por Gridi-Papp (2008). A energia enfatizada do canto está entre 3,08–4,58 kHz, que corresponde aproximadamente ao 4º–5º harmônicos do canto (2º e 3º harm. visíveis nas **figs. 83E e 84**); o 1ºPE em 4,15 kHz correspondendo ao 5º harmônico do canto (3º harm. visível, **figs. 83E e 84**) e o 2ºPE corresponde ao 4º harmônico (2º harm. visível). Diferentemente das demais espécies do grupo *S. catharinae*, os pulsos estão distribuídos regularmente ao longo do canto. O pulso bifásico tem duração de $80,0 \pm 4,1$ ms (taxa de repetição baixa de 12,5 pulsos/seg); a fase (a) tem duração de $18,5 \pm 2,5$ ms (amplitude máxima em $52 \pm 13\%$), a fase (b) tem duração de $54,9 \pm 4,1$ ms (amplitude máxima em $84 \pm 8\%$), e o intervalo entre fases (a–b) é de $6,8 \pm 1,4$ ms. O intervalo entre pulsos bifásicos é de $26,3 \pm 1,3$ ms.

- Outras vocalizações do repertório acústico

As notas 2 foram mais frequentemente emitidas isoladamente, mas também foram observadas como sufixos do canto de anúncio (**ver fig. 83A**). A duração da nota 2 é variável (entre 256–576 ms), e as subunidades da nota (pulsos), apesar de distribuídos irregularmente, podem ser discretizados (entre 53–107 pulsos). A energia está distribuída de forma contínua no espectro, mas os valores são principalmente coincidentes com aqueles do canto de anúncio. A nota curta, i.e. tic, apresenta duração de $39,6 \pm 1,3$ ms; a faixa de frequência ocupada pelo tic é um pouco mais grave em relação ao canto de anúncio e a nota 2; o 1ºPE é mais grave no tic, intermediário na nota 2 e mais agudo no canto de anúncio (**ver Tabela 39 e fig. 86**).

- Comparações acústicas entre populações e diversidade críptica

Na descrição de *S. rizibilis*, Bokermann (1964) forneceu uma breve descrição do canto da espécie, i.e. “....uma série de notas curtas e agrupadas [notas introdutórias]....e uma série mais longa de notas [gargalhada]....”. No espectrograma representado na fig.6, p. 432 do trabalho, é possível verificar que o canto chamado de gargalhada pelo autor corresponde ao canto de anúncio da espécie (*ca.* 1,1 seg.), mas as notas introdutórias reportadas (grupos de 3 a 4 notas, *ca.* 200 ms) não podem ser identificadas no momento. A única característica mensurada citada no texto (Bokermann, 1964) foi a frequência dominante do canto, i.e. 2,00–4,50 kHz.

Bastos & Haddad (2002) descreveram o repertório acústico de *S. rizibilis* com base na população registrada em Ribeirão Branco/SP, *ca.* de 250 km a sudoeste da localidade tipo (**Tabela 39**). Os registros de três indivíduos dessa população (gentilmente cedidos por C. F. B. Haddad) foram adicionalmente analisados para uma padronização das comparações (**Tabela 39; figs. 87–89**). O canto descrito como territorial em Bastos & Haddad (2002) equivale as vocalizações nomeadas por mim como nota 2.

Os cantos de anúncio de Pirabeiraba (**figs. 83–85**) e de Ribeirão Branco (**figs. 87–89**) apresentaram a mesma estrutura temporal e espectral – e.g. pulsos bifásicos e fase (b) com harmônicos – e a maioria das características mensuradas mostraram grande sobreposição de valores. As principais diferenças observadas foram cantos com taxas um pouco mais altas de repetição de pulsos/seg. em Pirabeiraba (12,5) em relação a Ribeirão Branco (11,2) – i.e. consequência da maior duração dos pulsos bifásicos e do intervalo entre pulsos nessa última população (**ver detalhes no rodapé da Tabela 39**); e cantos um pouco mais graves em Ribeirão Branco, 1ºPE em 3,81 kHz *contra* 4,15 kHz na população de Pirabeiraba, apesar de ambos os picos de intensidade corresponderem ao 5º harmônico do canto (3º harm. visível) das duas populações (**compare figs. 85 e 89**). O número médio de pulsos por nota 2 e a frequência enfatizada dessa nota também difere um pouco entre essas duas populações. Entretanto, o tamanho amostral limitado para a população de Pirabeiraba, e a diferença de temperatura durante os registros nas duas populações impede comparações mais apropriadas (i.e. estatisticamente). Assim, considero no momento as duas populações, i.e. Ribeirão Branco e Pirabeiraba sob o nome *S. rizibilis* – mas até que o canto de anúncio da população topotípica da espécie seja detalhadamente descrito, não será possível avaliar de modo apropriado a identidade específica dessas populações.

Uma terceira população registrada por A. Kwet no estado do Rio Grande do Sul, i.e. Terra de Areia/RS – inicialmente atribuída a *S. rizibilis* foi caracterizada acusticamente no presente estudo (dados sumarizados na **Tabela 39** e no rodapé da mesma; **figs. 90–93**). Essa população, i.e. *S. rizibilis* ‘RS’, possui o canto consideravelmente mais longo que as outras populações (2,91 seg. *contra* $\leq 2,10$ seg.; valores das médias combinadas), e maior nº de pulsos por canto (≥ 29 *contra* ≤ 25 ; cantos mais longos combinados das duas populações), e menores valores de frequência ocupada no espectro – e.g. freq. mínima em 1,73 kHz *contra* $\geq 2,07$ kHz – e frequência enfatizada correspondente ao 4º (*ca.* 3,67 kHz; dominante), 5º (*ca.*

4,58 kHz) e 6° (ca. 5,50 kHz) harmônicos do canto (**figs. 90E e 91–92**), enquanto nas outras populações a freq. dominante corresponde aproximadamente ao 5° harmônico. Adicionalmente, *S. rizibilis* ‘RS’ possui maior taxa de repetição de pulsos, i.e. menor duração dos pulsos e menor período dos pulsos em relação as outras duas populações (**ver Tabela 39 e rodapé**). As notas 2 e tics de *S. rizibilis* ‘RS’ são mais similares aquelas de Pirabeiraba, apesar diferirem um pouco destas.

Com base nos dados acústicos disponíveis, é provável que a população registrada no Rio Grande do Sul (i.e. Terra de Areia) represente uma espécie críptica em relação a *S. rizibilis*.

- Considerações adicionais

A estrutura espectral harmônica do canto de anúncio de *S. rizibilis* foi observada/descrita pela primeira vez no presente estudo. As características da estrutura temporal e espectral do canto de anúncio da espécie é única em relação às demais espécies conhecidas do grupo *S. catharinae*, e no presente é proposta como sinapomorfia putativa de ao menos duas espécies/populações.

Tabela 39. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de populações atribuídas a *Scinax rizibilis*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Species [□]	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos (–)	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg. (–)	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C [¶] (ar)
<i>S. rizibilis</i> Pirabeiraba, SC	1	2,10±352 (1,52–2,48) [7]	20.3±3.8 (14–25) [7]	103.7±3.2 (99.1–108.4) [7]	12.5±0.6 (11.6–13.5) [15]	2.16±0.10 – 8.00±0.30 [7]	3.08±0.08 – 4.58±0.02 [7] [□]	4.15±0.05 [7]	3.32±0.05 [7]	3.06±0.26 (2.6–3.6) [15]	2.61 [1]	20.8
<i>S. rizibilis</i> nota 2	1	468±123 (256–576) [7]	88.1±20.5 (53–107) [7]	–	–	2.07±0.10 – 7.83±0.40 [7]	3.62±0.60 – 4.84±0.07 [7] [□]	4.11±0.05 [6]	6.13±0.06 [6]	–	4.19 [1]	–
<i>S. rizibilis</i> tic	1	39.6±1.3 (39–42) [5]	1±0 [5]	–	–	1.80±0.44 – 8.39±0.81 [5]	–	3.84±0.39 [5]	–	–	–	–
<i>Scinax rizibilis</i> ‘RS’ Terra de Areia, RS	1	2,91±209 (2,68–3,13) [4]	30.3±1.5 (29–32) [4]	96.1±2.5 (92.4–97.9) [4]	13.8±0.9 (12.7–15.2) [13] [□]	1.73±0.69 – 8.08±0.58 [4]	2.66±0.42 – 5.50±0.38 [4]	3.92±0.56 [3]	3.62±0.83 [3]	3.35±0.61 (2.5–4.7) [13]	2.83 [1]	23.0
<i>Scinax rizibilis</i> ‘RS’ nota 2	1	350±77 (238–472) [7]	82.7±17.3 (65–112) [6]	–	–	1.97±0.15 – 7.20±0.62 [9]	3.17±0.23 – 4.76±0.20 [7]	4.02±0.09 [7]	3.50±0.78 [4]	–	6.3 [1]	–
<i>Scinax rizibilis</i> ‘RS’ tic	1	35.0±3.3 (31–40) [8]	1±0 [8]	–	–	2.11±0.11 – 6.28±0.13 [9]	–	3.68±0.35 [8]	–	–	–	–

Tabela 39. Continuação. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de populações atribuídas a *Scinax rizibilis*. Dados da literatura também são fornecidos. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Species ¹	♂♂ (t)	Dur.·Canto (ms)	Nº·Pulsos	Dur.·Canto (ms) / Nº·pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq.·Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE ¹ (kHz)	Dur.·Pulso ¹ / Interv. Pulso ¹	Cantos/min.	T·°C (ar)
<i>S. rizibilis</i> ¹	7	1,79±0,58 (0,74–2,95) [33]	13±4 (7–23) [33] =notas	137,7	10,42 [33]		3,57±0,59 (2,95–4,77) [33]					17,0–19,0 ¹ aprox.
<i>S. rizibilis</i> ¹ canto territorial	11	600±190 (300–1140) [61]	160±70 (46–336) [61] ²				3,83±0,15 (3,71–4,03) [61]					
<i>S. rizibilis</i> ¹ canto de- encontro	2	27±8 (20–40) [6] ²	12±3 (9–16) [6]				3,59±0,24 (3,23–3,82) [6]					
<i>S. rizibilis</i> ² canto de- anúncio ¹	3	1,92±0,80 (1,30–3,15) [13]	14,8±4,6 (8–22) [13]	127,8±24,1 (100–152) [13]	11,1±1,4 (9,2–13,2) [25]	2,07±0,18 – 6,53±0,18 [4]	3,65±0,03 – 4,56±0,27 [4]	3,81±0,29 [10]	3,01±0,22 [10]	2,23±0,42 (1,25–2,83) [25]	3,8 (1,4–5,9) [3]	17,0–18,0
<i>S. rizibilis</i> ² nota-2	?	308±129 (216–474) [4]	76,3±14,6 (66–116) [4] ²			1,06–6,49 [1] ²		3,82±0,19 [4]	1,96 [1]			

¹Bastos & Haddad (2002); * calculado a partir dos valores informados; ²população de Ribeirão Branco/SP; registros analisados de C. F. B. Haddad (gentilmente cedidos).
? não informado. –

Caracteres adicionais das populações analisadas no presente estudo:

SC – população de Pirabeiraba/SC; RS – *Scinax rizibilis* RS¹; SP – população de Ribeirão Branco/SP

- Duração do pulso bifásico (ms):

SC (80,0±4,1; 74–85); RS (72,9±4,5; 66–79); SP (92,0±11,0; 75–107)

- Duração da fase harmônica (b) (ms):

SC (54,9±4,1); RS (48,0±1,7); SP (59,9±6,0)

- Intervalo entre pulsos bifásicos (ms):

SC (26,3±1,3; 23–29); RS (22,2±3,0; 17–28); SP (43,2±12,4)

- Razão fase b/fase a

SC (3,0±0,5); RS (2,6±0,2); SP (2,9±0,0)

- Duração do período do pulso bifásico (ms):

SC (106,3±3,8); RS (95,2±3,9); SP (127,2±27,6)

- Intervalo entre fase a–fase b (ms):

SC (6,8±1,4); RS (4,4±0,5); SP (7,8±5,4)

- Duração da fase pulsada (a) (ms):

SC (18,5±2,4); RS (18,4±1,5); SP (20,6±2,3)

Figura 83. Vocalizações do repertório de *S. rizibilis* (Pirabeiraba/SC): **A-** oscilograma de um tic mais canto de anúncio e 2 notas 2 (n 2); **B-** oscilograma mostrando apenas o canto representado em A; **C-** oscilograma de uma secção (520 ms) do canto em B (parte central) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos (**ab** = pulso bifásico); fase inicial pulsada (**a**) seguida por fase harmônica (**b**); **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Pirabeiraba, Santa Catarina; ar = 20,8 °C; 01:45 h. Janeiro/2006. Arquivo sonoro: threespchorus2_5m34,5s (Registro de A. Kwet). FFT=512. (retângulo vermelho = *S. perereca*)

Figura 84. Espectrograma da secção do canto de anúncio de *Scinax rizibilis* representado em C na figura anterior. Note a estrutura bifásica de cada pulso do canto; fase (a) pulsada e fase (b) com estrutura harmônica. Até 16 harmônicos podem ser observados na fase (b) dos pulsos. Mesmos dados da figura anterior. FFT=512; maior resolução da escala de amplitude (dB) em relação à figura anterior para evidenciar a presença de harmônicos com intensidade fraca.

Figura 85. Secção do canto de anúncio de *Scinax rizibilis* (últimos 6 pulsos do canto) – canto não representado na **fig. 82**. Acima oscilograma, abaixo espectrograma, e à esquerda na figura espectro de força correspondente aos três pulsos bifásicos selecionados. As linhas horizontais no espectrograma correspondem às faixas de frequências esperadas em um canto com estrutura harmônica. Mesmos dados da **fig. 82**. (FFT=1024) (Avisoft).

Figura 86. Vocalizações do repertório de *Scinax rizibilis* (Pirabeiraba/SC): **A-** oscilograma da parte final representada em A da **fig. 83**, i.e. parte inicial de um pulso (fase a), seguida da primeira nota 2 (n 2) daquela figura; **B-** oscilograma de duas notas 2 (n 2) seguidas emitidas após um canto de anúncio (não representado); **C-** oscilograma de dois tics emitidos isoladamente (intervalo arbitrário entre eles); **D-** espectrograma da vocalização representada em A; **E-** espectrograma do primeiro tic representado em C. Mesmos dados da **fig. 83**. FFT=512.

Figura 87. Vocalizações do repertório de *Scinax rizibilis*, população de Ribeirão Branco, São Paulo: **A-** oscilograma de uma nota 2; **B-** oscilograma de um tic, seguido pelo canto de anúncio; **C-** oscilograma de uma seção (520 ms) do canto de anúncio em B (parte central) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos (ab = pulso bifásico); fase inicial pulsada (**a**) seguida por uma fase com estrutura harmônica (**b**); **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Ar = 17,0 °C; 21:40 h. Dezembro de 1992. Arquivo sonoro: S_rizibilis_fit33_trecho3_16,4s (Registro cedido por C.B.F. Haddad; ver Bastos & Haddad, 2002). FFT=512.

Figura 88. A- Espectrograma de uma secção do canto de anúncio de *Scinax rizibilis* representado em C na figura anterior (i.e. quatro pulsos bifásicos). Note a estrutura bifásica de cada pulso do canto; fase (a) pulsada e fase (b) com estrutura harmônica; B- espectrograma da nota 2 representada em A na figura anterior. Mesmos dados da fig. 87. FFT=512.

Figura 89. Secção do canto de anúncio de *Scinax rizibilis* representado em B na **fig. 87** (últimos 5 pulsos bifásicos do canto). Acima oscilograma, abaixo espectrograma, e à esquerda na figura espectro de força correspondente aos quatro pulsos bifásicos selecionados. As linhas horizontais no espectrograma correspondem às faixas de frequências esperadas em um canto com estrutura harmônica. Mesmos dados da **fig. 87**. (FFT=1024) (Avisoft).

Figura 90. Vocalizações do repertório de *Scinax rizibilis* 'RS': **A-** oscilograma de um 'tic', seguido pelo canto de anúncio e de duas notas 2 (n 2); **B-** oscilograma mostrando apenas o canto de anúncio representado em A; **C-** oscilograma de uma seção (520 ms) do canto de anúncio em B (parte central) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos (**ab** = pulso bifásico); fase inicial pulsada (**a**) seguida por uma fase com estrutura harmônica (**b**); **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Terra de Areia, Rio Grande do Sul; ar = 23,0 °C; 05:10 h. Dezembro de 1997. Arquivo sonoro: Srizibilis01_2m15,5s (Registro de A. Kwet). FFT=512.

Figura 91. Espectrograma da secção do canto de anúncio de *Scinax rizibilis* 'RS' representado em C na figura anterior. Note a estrutura bifásica de cada pulso do canto; fase (a) pulsada e fase (b) com estrutura harmônica. Até 16 harmônicos podem ser observados na fase (b) dos pulsos. Mesmos dados da figura anterior. FFT=512; maior resolução da escala de amplitude (dB) em relação à figura anterior para evidenciar a presença de harmônicos com intensidade fraca.

Figura 92. Secção do canto de anúncio de *Scinax rizibilis* ‘RS’ representado em B da **fig. 90** (últimos 6 pulsos bifásicos do canto). Acima oscilograma, abaixo espectrograma, e à esquerda na figura espectro de força correspondente aos quatro pulsos bifásicos selecionados. As linhas horizontais no espectrograma correspondem às faixas de frequências esperadas em um canto com estrutura harmônica. Mesmos dados da **fig. 90**. (FFT=1024) (Avisoft).

Figura 93. Vocalizações do repertório de *Scinax rizibilis* 'RS': **A-** oscilograma de uma sequência de dois tics seguidos por duas notas 2; **B-** oscilograma da primeira nota 2 representada em A; **C-** oscilograma dos dois tics representados em A; **D-** espectrograma da nota 2 representada em B; **E-** espectrograma do primeiro tic representado em C. Mesmos dados da **fig. 90**. FFT=512.

- *Scinax trapicheiroi* (A. Lutz & B. Lutz, 1954)

Espécie de tamanho pequeno (machos 25,0–30,0 mm de CRC; Luna-Dias *et al.*, 2009) descrita da Serra da Tijuca, município do Rio de Janeiro, RJ. A distribuição atualmente reportada para a espécie compreende os municípios do Rio de Janeiro, Maricá, Angra dos Reis (i.e. Ilha Grande/RJ), Mangaratiba, Pirai e Saquarema, no estado do Rio de Janeiro (Carvalho-e-Silva & Carvalho-e-Silva, 2004; Rico *et al.*, 2004; Luna-Dias *et al.*, 2009).

Abaixo é descrito pela primeira vez o canto de anúncio e parte do repertório vocal da espécie. Cinco indivíduos foram registrados próximos à localidade tipo da espécie, no Maciço da Tijuca (São Conrado), Rio de Janeiro, RJ. Os indivíduos foram encontrados em um jardim às margens de um pequeno *container* de água represada; os sítios de vocalização incluíram a vegetação marginal do corpo d'água e as paredes do tanque.

- Descrição do canto de anúncio da população topotípica (Tabela 40; figs. 94–95)

O canto apresenta em média duração de 702 ms e 21,5 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 1,9 cantos/min. Apresenta forte modulação ascendente de intensidade ao longo do canto, atingindo a amplitude máxima em $91 \pm 3\%$ da sua duração. A energia do canto está distribuída entre 1,43–6,46 kHz, e a frequência enfatizada ocupa a faixa do espectro entre 2,46–4,08 kHz – o 1ºPE está em 3,25 kHz (dominante em 90% dos cantos, 19 de 21) e o 2ºPE está em 2,75 kHz. O canto apresenta uma estrutura espectral complexa, mas não é possível reconhecer faixas de frequência harmonicamente relacionadas – mesmo com o aumento do limite inferior da escala de intensidade e do uso de FFTs mais altos na produção dos espectrogramas (**ver fig. 94**). Adicionalmente, a utilização complementar do recurso de identificação de harmônicos evidencia que os pulsos são preponderantemente não lineares (**ver fig. 95**). Não há modulação de frequência perceptível ao longo do canto. Os pulsos estão bem definidos; a amplitude máxima é atingida em $60 \pm 4\%$ da sua duração. Os pulsos possuem duração de $12,4 \pm 1,5$ ms (taxa de repetição de 82,6 pulsos/seg), e intervalo de $18,5 \pm 1,2$ ms entre pulsos.

- Outras vocalizações do repertório acústico

Dois outros tipos de vocalizações foram registradas para a espécie, i.e. notas 2 e tics. As notas 2 foram emitidas mais frequentemente em sequências, variando entre duas até 8 notas 2, ou de forma isolada. As notas 2 também foram emitidas como apêndices (prefixo e sufixo) do canto de anúncio (presentes em 8 de 24 cantos, **fig. 96A**), nesse caso mais comumente emitidas após o canto (5 de 8 apêndices); e ainda combinadas a tics. As notas 2 apresentam duração variável (43–221 ms), sendo bastante pulsáteis; a organização temporal dos pulsos é bastante irregular, mas algumas vezes podem ser reconhecidas unidades discretas – i.e. nº de pulsos estimado entre 27–67 (**fig. 96B–D**). A energia está distribuída ao longo de uma faixa contínua do espectro, com a faixa de amplitude de frequência aproximadamente coincidente com a do canto de anúncio, mas com o 1ºPE um pouco mais agudo na nota 2 (**ver Tabela 40 e figs. 95–96**). Os tics foram emitidos isoladamente, em sequência de tics, ou ainda pré- ou pós- nota 2. A faixa de frequência ocupada no espectro é similar ao canto de anúncio e a nota 2; o 1ºPE é coincidente com o do canto, ambos sendo mais grave em relação ao 1ºPE da nota 2.

- Comparações acústicas entre populações e diversidade críptica

Durante os trabalhos de campo do presente estudo foi amostrada uma população dentro dos domínios da Mata Atlântica, i.e. Ubatuba, estado de São Paulo, cuja morfologia externa é bastante similar a *S. trapicheiroi*. A seguir forneço uma breve descrição do canto de anúncio dessa população, i.e. *Scinax trapicheiroi* ‘Ubatuba’.

O canto possui em média duração de 932 ms e 11,0 pulsos, sendo bastante variável nessas características; a taxa de emissão é de cerca de 3,3 cantos/min. Os pulsos possuem intensidade bem fraca na maior parte do canto, apresentando modulação ascendente abrupta próxima ao final do canto. O canto apresenta estrutura espectral complexa, mas não podem ser identificadas faixas de frequência harmonicamente relacionadas (**figs. 97–98**). A energia do canto está distribuída entre 2,16–7,00 kHz – 1ºPE em 3,36 kHz. Cada pulso apresenta oscilações aproximadamente regulares internamente; os pulsos possuem duração de $47,1 \pm 5,6$ ms (taxa de repetição baixa de 21,8 pulsos/seg.), e intervalo de $45,4 \pm 7,2$ ms entre pulsos.

Scinax trapicheiroi ‘Ubatuba’ é claramente distinguida de *S. trapicheiroi* pelo padrão de modulação ascendente do canto, envelope dos pulsos apresentando maior regularidade, taxa

de repetição de pulsos muito menor, e pulsos e intervalo entre pulsos consideravelmente mais longos – i.e. aproximadamente três vezes maior em relação a *S. trapicheiroi*.

Assim, as diferenças reportadas entre os cantos de *S. trapicheiroi* e da nova população registrada no estado de São Paulo fornecem suporte acústico robusto para o reconhecimento de *S. trapicheiroi* ‘Ubatuba’ como uma provável espécie válida ainda não descrita do grupo *S. catharinae*.

Tabela 40. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de *Scinax trapicheiroi* e de uma população encontrada no estado de São Paulo, *Scinax* sp. ‘Ubatuba’. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Species	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>S. trapicheiroi</i> *	5 (1)	702 ± 221 (307 – 1077) [24]	21.5 ± 5.8 (11 – 33) [24]	32.4 ± 1.9 (27.9 – 36.3) [24]	82.6 ± 9.5 (55.6 – 111) [50]	1.43 ± 0.41 – 6.46 ± 0.80 [21]	2.46 ± 0.24 – 4.08 ± 0.46 [21]	3.25 ± 0.27 [21]	2.75 ± 0.11 [18]	0.69 ± 0.13 (0.40 – 1.14) [50]	1.9 ± 0.7 (1.0 – 2.5) [4]	27.0–27.3
<i>S. trapicheiroi</i> nota 2	4	98.4 ± 4.9 (43 – 221) [44]	40.3 ± 5.5 (27 – 67) [44]			1.61 ± 0.50 – 6.56 ± 0.93 [29]	2.58 ± 0.25 – 4.29 ± 0.33 [29]	3.44 ± 0.15 [29]	2.93 ± 0.40 [20]		7.2 ± 3.4 (3.0 – 10.7) [4]	
<i>S. trapicheiroi</i> Tic	1	11.0 ± 3.2 (7 – 15) [8]	1 ± 0 [10]			1.56 ± 0.51 – 6.74 ± 1.20 [12]	3.04 ± 0.15 – 4.60 ± 0.52 [12]	3.26 ± 0.25 [10]				
<i>S. trapicheiroi</i> ‘Ubatuba’ Ubatuba, SP	5 (1)	932 ± 588 (162 – 2264) [23]	11.0 ± 6.2 (3 – 26) [23]	78.7 ± 13.9 (54.0 – 90.9) [23]	21.8 ± 2.4 (16.4 – 26.3) [39]	2.16 ± 0.21 – 7.00 ± 0.71 [12]	2.68 ± 0.08 – 4.26 ± 0.24 [12]	3.36 ± 0.12 [19]	3.23 ± 0.33 [15]	1.12 ± 0.29 (0.65 – 1.79) [39]	3.3 ± 3.7 (0.6 – 8.8) [4]	23.1 ± 0.9 22.3–24.0

* População próxima a localidade tipo, i.e. Maciço da Tijuca, São Conrado, RJ.

Figura 94. Canto de anúncio de *S. trapicheiroi*: **A**- oscilograma de dois cantos em sequência (intervalo de tempo arbitrário entre eles); **B**- oscilograma de um único canto (segundo canto de A) com maior resolução; **C**- secção do canto em A (151 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D**- espectro de força e **E**- espectrograma do canto representado em B. Maciço da Tijuca (São Conrado), Rio de Janeiro; RJar 27,3°; 03:18 h. Dezembro/2011. Arquivo sonoro: *Scinax_trapicheiroi*RioRJ12aLM_AAGmt_2m24,1s. FFT=1024. Espécime não coletado.

Figura 95. Canto de anúncio de *Scinax trapicheiroi* (mesmo canto representado em B e E na figura anterior). Acima oscilograma, abaixo espectrograma, e à esquerda na figura espectro de força correspondente aos dois pulsos do canto selecionados. As linhas horizontais no espectrograma correspondem às faixas de frequências esperadas em um canto com estrutura harmônica. Mesmos dados da **fig. 94**. (FFT=1024) (Avisoft).

Figura 96. Vocalizações do repertório de *Scinax trapicheiroi*: **A-** oscilograma de uma nota 2 (n 2), seguida pelo canto de anúncio, e outra nota 2; **B-** secção mostrando detalhes da nota 2 emitida após o canto de anúncio em A; **C-** oscilograma de uma sequência de três notas 2; **D-** oscilograma de uma nota 2 seguida por dois tics (intervalo de tempo arbitrário entre essas vocalizações); **E-** espectrograma das vocalizações representadas em D. Mesmos dados da figura anterior. FFT=256.

Figura 97. Canto de anúncio de *S. trapicheiroi* 'Ubatuba': **A-** oscilograma de dois cantos em sequência (intervalo de tempo arbitrário entre eles), ambos seguidos de tic; **B-** oscilograma com maior resolução de um único canto (primeiro de A), seguido de dois tics; **C-** secção do canto em A (210 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força apenas do canto de B (canto inteiro) e **E-** espectrograma da secção representada em B. Ubatuba, São Paulo; ar 22,3°; 21:20 h. Dezembro/2010. Arquivo sonoro: *Scinax_cf_humilisUbatubaSP14aAAGmt_33,5s*. FFT=1024. Espécime não coletado.

Figura 98. Secção representada em B da figura anterior, i.e. parte final do canto de anúncio e dois tics de *Scinax trapicheiroi* 'Ubatuba'. Acima oscilograma, abaixo espectrograma, e à esquerda na figura espectro de força correspondente aos dois pulsos do canto selecionados. As linhas horizontais no espectrograma correspondem às faixas de frequências esperadas em um canto com estrutura harmônica. Mesmos dados da **fig. 97**. (FFT=1024) (Avisoft).

- Espécie críptica não relacionada a nenhuma espécie nominal do grupo *S. catharinae*

Durante os trabalhos de campo do presente estudo foi amostrada uma população no município de Cumari, estado de Goiás, dentro do bioma Cerrado, em Floresta de Galeria. As características acústicas desta população não podem ser reconhecidas como pertencentes a nenhuma espécie nominal do grupo descrita até o momento que ocorre no Cerrado. Abaixo forneço uma breve descrição do canto de anúncio dessa população, e valores numéricos para duas outras notas registradas do repertório acústico (ver **Tabela 41**).

- *Scinax* sp. ‘Cumari’ (Tabela 41; fig. 99)

Seis espécimes dessa população foram registrados no município de Cumari/GO.

O canto possui em média duração de 1,273 seg., e 11,7 pulsos; a taxa de emissão é de cerca de 4 cantos/min. A energia do canto está distribuída entre 2,00–5,41 kHz e a frequência enfatizada ocupa uma faixa estreita do espectro entre 2,48–3,63 kHz – o 1ºPE está em 3,11 kHz (dominante em 91% dos cantos, 30 de 33) e o 2ºPE em 2,71 kHz. Os pulsos possuem duração de $35,9 \pm 4,2$ ms (taxa de repetição baixa de 28,4 pulsos/seg.), e intervalo de $71,6 \pm 6,4$ ms entre pulsos. O envelope de onda dos pulsos, a duração dos pulsos e do intervalo entre pulsos apresentou grande variação nos três indivíduos registrados.

- Comparações acústicas entre espécies/populações do bioma Cerrado

Atualmente são reconhecidas 31 espécies nominais para o grupo *S. catharinae* (clado *S. catharinae* exceto grupo *S. perpusillus*), i.e. *S. agilis* (Cruz & Peixoto, 1983), *S. albicans*, *S. angrensis* (B. Lutz, 1973), *S. argyreornatus* (Miranda-Ribeiro, 1926), *S. ariadne* (Bokermann, 1967), *S. aromothyella*, *S. berthae*, *S. brieni* (De Witte, 1930), *S. canastrensis*, *S. carnevallii* (Caramaschi & Kisteumacher, 1989), *S. catharinae*, *S. centralis* Pombal & Bastos, 1996, *S. flavoguttatus* (Lutz & Lutz, 1939), *S. heyeri* (Peixoto & Weygoldt, 1986), *S. hiemalis*, *S. humilis* (Lutz, 1954), *S. jureia* (Pombal & Gordo, 1991), *S. kautskyi* (Carvalho-e-Silva & Peixoto, 1991), *S. littoralis* (Pombal & Gordo, 1991), *S. longilineus*, *S. luizotavioi* (Caramaschi & Kisteumacher, 1989), *S. machadoi* (Bokermann & Sazima, 1973), *S. muriciensis* Cruz, Nunes & Lima, 2011, *S. obtriangulatus* (Lutz, 1973), *S. ranki* (Andrade & Cardoso, 1987), *S. rizibilis* (Bokermann, 1964), *S. skaios* Pombal, Carvalho, Canelas & Barros, 2010, *S. skuki* Lima, Cruz & Azevedo, 2011, *S. strigilatus* (Spix, 1824), *S. trapicheiroi* e *S. tripui* Lourenço,

Nascimento & Pires, 2009 (ver Tabela 2 para mais detalhes).

Destas espécies, apenas *S. canastrensis*, *S. centralis*, *S. luizotavioi* (ambiente de transição Cerrado-Mata Atlântica), *S. machadoi* e *S. skaios* são conhecidas do Cerrado, i.e. da fito-fisionomia Floresta de Galeria. Características do canto de anúncio disponíveis na literatura para estas espécies estão fornecidas na Tabela 41 para comparações – exceção de *S. canastrensis*, i.e. dados do presente estudo.

O canto da população de Cumari (GO) difere dos cantos de *S. canastrensis*, *S. centralis* e *S. luizotavioi* por ser mais longo (1.273 ms vs. ≤ 612 ms; médias combinadas das espécies), apresentar maior nº de pulsos (11,7 vs. $\leq 9,9$), maior valor para a relação duração canto/nº de pulsos (109 ms vs. ≤ 91 ms) e menor taxa de repetição de pulsos/seg. (28,4 vs. $\geq 32,3$). Adicionalmente, *Scinax* sp. ‘Cumari’ possui o canto mais grave do que *S. centralis* (1ºPE= 3,11 kHz vs. 4,16 kHz), *S. luizotavioi* (3,34 kHz) e em relação a *S. machadoi* (ca. 3,50 kHz). Em relação a *S. skaios*, *Scinax* sp. ‘Cumari’ apresenta o canto consideravelmente mais agudo (3,11 kHz vs. 2,21– 2,24 kHz), mais curto (1,27 seg. vs. 6,16 seg.), com menor nº de pulsos (11,7 vs. 57,5), e menor taxa de repetição de pulsos/seg. (28,4 vs. 37,5).

As diferenças consideráveis encontradas no canto de *Scinax* sp. ‘Cumari’ em relação as espécies do grupo *S. catharinae* conhecidas do Cerrado fornecem suporte acústico robusto para o reconhecimento dessa população como uma espécie válida ainda não descrita para o grupo.

Tabela 41. Sumário dos caracteres numéricos das vocalizações de uma população encontrada no estado de Goiás, *Scinax* sp. ‘Cumari’ e *S. centralis* (dados da literatura). Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). Tamanho amostral de cada característica medida está entre colchetes.

Species	♂♂ (t)	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Pulsos/seg.	Amplitude Freq. (kHz)	Freq. Dom. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Dur. Pulso / Interv. Pulso	Cantos/min.	T °C (ar)
<i>Scinax</i> sp. ‘Cumari’ Cumari, GO	6 (1)	1273 ± 374 (391 – 2222) [43]	11.7 ± 3.7 (4 – 21) [43]	108.6 ± 7.2 (97.8 – 131.2) [43]	28.4 ± 3.1 (21.7 – 34.5) [70]	2.00 ± 0.08 – 5.41 ± 0.54 [32]	2.48 ± 0.17 – 3.63 ± 0.19 [32]	3.11 ± 0.18 [33]	2.71 ± 0.24 [15]	0.51 ± 0.06 (0.34 – 0.66) [70]	4.0 ± 1.9 (2.6 – 7.8) [6]	18.5 ± 5.0 15.0–25.0
<i>Scinax</i> sp. ‘Cumari’ nota 2	5	595 ± 253 (290 – 1228) [18]	63.1 ± 25.4 (26 – 120) [15]			1.91 ± 0.19 – 5.00 ± 0.71 [16]		3.11 ± 0.24 [14]	2.66 ± 0.05 [7]		9.9 ± 4.4 (3.3 – 13.3) [4]	
<i>Scinax</i> sp. ‘Cumari’ tic	4	55.3 ± 6.2 (46 – 68) [13]	1 ± 0 [13]			1.84 ± 0.12 – 5.82 ± 0.77 [9]		2.90 ± 0.21 [10]				
<i>S. canastrensis</i> presente estudo	4 (3)	612 ± 120 (472 – 1030) [22]	9.9 ± 1.7 (8 – 16) [22]	61.3 ± 2.5 (56.8 – 64.4) [22]	40.6 ± 2.9 (31.3 – 50.0) [38]	1.62 ± 0.26 – 6.00 ± 0.65 [22]	2.19 ± 0.20 – 3.66 ± 0.41 [20]	3.04 ± 0.30 [20]	2.58 ± 0.30 [20]	0.68 ± 0.03 (0.48 – 0.95) [38]	4.80 ± 5.3 (1.4 – 12.6) [4]	20.4 ± 0.5 20.0–21.0
<i>S. centralis</i> ¹ canto de anúncio	23	589 ± 134 (390 – 909)	6.5 ± 2 (1 – 10) = notas	90.6*	32.3*			4.16 ± 0.37 (3.49 – 4.89)				
<i>S. machadoi</i> ²	1		(6 – 7) = notas				ca. 3.50					
<i>S. luizotavioi</i> ³	3	270 ± 100 (120 – 490) [19]	(2 – 6) [19]		90.9*	2.20 ± 0.13 – 4.48 ± 0.32	3.34 ± 0.04 2.76–4.13			0.12*		7.5
<i>S. skaioi</i> ⁴ Santa Rita do Novo Destino, GO	2	6,16* (4,42 – 7,90) [2]	57.5* (42 – 73) [2] = notas	107.1* (105.2–108.2)	37.0*		2.21–2.24			0.31		23.5

¹ Bastos *et al.*, (2011); ² Bokermann & Sazima (1973); ³ Lourenço *et al.*, (2009); ⁴ Pombal *et al.*, (2010). ¹ duração do pulso 31±2 ms (20–36 ms); ³ duração do pulso 11±3 ms (5–18 ms); intervalo 95±18 ms (78–172 ms); ⁴ duração do pulso 27±12 ms (13–56 ms); intervalo 87±53 ms (36–168 ms); * calculado a partir dos valores informados.

Figura 99. Canto de anúncio de *Scinax* sp. 'Cumari': **A-** oscilograma de dois cantos em sequência (intervalo de tempo arbitrário entre os cantos); **B-** oscilograma com maior resolução de um único canto (segundo canto representado em A); **C-** secção do canto em A (151 ms) mostrando detalhes da forma de onda dos pulsos; **D-** espectro de força e **E-** espectrograma do canto representado em B. Fazenda Limoeiro, Cumari, Goiás; ar 15,0°; 05:40 h. Junho de 2011. Arquivo sonoro: *Scinax_centralCumariGO4aAAGmt_1m07s*. FFT=256. Espécime não coletado.

Coeficiente de Variação dos Caracteres Acústicos de espécies de *Scinax*

O coeficiente de variação (CVs) de 13 caracteres do canto de anúncio foi calculado para 24 espécies/populações ($n \geq 4$ indivíduos em cada) do gênero *Scinax* estudadas no presente trabalho (**ver descrições acima**), sendo 19 destas pertencentes ao clado *S. ruber* e 5 espécies/populações do grupo *S. catharinae* (**valores sumarizados na Tabela 42**). Características acústicas com baixo CV, consideradas aqui como CVs $\leq 7,2\%$ foram classificadas como propriedades estáticas do canto; CVs entre $\geq 7,3\%$ e próximo a 15% como propriedades intermediárias; e CVs $\geq 15,5\%$ como propriedades dinâmicas – esses critérios são amplamente empregados na literatura na caracterização acústica do canto de anuros, e.g. Gerhardt (1991); Castellano & Giacoma (1998); Tárano (2010) e Gerhardt & Huber (2002).

As características do canto de anúncio que se comportaram como características estáticas para a maioria das espécies analisadas foram o 1ºPE, 2ºPE, duração canto/nº pulsos, freq. mínima, freq. máxima e taxa de repetição de pulsos $\rightarrow$ i.e. ordem crescente de variação (**ver Tabela 42**).

O 1º PE e 2º PE do canto são propriedades estáticas para 21 spp. (i.e.as mesmas espécies para as duas variáveis), com exceção de *S. longilineus* e *S. catharinae* $\rightarrow$ o 1ºPE é intermediário nessas espécies, e o 2ºPE dinâmico. O 1ºPE apresentou menor CV em relação ao 2ºPE para todas as espécies, com exceção de *S. ruber* ‘Manaus’ e *S. maracaya* (**ver figs. 102–103**).

A razão duração canto/nº pulsos é uma propriedade estática para 20 das 24 espécies analisadas, com exceção de *S. nasicus* (clado *S. ruber*), *S. catharinae* (clado *S. catharinae*) e *S. longilineus* (clado *S. catharinae*), nas quais apresenta variabilidade intermediária (**ver fig. 101**).

A freq. mínima e a freq. máxima do canto são propriedades estáticas para todas as espécies do grupo *S. ruber* (com exceção da freq. máxima em *S. fuscovarius*); mas para o grupo *S. catharinae*, apenas a freq. máxima em *S. albicans* foi uma propriedade estática (**ver figs. 101–102**).

A taxa de repetição de pulsos/seg. é uma propriedade estática para a maioria das espécies do clado *S. ruber* (16 de 19), com exceção de *S. fuscomarginatus* ‘Pequena’, *S. nasicus* e *S. nebulosus*; e intermediária ou dinâmica para as espécies do grupo *S. catharinae* (**ver fig. 103**).

As características duração do canto e número de pulsos/canto foram principalmente

propriedades estáticas e/ou dinâmicas para a maioria das espécies (**ver fig. 100**), i.e. nº pulsos por canto foi estática para 10 spp., e intermediária para outras 10 spp.; e a duração do canto foi uma propriedade estática para 6 spp., e intermediária para 15 spp.

As demais características analisadas – i.e. (%) da duração até a amplitude máxima do canto, duração do pulso/intervalo entre pulsos, intervalo entre pulsos, (%) da duração até a amplitude máxima do pulso, cantos/min., e intervalo entre cantos (i.e. ordem crescente de variação) – foram propriedades principalmente intermediárias e/ou dinâmicas do canto (**ver Tabela 42**).

A taxa de repetição de pulsos, que é considerada uma propriedade estática do canto da maioria das espécies de anuros com dados disponíveis até o momento – $CV \leq 5,8\%$ (ver revisão em Tárano, 2010 e referências no trabalho; e Gerhardt & Huber, 2002) – foi uma propriedade estática em apenas 70% das espécies de *Scinax* do presente estudo (incluindo quatro espécies com CVs entre 5,9% e 7,2%).

Apesar do pequeno tamanho amostral para o clado *S. catharinae* (i.e. 4 espécies/populações do grupo *S. catharinae*), é possível identificar uma clara diferença no nível de variação em algumas características do canto nesse grupo (i.e. maiores CVs) em relação às espécies do clado *S. ruber* estudadas – e.g. duração do canto, nº de pulsos/canto (**fig. 100**), 1ºPE (**fig. 102**), 2ºPE (**fig. 103**), taxa de repetição de pulsos (**fig. 103**) e intervalo entre cantos (**ver Tabela 42**) – o que é altamente sugestivo de um efeito de clado na maior ou menor variabilidade destas características.

Tabela 42. Coeficiente de variação (CVs) de 14 caracteres acústicos do canto de anúncio de 24 espécies/populações do gênero *Scinax* (algumas não descritas). Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–). (N) representa o número de machos gravados considerado no cálculo. Em negrito estão destacados os CVs mais baixos das variáveis, i.e. $\leq 7,2\%$, consideradas como propriedades estáticas do canto das espécies.

	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	% Tempo Amplitude Máxima Canto	Freq. Mín. (kHz)	Freq. Máx. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Pulsos/seg.	Interv. Pulsos	Dur. Pulso / Interv. Pulso	% Tempo Amplitude Máxima Pulso	Interv. cantos	Canto /min.
<i>S. boesemani</i> (N = 10)	0.9 ± 0.4 0.6 – 1.8	33.3 ± 18.4 15 – 69	32.9 ± 18.1 15.2 – 69.4	24.4 ± 14.1 2.5 – 42.3	5.9 ± 4.8 0.0 – 13.9	3.0 ± 2.0 0.8 – 7.4	2.9 ± 4.7 0.4 – 14.2	3.4 ± 2.9 0.3 – 8.4	4.1 ± 1.7 1.7 – 7.9	14.9 ± 6.2 0.0 – 21.7	17.0 ± 7.0 2.8 – 28.3	5.8 ± 2.1 1.7 – 9.3	37.3 ± 23.8 6.1 – 75.5	59.7
<i>S. crospedospilus</i> (N = 6)	2.0 ± 1.1 0.6 – 3.3	4.3 ± 4.4 0.6 – 12.1	4.6 ± 5.5 0.0 – 13.1	18.0 ± 5.2 12.6 – 26.4	1.1 ± 1.2 0.0 – 2.3	3.1 ± 2.7 0.9 – 8.1	0.8 ± 0.2 0.6 – 1.1	5.7 ± 4.1 0.4 – 8.9	5.4 ± 1.7 3.0 – 7.3	28.6 ± 8.3 16.1 – 38.8	32.8 ± 10.8 16.9 – 49.4	43.7 ± 38.1 3.0 – 94.7	47.5 ± 39.8 7.4 – 111.7	41.5
<i>S. caldarum</i> (N = 8)	1.1 ± 0.4 0.7 – 1.9	7.9 ± 2.7 3.7 – 10.3	7.2 ± 2.5 3.3 – 11.0	24.3 ± 7.4 14.3 – 32.6	2.5 ± 2.0 1.1 – 5.9	1.5 ± 1.1 0.6 – 3.8	0.9 ± 0.6 0.3 – 2.1	2.1 ± 1.6 0.6 – 5.1	5.9 ± 0.9 4.2 – 7.0	10.9 ± 3.8 6.6 – 17.8	14.2 ± 4.2 9.2 – 22.1	8.3 ± 2.4 4.2 – 12.5	21.4 ± 9.6 9.1 – 32.8	29.0
<i>S. duartei</i> ‘Bocaina’ (N = 8)	0.9 ± 0.3 0.6 – 1.5	7.4 ± 2.2 4.9 – 10.7	7.0 ± 2.0 4.1 – 10.1	14.4 ± 7.5 7.4 – 28.2	4.9 ± 4.4 0.0 – 11.1	4.7 ± 2.8 0.8 – 8.1	0.7 ± 0.3 0.3 – 1.2	0.9 ± 0.4 0.4 – 1.7	5.8 ± 4.0 2.3 – 15.2	8.3 ± 4.5 3.0 – 17.9	11.0 ± 7.4 3.9 – 26.8	6.9 ± 2.1 3.6 – 9.6	15.8 ± 4.4 12.5 – 24.4	21.9
<i>S. cuspidatus</i> (N = 6)	3.0 ± 0.7 2.2 – 4.0	4.0 ± 1.1 2.2 – 5.3	4.9 ± 1.1 3.6 – 6.1	18.1 ± 4.6 11.6 – 21.5	1.1 ± 1.8 0.0 – 4.2	2.8 ± 0.9 1.5 – 3.6	0.7 ± 0.1 0.5 – 0.8	0.6 ± 0.2 0.3 – 0.8	5.6 ± 1.6 4.1 – 7.4	17.6 ± 2.8 14.6 – 20.2	21.5 ± 4.1 17.8 – 25.9	42.6 ± 9.2 33.1 – 51.4	30.7 ± 20.3 16.9 – 60.8	54.3
<i>S. elaeochrous</i> (N = 5)	2.3 ± 0.7 1.5 – 3.3	13.4 ± 2.8 9.6 – 15.9	12.2 ± 3.0 8.6 – 15.2	18.7 ± 10.3 7.1 – 26.9	6.9 ± 6.3 1.9 – 17.8	7.2 ± 3.2 4.4 – 11.9	1.1 ± 0.6 0.5 – 2.0	2.7 ± 2.4 0.7 – 6.8	5.7 ± 1.9 4.0 – 8.1	18.2 ± 4.8 11.6 – 22.8	24.8 ± 6.0 16.5 – 30.7	6.7 ± 1.9 5.1 – 8.8	33.6 ± 38.8 10.2 – 102.3	22.9
<i>S. fuscomarginatus</i> (N = 6)	1.9 ± 0.8 0.6 – 3.2	4.1 ± 2.0 2.2 – 7.1	4.3 ± 2.3 1.8 – 8.2	10.4 ± 3.6 6.5 – 17.3	2.9 ± 1.7 1.2 – 5.1	0.9 ± 0.7 0.3 – 2.1	4.6 ± 4.5 0.3 – 12.5	4.2 ± 4.9 0.4 – 12.4	5.7 ± 4.6 0.0 – 11.3	16.5 ± 15.2 0.0 – 35.7	21.3 ± 17.1 0.0 – 37.4	33.4 ± 2.2 30.0 – 35.2	32.0 ± 12.8 22.6 – 46.6	46.6
<i>S. fuscomarginatus</i> ‘Pequena’ (N = 6)	1.3 ± 0.6 0.7 – 2.0	3.1 ± 0.9 1.3 – 3.7	3.2 ± 0.9 1.9 – 4.1	11.3 ± 1.9 8.3 – 13.1	3.2 ± 1.3 1.3 – 4.5	1.1 ± 0.8 0.3 – 2.1	2.6 ± 3.0 0.6 – 8.6	3.4 ± 4.7 0.6 – 12.7	8.0 ± 8.3 0.0 – 22.1	10.6 ± 6.2 0.0 – 17.3	16.1 ± 9.3 0.0 – 25.6	35.8 ± 5.7 27.2 – 45.1	23.1 ± 7.5 12.9 – 29.5	9.5
<i>S. fuscovarius</i> (N = 6)	0.9 ± 0.2 0.6 – 1.2	8.1 ± 2.3 4.7 – 11.4	7.9 ± 2.2 5.2 – 11.4	24.3 ± 11.1 12.8 – 42.7	5.0 ± 1.1 3.3 – 5.7	8.4 ± 7.6 0.6 – 18.8	1.0 ± 0.9 0.0 – 2.6	2.7 ± 1.6 1.0 – 4.0	2.6 ± 1.9 2.0 – 5.2	16.6 ± 8.1 10.2 – 31.6	18.0 ± 10.6 6.5 – 37.2	8.8 ± 8.8 3.7 – 23.7	25.8 ± 7.1 15.6 – 31.2	33.1

Tabela 42. Continuação. Coeficiente de variação de 14 caracteres acústicos do canto de anúncio de 23 espécies do gênero *Scinax* (algumas não descritas). Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–).

	Dur. Canto (ms) / N° pulsos	Dur. Canto (ms)	N° Pulsos	% Tempo Amplitude Máxima Canto	Freq. Mín. (kHz)	Freq. Máx. (kHz)	1°PE (kHz)	2°PE (kHz)	Pulsos/se g.	Interv. Pulsos	Dur. Pulso / Interv. Pulso	% Tempo Amplitude Máxima Pulso	Interv. cantos	Canto /min.
<i>S. granulatus</i> (N = 7)	2.0 ± 1.6 0.6 – 5.5	11.2 ± 2.6 7.3 – 13.6	11.3 ± 3.1 6.9 – 14.9	10.8 ± 3.5 6.1 – 14.4	6.9 ± 4.7 0.0 – 12.3	3.6 ± 1.4 1.5 – 6.2	1.3 ± 1.1 0.5 – 3.7	2.7 ± 2.8 0.4 – 7.1	5.1 ± 3.1 2.4 – 8.2	15.0 ± 5.6 8.7 – 21.4	18.2 ± 8.6 9.1 – 27.5	8.5 ± 7.8 4.5 – 20.2	31.7 ± 21.3 14.7 – 72.9	15.4
<i>S. hayii</i> (N = 4)	1.0 ± 0.5 0.6 – 1.6	12.4 ± 6.6 5.0 – 20.8	12.1 ± 5.9 5.3 – 19.4	15.5 ± 6.8 9.6 – 23.7	1.0 ± 1.1 0.0 – 5.1	6.7 ± 6.2 0.0 – 13.5	1.3 ± 0.9 0.4 – 2.6	1.9 ± 2.1 0.4 – 5.0	5.7 ± 2.9 2.8 – 9.3	25.5 ± 6.0 19.6 – 32.0	37.6 ± 13.3 22.6 – 52.8	20.9 ± 8.0 9.0 – 26.5	48.1 ± 7.8 39.6 – 54.9	26.1
<i>S. hayii</i> ‘Bocaina’ (N = 8)	1.1 ± 0.4 0.6 – 1.9	7.1 ± 3.4 1.1 – 11.1	6.9 ± 3.5 0.0 – 10.1	27.6 ± 19.5 6.4 – 63.8	4.8 ± 4.6 0.0 – 13.6	2.4 ± 1.4 0.6 – 4.9	1.5 ± 0.4 1.0 – 2.3	2.1 ± 1.8 0.3 – 4.9	3.4 ± 1.5 1.8 – 5.5	11.9 ± 6.9 0.0 – 23.1	13.4 ± 7.8 1.8 – 27.1	7.1 ± 3.3 3.0 – 13.3	17.2 ± 7.7 11.0 – 29.5	16.5
<i>S. maracaya</i> (N = 9)	1.1 ± 0.3 0.6 – 1.4	15.2 ± 7.4 5.9 – 26.3	14.6 ± 7.5 5.3 – 25.5	28.1 ± 11.9 13.8 – 50.1	6.8 ± 5.0 0.0 – 13.7	2.2 ± 2.5 0.4 – 8.0	2.4 ± 2.5 0.4 – 7.6	1.0 ± 0.5 0.3 – 1.6	5.9 ± 2.6 2.6 – 9.3	14.5 ± 8.6 5.0 – 23.2	17.6 ± 9.9 6.2 – 29.2	5.9 ± 1.9 3.0 – 7.7	19.2 ± 5.8 10.6 – 27.2	32.6
<i>S. nasicus</i> (N = 4)	= call dur.	8.5 ± 2.9 5.4 – 11.6	0 ± 0	7.7 ± 1.9 6.5 – 9.8	1.9 ± 2.5 0.0 – 5.1	2.0 ± 1.1 0.4 – 3.1	0.5 ± 0.1 0.5 – 0.6	1.9 ± 2.1 0.3 – 4.3	8.8 ± 2.7 5.8 – 11.6	N.A.	N.A.	= % Tempo Amplitude Máxima Canto	18.4 ± 6.2 9.5 – 22.8	16.1
<i>S. perereca</i> (N = 4)	1.2 ± 0.4 0.8 – 1.6	10.3 ± 5.2 5.8 – 15.9	10.3 ± 5.1 5.8 – 15.3	17.1 ± 4.5 12.2 – 23.1	2.9 ± 3.1 0.0 – 7.2	5.3 ± 3.5 1.5 – 8.6	1.6 ± 0.2 1.3 – 1.9	4.2 ± 4.4 0.9 – 10.4	6.2 ± 3.2 2.6 – 10.3	33.9 ± 6.5 24.2 – 38.3	32.6 ± 14.5 14.6 – 48.5	9.9 ± 2.8 7.1 – 13.4	46.5 ± 29.0 24.9 – 79.5	22.5
<i>S. ruber</i> ‘Manaus’ (N = 9)	1.6 ± 0.5 0.6 – 2.1	13.9 ± 6.2 7.7 – 23.8	13.3 ± 5.9 7.3 – 22.0	22.7 ± 14.6 6.8 – 45.4	3.4 ± 2.1 0.0 – 6.0	5.2 ± 3.8 0.5 – 10.5	5.8 ± 7.2 0.5 – 19.8	3.8 ± 2.9 0.5 – 9.0	4.2 ± 3.3 0.0 – 10.3	20.4 ± 8.7 9.4 – 34.8	27.0 ± 13.7 7.4 – 48.1	4.0 ± 2.7 0.0 – 8.6	48.7 ± 34.3 15.6 – 127.8	33.5
<i>S. squalirostris</i> (N = 10)	3.8 ± 1.4 1.9 – 6.2	4.0 ± 1.7 1.2 – 7.4	3.8 ± 2.0 2.0 – 8.8	19.9 ± 5.8 10.9 – 29.3	3.5 ± 1.4 1.2 – 6.4	2.9 ± 1.7 1.3 – 7.1	1.3 ± 0.6 0.5 – 2.5	1.8 ± 0.8 0.3 – 2.8	5.8 ± 1.3 3.6 – 7.4	10.5 ± 2.9 6.2 – 13.8	11.2 ± 4.4 3.9 – 21.1	12.8 ± 2.8 8.6 – 17.0	10.3 ± 3.5 6.4 – 17.5	5.9
<i>S. x-signatus</i> (N = 6)	1.6 ± 0.7 0.8 – 2.8	8.1 ± 2.7 6.3 – 13.5	7.1 ± 2.3 5.6 – 11.7	48.4 ± 21.3 24.0 – 84.1	3.2 ± 4.7 0.0 – 12.0	4.4 ± 3.3 1.3 – 10.1	2.9 ± 3.9 0.0 – 10.7	5.4 ± 5.7 0.3 – 11.9	7.1 ± 3.5 3.6 – 12.8	15.7 ± 8.1 10.0 – 31.2	22.8 ± 13.9 9.1 – 43.0	8.2 ± 3.6 4.4 – 14.5	64.7 ± 21.2 36.4 – 98.8	30.5
<i>S. nebulosus</i> (N = 4)	1.9 ± 0.6 1.5 – 2.8	14.1 ± 2.5 12.6 – 17.2	13.2 ± 3.3 9.6 – 17.2	10.7 ± 1.4 9.2 – 12.5	2.8 ± 2.1 1.4 – 5.8	2.6 ± 2.3 0.5 – 4.7	3.2 ± 2.5 0.9 – 6.7	6.5 ± 4.0 1.3 – 10.7	10.5 ± 4.7 5.9 – 16.8	17.3 ± 2.3 15.2 – 20.6	25.2 ± 9.9 15.7 – 35.5	20.2 ± 5.3 15.2 – 25.8	30.7 ± 14.6 21.4 – 52.5	7.8

N.A. caráter não se aplica a espécie.

Tabela 42. Continuação. Coeficiente de variação de 14 caracteres acústicos do canto de anúncio de 23 espécies do gênero *Scinax* (algumas não descritas). Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Amplitude é dada usando o símbolo (–).

	Dur. Canto (ms) / Nº pulsos	Dur. Canto (ms)	Nº Pulsos	% Tempo Amplitude Máxima Canto	Freq. Min. (kHz)	Freq. Máx. (kHz)	1ºPE (kHz)	2ºPE (kHz)	Pulsos/seg.	Interv. Pulsos	Dur. Pulso / Interv. Pulso	% Tempo Amplitude Máxima Pulso	Interv. cantos	Canto /min.
<i>S. albicans</i> (N = 5)	1.8 ± 1.3 0.3 – 3.5	7.8 ± 4.4 0.9 – 13.0	7.2 ± 4.8 0.0 – 12.7	13.4 ± 8.4 4.5 – 24.4	8.6 ± 10.4 3.6 – 27.0	6.0 ± 3.9 1.4 – 9.2	3.8 ± 0.7 2.9 – 4.7	6.1 ± 4.7 2.8 – 14.1	10.8 ± 3.7 7.6 – 17.9	7.1 ± 0.8 6.2 – 8.1	14.1 ± 5.0 8.8 – 22.1	12.8 ± 2.7 9.5 – 16.2	–	104.9
<i>S. canastrensis</i> (N = 4)	3.7 ± 2.4 1.7 – 6.9	12.0 ± 7.3 6.4 – 22.7	10.3 ± 6.0 5.1 – 19.0	6.7 ± 4.2 0.7 – 10.1	7.7 ± 2.3 4.7 – 10.3	9.7 ± 3.1 7.0 – 13.6	4.1 ± 2.3 2.2 – 6.7	5.1 ± 2.4 2.9 – 8.5	13.7 ± 4.3 8.8 – 19.2	8.7 ± 2.0 7.3 – 10.2	17.6 ± 3.1 15.1 – 21.8	29.5 ± 10.5 18.9 – 43.8	61.0 ± 31.8 32.9 – 80.3	109.5
<i>S. catharinae</i> (N = 4)	8.0 ± 4.4 3.1 – 13.7	20.2 ± 6.0 12.1 – 24.9	17.8 ± 6.4 11.2 – 26.5	16.3 ± 14.2 4.6 – 37.0	17.9 ± 16.7 3.3 – 32.8	10.4 ± 6.1 4.1 – 18.7	7.8 ± 3.1 3.4 – 10.3	17.3 ± 12.4 3.6 – 27.9	14.0 ± 9.5 4.8 – 26.5	12.0 ± 3.4 9.1 – 15.6	19.5 ± 5.8 12.9 – 25.5	14.0 ± 6.7 9.9 – 24.0	94.9 ± 42.4 55.1 – 142.4	35.0
<i>S. longilineus</i> (N = 5)	11.4 ± 4.9 6.7 – 19.4	41.1 ± 22.7 24.0 – 80.0	32.6 ± 16.5 20.0 – 61.3	9.8 ± 11.8 0.3 – 29.8	12.0 ± 6.0 6.9 – 21.9	16.4 ± 10.5 4.9 – 31.9	8.5 ± 4.1 1.5 – 12.0	15.9 ± 14.6 4.1 – 32.2	18.4 ± 6.7 11.4 – 21.4	15.4 ± 9.7 4.6 – 29.2	21.0 ± 9.4 9.6 – 33.3	19.4 ± 6.4 11.5 – 25.6	113.4 ± 13.2 97.5 – 129.7	38.7

Figura 100. Coeficiente de variação (CV) da duração do canto (**acima**) e do nº de pulsos por canto (**abaixo**) para 24 espécies/populações do gênero *Scinax*, 19 do clado *S. ruber* e 5 pertencentes ao clado *S. catharinae* (ver Tabela 42). As barras verticais representam as médias dos CVs e o intervalo sobre elas o erro padrão da média. CV do nº de pulsos/canto é zero para *S. nasicus* (apenas 1 pulso). *duartei* 'Boc' = *S. duartei* 'Bocaina'; *fuscomarg* = *S. fuscomarginatus*; *fuscom* 'Peq' = *S. fuscomarginatus* 'Pequena'; *hayii* 'Boc' = *S. hayii* 'Bocaina'; *ruber* 'Man' = *S. ruber* 'Manaus'; sp Cumari = *Scinax* sp. 'Cumari' (ver texto para detalhes).

Figura 101. Coeficiente de variação (CV) da razão duração do canto/nº de pulsos (**acima**) e da frequência mínima do canto (**abaixo**) para 24 espécies/populações de *Scinax*, 19 do clado *S. ruber* e 5 do clado *S. catharinae* (**ver Tab. 42**). As barras verticais representam as médias dos CVs e o intervalo sobre elas o erro padrão da média. *duartei* 'Boc' = *S. duartei* 'Bocaina'; *fuscomarg* = *S. fuscomarginatus*; *fuscom* 'Peq' = *S. fuscomarginatus* 'Pequena'; *hayii* 'Boc' = *S. hayii* 'Bocaina'; *ruber* 'Man' = *S. ruber* 'Manaus'; *sp* Cumari = *Scinax* sp. 'Cumari' (**ver texto para detalhes**).

Figura 102. Coeficiente de variação (CV) da frequência máxima do canto (**acima**) e do 1ºPE do canto (**abaixo**) para 24 espécies/populações do gênero *Scinax*, 19 do clado *S. ruber* e 5 pertencentes ao clado *S. catharinae* (**ver Tabela 42**). As barras verticais representam as médias dos CVs e o intervalo sobre elas o erro padrão da média. *duartei* 'Boc' = *S. duartei* 'Bocaina'; *fuscomarg* = *S. fuscomarginatus*; *fuscom* 'Peq' = *S. fuscomarginatus* 'Pequena'; *hayii* 'Boc' = *S. hayii* 'Bocaina'; *ruber* 'Man' = *S. ruber* 'Manaus'; *sp* Cumari = *Scinax* sp. 'Cumari' (**ver texto para detalhes**).

Figura 103. Coeficiente de variação (CV) do 2ºPE do canto (**acima**) e da taxa de repetição de pulsos/seg. (**abaixo**) para 24 espécies/populações do gênero *Scinax*, 19 do clado *S. ruber* e 5 pertencente ao clado *S. catharinae* (**ver Tab. 42**). As barras verticais representam as médias dos CVs e o intervalo sobre elas o erro padrão da média. *duartei* 'Boc' = *S. duartei* 'Bocaina'; *fuscomarg* = *S. fuscomarginatus*; *fuscom* 'Peq' = *S. fuscomarginatus* 'Pequena'; *hayii* 'Boc' = *S. hayii* 'Bocaina'; *ruber* 'Man' = *S. ruber* 'Manaus'; *sp* Cumari = *Scinax* sp. 'Cumari' (**ver texto**).

Figura 104. Coeficiente de variação (CV) da razão entre duração do pulso/intervalo entre pulsos (**acima**) e do intervalo entre pulsos (**abaixo**) para 24 espécies/populações do gênero *Scinax*, 19 do clado *S. ruber* e 5 pertencentes ao clado *S. catharinae* (**ver Tab. 42**). As barras verticais representam as médias dos CVs e o intervalo sobre elas o erro padrão da média. Caracteres não se aplicam a *S. nasicus* (1 pulso no canto). *duartei* 'Boc' = *S. duartei* 'Bocaina'; *fuscomarg* = *S. fuscomarginatus*; *fuscom* 'Peq' = *S. fuscomarginatus* 'Pequena'; *hayii* 'Boc' = *S. hayii* 'Bocaina'; *ruber* 'Man' = *S. ruber* 'Manaus'; sp Cumari = *Scinax* sp. 'Cumari' (**ver texto**).

Discussão

A caracterização acústica detalhada de 40 espécies nominais do clado *Scinax* realizada no presente estudo (i.e. 32 spp. clado *S. ruber*; 8 spp. clado *S. catharinae*) – correspondendo a 36% das espécies atualmente conhecidas do gênero – revelou um profundo impacto dos dados bioacústicos sobre a taxonomia do grupo. Diferenças inter-específicas reportadas nas características do canto de anúncio destas espécies fornecem suporte robusto para a diagnose acústica de quase todas as espécies estudadas, e permitem a diagnose das mesmas em relação às demais espécies do gênero com canto conhecido na literatura. Adicionalmente, foi revelada uma elevada diversidade críptica no gênero, i.e. 33 espécies não descritas (**ver abaixo**).

Os dados acústicos disponíveis no momento não são suficientes para permitir a diagnose segura de *S. imbegue* com relação a *S. alter* na região próxima aos extremos de suas distribuições geográficas, i.e. norte e sul, respectivamente (Pombal *et al.*, 1995b; Nunes *et al.*, 2012; **presente estudo**), e de *S. tigrinus* em relação a *S. maracaya* – embora, neste último caso, isso pareça ser devido a caracterização acústica insuficiente de *S. tigrinus* (Nunes *et al.*, 2010).

(a) Bioacústica em *Scinax*

A revisão acústica aqui realizada para o gênero *Scinax* (**ver Tabela 2 e resultados**) revela que estão disponíveis na literatura dados acústicos para um número elevado de espécies, i.e. 70% das espécies conhecidas de *Scinax* (78 de 111 spp.), embora este conhecimento esteja desigualmente distribuído entre os dois grandes clados do gênero – i.e. informações acústicas reportadas para 87% das espécies nominais do clado *S. ruber* (58 de 67 spp.) e para 44% das espécies nominais do clado *S. catharinae* (20 de 44 spp.).

Apesar deste cenário aparentemente favorável sobre o nível de conhecimento acústico das espécies de *Scinax*, a caracterização acústica do canto de anúncio de 40 espécies nominais do gênero e a avaliação da identidade específica de várias populações através de comparações com dados disponíveis na literatura, revela que na realidade, estas informações são em grande parte, de qualidade bastante limitada, em muitos estudos sendo praticamente anedotais.

Dentre os fatores envolvidos na confiabilidade e utilidade limitada destes dados acústicos para estudos taxonômicos e sistemáticos pode-se citar a falta de informação sobre o tamanho amostral e/ou baixo tamanho amostral (nº de indivíduos gravados e/ou nº de

cantos analisados), e.g. *S. boesemani* (Duellman, 1986); *S. cuspidatus*, *S. eurydice* e *S. fuscovarius* (Pombal et al., 1995b); *S. maracaya* (Cardoso & Sazima, 1980), *S. quinquefasciatus* (Duellman, 1971) e *S. curicica* (Pugliese et al., 2004); o pequeno número de variáveis reportadas na caracterização dos cantos (i.e. de uma a três características acústicas mensuradas), e.g. *S. berthae* (Barrio, 1962), *S. elaeochrous* (Duellman, 1970), *S. machadoi* (Bokermann & Sazima, 1973), *S. squalirostris* (Haddad et al., 1988), *S. albicans* e *S. catharinae* (Heyer, 1980), e *S. pachycrus* (Carneiro et al., 2004); descrição de outros tipos de vocalizações equivocadamente identificadas como o canto de anúncio da espécie, e.g. *S. hiemalis* (Haddad & Pombal, 1987) e *S. strigilatus* (Mendes et al., 2013), ou ainda, a descrição do canto com base em uma combinação de vocalizações diferentes, i.e. *S. albicans* (Heyer, 1980); cantos atribuídos a espécies nominais registrados de populações muito distantes da localidade tipo da espécie, e.g. *S. baumgardneri* (Duellman, 1972b), *S. eurydice* (Pombal et al., 1995b e presente estudo) e *S. garbei* (Duellman, 1972a; Duellman & Wiens, 1993); e a ausência de definição das variáveis acústicas consideradas no estudo e/ou dos métodos de mensuração destas variáveis – i.e. como observado na maioria dos estudos acústicos citados no presente estudo.

Embora alguns destes fatores devam-se, em grande parte, a limitações impostas pelas tecnologias dos equipamentos de gravação e análise de som de décadas passadas, a ausência de definições explícitas das variáveis consideradas no estudo e a ausência de informações sobre como as mesmas foram medidas são comumente encontradas na literatura bioacústica ao longo do tempo. Uma das mais importantes características estimadas do canto de anúncio, i.e. a taxa de repetição de pulsos, permite exemplificar meu ponto de vista. Este é frequentemente um dos caracteres mais relevantes no reconhecimento espécie-específico (Gerhardt & Huber, 2002), sendo amplamente utilizado em estudos taxonômicos na caracterização do canto das espécies.

Embora a maioria dos autores mencionem seguir um ou alguns dos trabalhos clássicos de comunicação em anuros para a mensuração e seleção das variáveis do canto – e.g. Duellman & Trueb (1986) e Gerhardt (1998) – nestes estudos não está definido o modo de se estimar as variáveis. Na realidade, ao menos três formas de se estimar a taxa de repetição de pulsos do canto (= pulsos/seg.) pode ser encontrada na literatura, i.e. baseada na duração dos pulsos (e.g. Magrini et al., 2011; **presente estudo**), com base na duração do período do pulso (e.g. De la Riva et al., 1994; não declarado no estudo), e através da seleção de uma parte do canto ou do canto todo e da contagem do número de pulsos nesse

intervalo de tempo (e.g. Sullivan *et al.*, 2000; McClelland *et al.*, 1998). Apesar de nenhum dos modos de se estimar esta variável ser essencialmente superior aos outros, particularmente válido quando se tratam de cantos com pulsos regularmente distribuídos ao longo do canto, a declaração explícita de como a taxa de repetição de pulsos foi estimada raramente é informada. Em decorrência disto, resultados muito discrepantes podem ser encontrados entre estudos levando a conclusões incorretas devido a questões puramente metodológicas, e.g. comparação do canto de *S. quinquemaculatus* em De la Riva *et al.*, (1997) com o trabalho de Duellman (1971) (ver outros exemplos no presente estudo).

Na prática, quanto maior a duração do intervalo entre pulsos, maior será a diferença entre as estimativas da taxa de repetição de pulsos quando se considera a duração dos pulsos ou o período dos pulsos no cálculo. Apesar de se tratar de uma questão óbvia e simples metodologicamente, quando cantos de espécies/populações descritos na literatura não estão disponíveis para análise, avaliar as diferenças observadas entre estudos torna-se, muitas vezes, inconclusivo.

Embora haja uma longa tradição do uso de dados acústicos como base auxiliar na diagnose das espécies em anuros (e.g. Blair 1955), e mais recentemente seu uso ter se tornado cada vez mais frequente na literatura (e.g. Angulo & Reichle, 2008), em parte devido ao reconhecimento do seu potencial em avaliar e reconhecer espécies crípticas, na prática, de um modo geral, o que se observa é que os dados bioacústicos ainda estão longe de serem tratados com o mesmo rigor dos dados morfológicos (e.g. definição de variáveis e forma de mensuração).

Em suma, a caracterização intensiva dos sinais acústicos para uma proporção significativa das espécies do gênero *Scinax* realizada no presente estudo representa uma contribuição em direção à melhoria da resolução taxonômica das espécies do gênero; a estabilidade na terminologia na descrição do canto de anúncio; uma base de dados de referência para comparações avaliando a identidade específica de populações/espécies acusticamente caracterizadas no futuro, e uma base de dados de elevada qualidade para estudos evolutivos comparados (**Capítulo 2**).

– Fenômenos lineares e não lineares no canto de *Scinax*

As vocalizações dos animais variam desde vibrações das pregas vocais praticamente periódicas, até ruídos turbulentos completamente atonais (= ruidosos). Contudo, entre estes dois extremos há uma grande variedade de dinâmicas não lineares,

e.g. ciclos limites (= sons harmônicos), sub-harmônicos, *sidebands*, bifonação e caos (sons ruidosos, ou principalmente não lineares) (Wilden *et al.*, 1998; Tokudaa *et al.*, 2002; Tysona *et al.*, 2007). Sons do tipo ciclos-limite são compostos por uma freq. fundamental e harmônicos que são múltiplos inteiros dessa frequência, enquanto vocalizações do tipo caos (produzidos por vibrações irregulares das pregas vocais) são observadas no espectrograma como uma ampla faixa de frequência sem a presença de nenhum harmônico particular (para uma revisão ver Tokudaa *et al.*, 2002 e referências citadas no trabalho).

Como modificações no aparato vocal podem produzir variações no padrão de vibração das pregas vocais, e consequentemente na estrutura espectral do canto, a investigação detalhada dos fenômenos não lineares nos cantos das espécies de *Scinax* combinada à caracterização morfológica do aparato vocal, poderá contribuir de forma valiosa para a sistemática do grupo.

A presença de estrutura harmônica nos cantos de anúncio foi previamente reportada para várias espécies de *Scinax* – e.g. *S. boulengeri* (Duellman & Pyles, 1983), *S. garbei* (Duellman, 2005), *S. catharinae* (Heyer, 1980), *S. hiemalis* (Pombal *et al.*, 1995b), *S. quinquefasciatus* (Duellman, 1971) e *S. staufferi* (Duellman, 1970a) – o que não foi confirmado para nenhuma destas espécies no presente trabalho.

A ocorrência de *sidebands* foi identificada por Gerhardt (1998) para algumas espécies de anuros. Como compreendido atualmente, *sidebands* surgem quando a frequência fundamental é modulada em amplitude ou frequência – i.e. representada no espectrograma como faixas de frequências adicionais, acima e abaixo da frequência fundamental (F0), em que a diferença entre a faixa superior de frequência e a F0 é a mesma que aquela entre a faixa inferior de frequência e a F0 (Gerhardt, 1998; Frommolt, 1999). A identificação de *sidebands* nos cantos de *S. crospedospilus* e de *S. hayii* por Heyer *et al.*, (1990) não foi confirmada no presente estudo, o que significa que a ocorrência deste fenômeno não linear (*sidebands*) não é reconhecido até o momento para nenhuma das espécies do gênero.

Apesar de estar além do escopo do presente estudo quantificar a complexidade das vocalizações no gênero *Scinax*, e.g. proporção entre energia harmônica (linear) e não-harmônica (não linear) nas vocalizações, ao menos os dois extremos das categorias dos sistemas dinâmicos foram identificados no grupo: cantos com estrutura espectral predominantemente não linear i.e., maioria das espécies/populações analisadas no presente estudo, e cantos com estrutura harmônica, evidenciada aqui pela primeira vez para as

espécies *S. tymbamirim*, *S. crospeospilus*, *S. cuspidatus*, *S. albicans* e *S. rizibilis*. Outras espécies não analisadas no presente estudo que possivelmente apresentam cantos com estrutura harmônica são *S. auratus*, *S. cretatus* e *S. juncae* (sugerido com base nas informações da literatura).

(b) Implicações sistemáticas

O conceito de homologia é de fundamental importância para a sistemática e a biologia evolutiva (Brower & de Pinna, 2012). Como declarado por Cracraft (1981, p. 26), “...similarity is the factor which compels us to postulate homology...”, o que é equivalente a dizer que similaridades estão no nível básico das proposições de homologia, sendo o primeiro passo para conjecturas sobre a existência das mesmas (de Pinna, 1991).

Em acordo com Brower & de Pinna (2012, p. 529) “...the identification of homologous features involves multiple steps or stages. Initially, features that evidently share similarity of form and/or position among taxa are conjectured to be manifestations of the same character...”. A conjectura inicial de homologia é referida como homologia primária (= sinapomorfia putativa), e quando a hipótese inicial é corroborada pela análise de caracteres (i.e. teste de congruência), passa a ser reconhecida como homologia efetiva, i.e. homologia secundária (= sinapomorfia), cf. de Pinna (1991).

Com base na observação mecânica/comportamental da produção do canto de anúncio em grande parte das espécies do presente estudo, e na caracterização acústica detalhada destas espécies, são propostas sinapomorfias putativas acústicas para o gênero *Scinax*, e para os dois grandes clados do grupo, i.e. clado *S. ruber* e clado *S. catharinae*.

- *Scinax*

(1) O canto de anúncio é equivalente a uma única “nota”, i.e. um ciclo de fluxo de ar exalatório-inalatório que corresponde a uma contração da musculatura do tronco, cada canto (nota) sendo composto por uma série de pulsos similares; (2) os pulsos geralmente são bem definidos, ou razoavelmente definidos; (3) pulsos apresentam distribuição regular ao longo do canto, ou aproximadamente regular ao menos na parte final do canto.

- Clado *Scinax ruber*

(1) O canto consiste de uma única nota que corresponde a uma contração da musculatura do tronco (mecanismo passivo), sem contrações do saco vocal associadas a produção dos pulsos; (2) cantos geralmente com modulação ascendente discreta ou ausente, em geral restrita apenas aos primeiros pulsos (exceção de *S. constrictus*, *S. pedromedinae* e *S. nebulosus*); (3) pulsos similares emitidos em série (em geral como unidades discretas ou aproximadamente discretas) regularmente espaçados ao longo de todo canto (exceção complexo *S. squalirostris*); (4) intervalo entre pulsos menor do que a duração dos pulsos, i.e. razão duração pulso/intervalo entre pulsos $\geq 1,2$ (exceção de *S. quinquefasciatus*); pequeno intervalo entre pulsos, para a maioria das espécies $\leq 10,1$ ms (exceção do grupo *S. duartei*, *S. quinquefasciatus*, *S. eurydice* e *Scinax* sp. ‘Uberlândia’).

Adicionalmente, sinapomorfias acústicas putativas foram propostas para grupos menos inclusivos dentro do clado *S. ruber*, e.g. grupo *S. crosopedospilus*, grupo *S. duartei*, grupo *S. fuscomarginatus*, grupo *S. squalirostris*, grupo *S. x-signatus* e grupo *S. acuminatus* + (*S. quinquefasciatus* + (clado *S. rostratus*)).

- Clado *Scinax catharinae* (ou grupo *S. catharinae*; grupo *S. perpusillus* não analisado)

(1) O canto consiste de uma única nota formada por pulsos similares repetidos em série, cada pulso emitido correspondendo a um pequeno movimento pulsátil do saco vocal (mecanismo passivo-ativo); (2) a estrutura temporal do canto corresponde a um padrão trinado típico; (3) forte modulação ascendente de intensidade ao longo da maior parte do canto (forma exponencial ou aproximadamente linear); (4) a amplitude máxima é atingida após 85% da duração do canto; (5) cantos de duração média a muito longos – i.e. ≥ 602 ms (exceção de *S. luizotavioi*, 270 ms) – comparados aos do clado *S. ruber*; (6) os pulsos do início do canto, e em algumas espécies até os pulsos próximos a metade do canto apresentam intensidade muito baixa, próxima ao ruído de fundo (exceção de *S. rizibilis*); (7) pulsos geralmente distribuídos de modo irregular (intervalos regulares no clado *S. ruber*), com o intervalo entre pulsos diminuindo gradativamente do início ao final do canto, (8) enquanto os pulsos ficam mais longos no decorrer do canto; (9) longos intervalos entre pulsos – i.e. ≥ 32 ms na parte central do canto (com exceção de *S. trapicheiroi* e complexo *S. rizibilis*) – comparados aos do clado *S. ruber*; (10) pulsos na parte central do canto com duração consideravelmente menor do que os intervalos entre pulsos, i.e. razão entre essas variáveis $\leq 0,72$ (exceção de *S. rizibilis* e *S. cf. berthae* [= *S. berthae* ‘Itatiba’]);

(11) faixa de frequência enfatizada geralmente ocupa uma faixa mais estreita do espectro comparado as espécies do clado *S. ruber*. Valores informados representam as médias combinadas das espécies.

Adicionalmente, o reconhecimento de ao menos outros dois tipos de vocalizações no repertório das espécies do grupo *S. catharinae*, i.e. repertório acústico complexo, pode ser reconhecido como mais uma sinapomorfia putativa do clado.

(c) Diversidade críptica

Durante os 250 anos de taxonomia Linenana, a descoberta e a descrição de espécies tem se baseado principalmente no estudo de caracteres morfológicos qualitativos (Padial & De la Riva, 2009). Recentemente tem sido reconhecido a importância de uma abordagem integrada que inclui diferentes, mas concordantes, linhas de evidência independentes para suportar hipóteses mais confiáveis e estáveis de táxons como espécies (Dayrat, 2005; Will *et al.*, 2005; Padial *et al.*, 2010; Funk *et al.*, 2012).

Desde os primeiros estudos de bioacústica em anuros, a documentação das diferenças interespecíficas no canto de anúncio de espécies proximamente relacionadas evidenciou o caráter espécie-específico destes sinais acústicos (Blair, 1955, 1958a, 1960, 1962; Littlejohn, 1959). Em decorrência destes resultados, a relevância do canto de anúncio como importante mecanismo de isolamento reprodutivo foi reconhecida (e.g. Blair, 1955, 1964) e posteriormente corroborada por centenas de estudos experimentais demonstrando a preferência das fêmeas por sinais emitidos por coespecíficos (Littlejohn *et al.*, 1960; Littlejohn & Loftus-Hills, 1968; ver revisão em Gerhardt & Huber, 2002).

Apesar da longa tradição do uso de dados acústicos como base auxiliar na diagnose das espécies em anuros (e.g. Blair, 1955, 1958b) – iniciada no continente sul americano pelos estudos de Bokermann (1964, 1966, 1967, 1969) no Brasil, e Barrio (1962, 1964) na Argentina – apenas mais recentemente o uso dessa base de dados tem se tornado frequente na taxonomia. Dentre outros fatores, isso se deve ao reconhecimento do seu elevado potencial em auxiliar a avaliação da identidade específica em grupos de taxonomia difícil, e consequentemente, no reconhecimento de espécies crípticas (e.g. Heyer *et al.*, 1996; Reichle, Lötters & De la Riva, 2001; Angulo *et al.*, 2003; Angulo & Reichle, 2008; Padial *et al.*, 2008; **presente estudo**. Espécies crípticas entendidas como duas ou mais espécies distintas que são identificadas sob um único nome (Bickford *et al.*, 2006).

Como salientado por Angulo & Reichle (2008), dar atenção à variação acústica

pode ser altamente proveitoso na identificação de espécies e na resolução da taxonomia em um grande número de táxons cuja morfologia é altamente conservada, e que usam sinais acústicos na comunicação. Em outras palavras, dados acústicos muitas vezes revelam um impacto profundo na taxonomia de anuros através da possibilidade de reconhecimento de espécies crípticas primariamente através da avaliação das características do canto de anúncio (e.g. presente estudo).

Para 25 das espécies nominais de *Scinax* para as quais o canto de anúncio foi caracterizado, duas ou mais populações foram amostradas acusticamente (a maior parte no presente estudo), e/ou dados acústicos estavam disponíveis na literatura, o que permitiu a avaliação da identidade taxonômica das mesmas. Diferenças marcantes encontradas em características do canto de anúncio para várias destas populações revelaram uma elevada diversidade críptica no gênero, fornecendo suporte acústico robusto para o reconhecimento de pelo menos 33 espécies crípticas. A maior parte dessa diversidade críptica revelada está oculta sob os nomes *S. squalirostris* (7 espécies crípticas), *S. fuscomarginatus* (4 espécies crípticas), *S. ruber* (3 espécies crípticas) e outras duas espécies crípticas não relacionadas proximamente a nenhuma espécie nominal do clado *S. ruber*.

Considerando que estas 33 espécies crípticas foram inicialmente atribuídas a 25 espécies nominais de *Scinax*, isto representa um aumento de 132% no número de espécies. Extrapolando de modo simples essa proporção de espécies crípticas em relação as espécies nominais de *Scinax* conhecidas (i.e. 111 spp. x 136% de aumento), isto representaria uma riqueza de 147 espécies ainda não reconhecidas no gênero.

Implícita ou explicitamente nos diversos conceitos biológicos de espécies propostos na literatura, está o reconhecimento de que espécies constituem linhagens de populações que estão evoluindo independentemente de outras linhagens (De Queiroz, 2005a,b; para uma revisão ver Angulo & Reichle, 2008). Como grupos taxonômicos com sistemas reprodutivos altamente dependentes de sinais acústicos no reconhecimento específico e na seleção de parceiros desempenham um papel fundamental como mecanismo primário de isolamento reprodutivo – i.e. canto de anúncio em anuros – é esperado que divergências consistentes encontradas no canto de anúncio de populações acusticamente avaliadas – i.e. levando a proposição/reconhecimento de espécies crípticas como no presente estudo – sejam posteriormente corroboradas pela inclusão de outras bases de dados, e.g. morfológica e molecular (e.g. Angulo *et al.*, 2003; Padial *et al.*, 2008).

Este nível elevado de diversidade críptica revelado em *Scinax*, ao invés de uma

exceção, tem se mostrado na realidade a norma para diversos grupos de anuros neotropicais. Os estudos de Fouquet *et al.*, (2007), Vieites *et al.*, (2009) e Funk *et al.*, (2012) exemplificam a riqueza dramática de espécies crípticas recentemente revelada nos Neotrópicos, com estimativas entre 22% e 350% de aumento no número de espécies para diferentes linhagens de anuros.

Como reconhecido por diversos autores, o conhecimento ainda limitado de questões básicas, como número de espécies viventes em nosso planeta, suas características biológicas, distribuições geográficas e o *status* de conservação das espécies, dificulta e ou/limita programas de conservação e preservação de habitats e espécies (Dubois, 2003). A maior parte das localidades amostradas no presente estudo, 46 de 60, fazem parte dos biomas da Mata Atlântica e do Cerrado – áreas reconhecidas dentre os 25 *hot spots* mundiais, i.e. regiões caracterizadas por elevada diversidade de espécies e/ou altas taxas de endemismo (Myers *et al.*, 2000). Apesar dos recentes investimentos dos órgãos governamentais brasileiros no financiamento de pesquisas de inventários de biodiversidade na Mata Atlântica e Cerrado, como os Programas Biota nos estados de São Paulo (FAPESP) e de Minas Gerais (FAPEMIG), o nível de resolução taxonômica e de conhecimento da biodiversidade neotropical ainda é bastante limitado – exemplificado no presente estudo pelo reconhecimento de 23 espécies crípticas reconhecidas nestes biomas – o que reforça a importância e a necessidade de investimentos de forma continuada para pesquisas nesta área.

Referências Bibliográficas

- Andrade, G. V. & Cardoso, A. J. 1991. Descrição de larvas e biologia de quatro espécies de *Hyla* (Amphibia, Anura). Rev. Brasil. Biol., 51: 391–402.
- Angulo, A. & Reichle, S. 2008. Acoustic signals, species diagnosis and species concepts: the case of a new cryptic species of *Leptodactylus* (Amphibia, Anura, Leptodactylidae) from the Chapare region, Bolivia. Zool. J. Linn. Soc., 152: 59–77.
- Araujo, C. O., Condez, T. H. & Haddad, C. F. B. 2007. Amphibia, Anura, *Barycholos ternetzi*, *Chaunus rubescens*, and *Scinax canastrensis*: Distribution extension, new state record. Check List, 3: 153–155.
- Barrio, A. 1962. Los Hylidae de Punta Lara, provincia de Buenos Aires. Physis, 23: 129–142.
- Barrio, A. 1964. Characteristics of *Hyla berthae* (Amphibia: Salientia). Copeia, 1964: 583–585.
- Bastos, R. P. & Haddad, C. F. B. 2002. Acoustic and aggressive interactions in *Scinax rizibilis* (Anura: Hylidae) during the reproductive activity in southeastern Brazil. Amphibia-Reptilia, 23: 97–104.
- Bastos, R. P., Alcantara, M. B., Morais, A. R., Lingnau, R. & Signorelli, L. 2011. Vocal behaviour and conspecific call response in *Scinax centralis*. Herpetological Journal, 21: 43–50.
- Beecher, M. D. 1988. Spectrographic analysis of animal vocalizations: implications of the “Uncertainty Principle”. Bioacoustics, 1: 187–208.
- Beeman, K. 1998. Digital signal analysis, editing and synthesis. In Animal Acoustic Communication: Sound Analysis and Research Methods. Eds. S. L. Hopp, M. J. Owren & C. S. Evans. pp. 59–103. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Bevier, C.R., Gomes, F.R. & Navas, A. C. 2008. Variation in call structure and calling behavior in treefrogs of the genus *Scinax*. S. Am. J. Herp., 3: 196–206.
- Bickford, D., Lohman, D. J., Navjot, S. S., Ng, P. K. L., Meier, R., Winker, K., Ingram, K. K. & Das, I. 2007. Cryptic species as a window on diversity and conservation. Trends Ecol. and Evol., 22: 148–155.
- Bilate, M. & Lack, E. 2011. The advertisement call of *Scinax similis* (Cochran, 1952) (Amphibia, Anura). S. Am. J. Herp., 6: 54–58.
- Blair, W. F. 1955. Mating call and stage of speciation in the *Microhyla olivacea*-*M. carolinensis*. Evolution, 9: 469–480.
- Blair, W. F. 1958a. Mating call in the speciation of anuran amphibians. The American

- Naturalist, 92: 27–51.
- Blair, W. F. 1958b. Naturalists call structure and species groups in U. S. treefrogs (*Hyla*). The Southwestern Naturalist, 3: 77–89.
- Blair, W. F. 1960. Mating call as evidence of relations in the *Hyla eximia*. The Southwestern Naturalist, 5: 129–135.
- Blair, W. F. 1962. Non-morphological data in anuran classification. Systematic Zoology, 11: 72–84.
- Blair, W. F. 1964. Isolating mechanisms and interspecies interactions in anuran. Quart. Rev. Biol., 39: 334–344.
- Bokermann, W. C. A. 1964. Uma nova espécie de *Hyla* da Serra do Mar em São Paulo (Amphibia: Salientia). Rev. Brasil. Biol., 24: 429–434.
- Bokermann, W. C. A. 1966. Notas sobre Hylidae do Espírito Santo (Amphibia: Salientia). Rev. Brasil. Biol., 26: 29–37.
- Bokermann, W. C. A. 1967. Notas sobre *Hyla duartei* B. Lutz (Anura, Hylidae). An. Acad. Brasil. Cienc., 39: 436–440.
- Bokermann, W. C. A. 1969. Notas sobre *Hyla aurata* Wied, 1824 (Anura, Hylidae). Rev. Brasil. Biol., 29: 159–162.
- Bokermann, W. C. A. & Sazima, I. 1973. Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. 1: Duas espécies novas de *Hyla* (Anura, Hylidae). Rev. Bras. Biol., 33: 521–528.
- Borteiro, C., Nieto, C. & Kolenc, F. 2007. Amphibia, Anura, Hylidae, *Scinax aromothyella*: Distribution extension and habitat. Check List 3: 109–110.
- Brower, A. V. Z. & de Pinna, M. C. C. 2012. Homology and errors. Cladistics, 28: 529–538.
- Canedo, C. & Pombal Jr, J. P. 2007. Two new species of torrent frogs of the genus *Hylodes* (Anura, Hylodidae) with nuptial thumb tubercles. Herpetologica, 63: 224–235.
- Cracraft, J. 1981. The use of functional and adaptive criteria in phylogenetic systematics. American Zoologist, 21:21–36.
- Caramaschi, U., Nunes, I., Nascimento, L. B. & Carvalho Jr., R. R. .2013 .The type locality of *Scinax dolloi* (Werner, 1903) (Anura, Hylidae). Zootaxa, 3691: 299–300.
- Cardoso, A. J. & Haddad, C. F. B. 1982. Nova espécie de *Hyla* da Serra da Canastra (Amphibia, Anura, Hylidae). Rev. Brasil. Biol., 42: 499–503.
- Cardoso, M. W. & Pombal Jr., J. P. 2010. A new species of small *Scinax* Wagler, 1830 (Amphibia, Anura, Hylidae) of the *Scinax ruber* clade from Cerrado of central Brazil. Amphibia-Reptilia, 31: 411–418.

- Carneiro, M. C. L., Magalhães, P. S. & Juncá, F. A. 2004. Descrição do girino e vocalização de *Scinax pachycrus* (Miranda-Ribeiro, 1937) (Amphibia, Anura, Hylidae). Arq. Mus. Nac., 62: 241–246.
- Carvalho-e-Silva, S. P. & Carvalho-e-Silva, A. M. P. T. 1994. Descrição das larvas de *Ololygon albicans* e de *Ololygon trapicheiroi* com considerações sobre sua biologia (Amphibia, Anura, Hylidae). Rev. Brasil. Biol., 54: 55–62.
- Carvalho-e-Silva, A. M. T., Silva, G. R.; Carvalho-e-Silva, S. P. 2008. Anuros da Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, RJ, Brasil. Biota Neotrópica, 8: 199–209.
- Castellano, S. & Giacoma, C. 1998. Stabilizing and directional female choice for male calls in the European green toad. Anim. Behav., 56: 275–287.
- Clements, M. 1998. Digital signal acquisition and representation. In Animal Acoustic Communication: Sound Analysis and Research Methods. Eds. S. L. Hopp, M. J. Owren & C. S. Evans. pp. 27–57. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Cocroft, R. B. & M. J. Ryan. 1995. Patterns of advertisement call evolution in toads and chorus frogs. Animal Behavior., 49: 283–303.
- Cocroft, R., Morales, V. R. & R. W. McDiarmid. 2001. Frogs of Tambopata, Peru (CD). Macaulay Library of Natural Sounds, Cornell Laboratory of Ornithology. New York, Ithaca.
- Conte, C. E., Nomura, F., Machado, F. A., Kwet, A. Lingnau, R. & Rossa-Feres, D. C. 2010. Novos registros na distribuição geográfica de anuros na Floresta com Araucária e considerações sobre suas vocalizações. Biota Neotrópica, 10: 201–224.
- Dayrat, B. 2005. Towards integrative taxonomy. Biol. J. Linn. Soc., 85: 407–415.
- De la Riva, I., Márquez, R. & J. Bosch. 1994. Advertisement calls of Bolivian species of *Scinax* (Amphibia, Anura, Hylidae). Bijdr. tot de Dierk., 64: 75–85.
- de Pinna, M. G. G. 1991. Concepts and tests of homology in the cladistic paradigm. Cladistics, 7: 367–394.
- De Queiroz, K. 2005a. Ernst Mayr and the modern concept of species. Proc. Nat. Ac. Sci., 102: 6600–6607.
- De Queiroz, K. 2005b. A unified concept of species and its consequences for the future of taxonomy. Proc. Cal. Ac. Sci., 56: 196–215.
- Dubois, A. 2003. The relationships between taxonomy and conservation biology in the century of extinctions. C. R. Biologies, 326: 9–21.
- Duellman, W. E. 1967. Courtship isolating mechanisms in Costa Rican hylid frogs.

- Herpetologica, 23: 169–183.
- Duellman, W. E. 1970a. Hylid Frogs of Middle America. University of Kansas Museum of Natural History, Monographs (1). Lawrence, Kansas.
- Duellman, W. E. 1970b. Identity of the South American hylid frog *Garbeana garbei*. Copeia, 1970: 534–538.
- Duellman, W. E. 1971. On the identities of some Ecuadorian hylid frogs. Herpetologica, 27: 212–227.
- Duellman, W. E. 1972a. South American frogs of the *Hyla rostrata* group (Amphibia, Anura, Hylidae). Zool. Mededel. Rijksmus. Nat. Hist. Leiden, 47: 177–192.
- Duellman, W. E. 1972b. A new species of *Hyla* from Amazonian Ecuador. Copeia, 1972: 265–271.
- Duellman, W. E. 1973. Descriptions of new hylidae frogs from Colombia and Ecuador. Herpetologica, 29: 219–227.
- Duellman, W. E. & Pyles, R. A. 1983. Acoustic resource partitioning in anuran communities. Copeia, 1983: 639–649.
- Duellman, W. E. 1986. Two new species of *Oloolygon* (Anura: Hylidae) from the Venezuelan Guyana. Copeia, 4: 864–870.
- Duellman, W. E. & L. Trueb. 1986. Biology of Amphibians. McGraw–Hill, New York.
- Duellman, W. E. & Wiens, J. J. 1992. The status of the hylid frog genus *Oloolygon* and the recognition of *Scinax* Wagler, 1830. Occas. Pap. Mus. Nat. Hist., The University of Kansas 151: 1–23.
- Duellman, W. E. & Wiens, J. J. 1993. Hylid frogs of the genus *Scinax* Wagler, 1830, in Amazonian Ecuador and Peru. Occas. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas, 153: 1–57.
- Duellman, W. E. 2005. Cusco Amazónico: The Lives of Amphibians and Reptiles in an Amazonian Rainforest. Ithaca: Cornell University Press.
- Drummond, L. O., Baêta, D. & Pires, M. R. S. 2007. A new species of *Scinax* (Anura, Hylidae) of the *S. ruber* clade from Minas Gerais, Brazil. Zootaxa, 1612: 45–53.
- Eterovick, P. C. & Sazima, I. 2004. Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. Belo Horizonte, PUCMinas.
- Faivovich, J. 2002. A cladistic analysis of *Scinax* (Anura: Hylidae). Cladistics, 18: 367–393.
- Faivovich, J. 2005. A new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from Misiones, Argentina. Herpetologica, 61: 69–77.
- Fouquet, A. Vences, M., Salducci, M. D., Meyer, A., Marty, C., Blanc, M. & Gilles, A. 2007.

- Revealing cryptic diversity using molecular phylogenetics and phylogeography in frogs of the *Scinax ruber* and *Rhinella margaritifera* species groups. *Mol. Phyl. Evol.*, 43: 567–582.
- Free Software Foundation, Inc. 1991. Audacity: a free, cross-platform digital audio editor. Version 1.2.6. Free Software Foundation Inc.
- Frommolt, K. H. 1999. Sidebands-facts and artefacts. *Bioacoustics*, 10: 219–224.
- Frost, D. R. 2013. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.6 (9 January 2013). *Electronic Database accessible at* <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- Funk, W. C., Caminer, M. & Ron, S. R. 2012. High levels of cryptic species diversity uncovered in Amazonian frogs. *Proc. R. Soc. B*, 279: 1806–1814.
- Heyer, W. R., García-López, J. M. & Cardoso, A. J. 1996. Advertisement call variation in the *Leptodactylus mystaceus* species complex (Amphibia: Leptodactylidae) with a description of a new sibling species. *Amphibia-Reptilia*, 17: 7–31.
- Gayou, D. C. 1984. Effects of temperature on the mating call of *Hyla versicolor*. *Copeia*, 1984: 733–738.
- Gerhardt, H. C. 1975. Sound pressure levels and radiation patterns of the vocalizations of some North American frogs and toads. *J. Comp. Physiol.*, 102: 1–12.
- Gerhardt, H. C. 1991. Female mate choice in treefrogs: static and dynamic acoustic criteria. *Animal Behaviour*, 42: 615–635.
- Gerhardt, H. C. 1998. Acoustic signals of animals: recording, field measurements, analysis and description. In *Animal Acoustic Communication: Sound Analysis and Research Methods*. Eds. S. L. Hopp, M. J. Owren & C. S. Evans. pp. 1–25. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Gerhardt, H. C. & Huber, F. 2002. *Acoustic Communication in Insects and Anurans*. Chicago and London, University of Chicago Press.
- Giaretta, A. A. & Sazima, I. 1993. Nova espécie de *Proceratophrys* Mir. Rib. do sul de Minas Gerais, Brasil (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Rev. Brasil. Biol.*, 53: 13–19.
- Giaretta, A. A. & Facure, K. G. 2004. Reproductive ecology and behavior of *Thoropa miliaris* (Spix, 1824) (Anura, Leptodactylidae, Telmatobiinae). *Biota Neotrópica*, 4: 1–10.
- Giaretta, A. A. & Facure, K. G. 2008. Reproduction and habitat of ten Brazilian frogs (Anura). *Contemporary Herpetology*, 2008: 1–4.

- Gordo, M. & Campos, Z. (2003) Listagem dos anuros da estação ecológica Nhumirim e arredores, Pantanal Sul. Embrapa Pantanal Press, Corumbá.
- Gridi-Papp, M. 2003. Mechanism, behavior and evolution of calling in four North American treefrogs. PhD Thesis.
- Gridi-Papp, M. (2004): Sound Ruler. V0941. *Available at*: <<http://soundruler.sourceforge.net>>
- Gridi-Papp, M. 2008. The Structure of vocal sounds produced with the mouth closed or with the mouth open in treefrogs. *J. Acoustic. Soc. Am.*, 123: 2895–2902.
- Haddad, C. F. B., Andrade, G. V. & Cardoso, A. J. 1988. Anfíbios anuros do Parque Nacional da Serra da Canastra, Estado de Minas Gerais. *Brasil Florestal*, 64: 9–20.
- Heyer, W. R. 1980. The calls and taxonomic position of *Hyla gieslery* and *Oloolygon opalina* (Amphibia: Anura: Hylidae). *Proc. Biol. Soc. Wash*, 93: 655–661.
- Heyer, W. R., Rand, A. S., Cruz, C. A. G., Peixoto, O. & Nelson, C. E. 1990. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia*, 31: 231–410.
- Ibáñez, R. D., Rand, A. S., Ryan, M. J. & Jaramillo, C. A. 1999. Vocalizaciones de ranas y sapos del Monumento Natural Barro Colorado, Parque Nacional Soberanía y áreas adyacentes (CD). Sony Music Entertainment, S.A. Fundacion Natura Apartado. Panama, Llanos de Curundu.
- Izecksohn, E. & Carvalho-e-Silva, S. P. 2010. Anfíbios do Município do Rio de Janeiro. Segunda Edição. Editora UFRJ, Rio de Janeiro.
- Kwet, A. 2007. Bioacoustic variation in the genus *Adenomera* in southern Brazil, with revalidation of *Leptodactylus nanus* Müller, 1922 (Anura: Leptodactylidae). *Mitt. Mus. Nat. Berlin, Zool. Reihe.*, 83: 56–68.
- Kwet, A. 2001a. Südbrasilianische Laubfrösche der Gattung *Scinax* mit Bemerkungen zum Geschlecht des Gattungsnamens und zum taxonomischen Status von *Hyla granulata* Peters, 1871. *Salamandra*, 37: 211–238.
- Kwet, A. 2001b. Frösche im Brasilianischen Araukarienwald. Anurengemeinschaft des Araukarienwaldes von Rio Grande do Sul: Diversität, Reproduktion und Ressourcenaufteilung. Münster. Natur und Tier Verlag.
- Kwet, A. & Márquez, R. 2010. Sound guide of the calls of frogs and toads from southern Brazil and Uruguay / Guía de cantos das rãs e sapos do sul do Brasil e Uruguai / Guía sonora de los sonidos de ranas y sapos del sur de Brasil y Uruguay. Fonoteca, Madrid, double CD and booklet.
- Langone, J. A. 1990. Revalidacion de *Hyla uruguayana* Schmidt, 1944 (Amphibia, Anura,

- Hylidae). Com. Zool. Mus. Hist. Nat. Montevideo, 12: 1–9.
- Langone, J. A. 1997. *Hyla uruguayana* K. P. Schmidt, 1944 (Amphibia, Anura, Hylidae). Primera cita para el estado Brasileño de Santa Catarina. Cuad. Herpetol., 11: 87–89.
- Lescure, J. & Marty, C. 2000. Atlas des Amphibiens de Guyane. Patrimoines Naturels 45 Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Lima, A. P., Magnusson, W. E., Menin, M.; Erdtmann, L. K., Rodrigues, D. J., Keller, C. & Hodl, W. 2008. Guia de sapos da Reserva Ducke - Amazônia Central / Guide to the frogs of Reserva Ducke - Central Amazonia. 1. ed. Manaus: Áttema Design Editorial.
- Littlejohn, M. J. 1959. Call structure in a complex of seven species of *Crinia* (Anura, Leptodactylidae). Evolution, 13: 452–468.
- Littlejohn, M.J., Fouquette Jr., M. J. & Johnson, C. 1960. Call discrimination by female frogs of the *Hyla versicolor* complex. Copeia, 1960: 47–49.
- Littlejohn, M. J. & Loftus-Hills, J. J. 1968. An experimental evaluation of premating isolation in the *Hyla ewingi* complex (Anura: Hylidae). Evolution, 22: 659–663.
- Lourenço, A. C. C. Baêta, D., Monteiro, V. S. & Pires, M. R. S. 2009. O Canto de anúncio de *Scinax luizotavioi* (Caramaschi & Kisteumacher, 1989) (Anura, Hylidae). Arq. Mus. Nac., 67: 73–79.
- Lucas, E. M. & Marocco, J. C. 2011. Anurofauna (Amphibia, Anura) em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista no Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. Biota Neotrópica, 11: 1–8.
- Lüddecke, H. & Sánchez, O. R. 2002. Are tropical highland frog calls cold-adapted ? The case of the Andean frog *Hyla labialis*. Biotropica, 34: 281–288.
- Luna-Dias, C., Carvalho-e-Silva, S. P. & Carvalho-e-Silva, A. M. P. T. 2009. Amphibia, Anura, Hylidae, *Scinax trapicheiroi*: Distribution extension. Check List, 5: 251–253.
- Lutz, B. 1973. Brazilian species of *Hyla*. University of Texas Press, Austin, Texas, U.S.A.
- Magrini, L. & A. A. Giaretta. 2010. Calls of two Brazilian species of *Scinax* of the *S. ruber* clade (Anura: Hylidae). Herp. Notes, 2001: 121–126.
- Magrini, L., Carvalho-e-Silva, S. P., Béda, A. F. & Giaretta, A. A. 2011. Calls of five species of the *Scinax ruber* (Anura: Hylidae) clade from Brazil with comments on their taxonomy. Zootaxa, 3066: 37–51.
- Marquez, R., De la Riva, I. Bosch, J. & Matheu, E. 2002. Guía sonora de las ranas y sapos de Bolivia. CD 1. ALOSA, Fonoteca Zoológica MNCN. Madrid.
- Marty, C. & P. Gaucher. 1999. The Tailless Amphibians of French Guiana / Amphibiens

- Anoures de Guyane (CD). Bird Songs International, Netherlands, Westernieland.
- McClelland, B. E., Wilczynski, W. & Ryan, M. J. 1998. Intraspecific variation in laryngeal and ear morphology in male cricket frogs (*Acris crepitans*). Biol. J. Linn. Soc., 63: 51–67.
- McLister, J. D., Stevens, E. D. & Bogart, J. P. 1995. Comparative contractile dynamics of calling and locomotor muscles in three hylid frogs. J. Exp. Biol., 198: 1527–1538.
- Mendes, C. V. M., Junior, E. M., Ruas, D. S., Oliveira, R. M. & Solé, M. 2013. Advertisement call of *Scinax strigilatus* (Spix, 1824) (Anura: Hylidae) from southern Bahia, Brazil. Zootaxa, 3647: 499–500.
- Moraes, R. A., Sawaya, R. J. & Barrella, W. 2007. Composição e diversidade de anfíbios anuros em dois ambientes de Mata Atlântica no Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo, sudeste do Brasil. Biota Neotrópica, 7: 27–36.
- Myers, N., Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403: 853–858.
- Narins, P. M., Feng, A. S., Fay, R. R. & Popper, A. N. 2007. Hearing and Sound Communication in Amphibians. New York, Springer.
- Narvaes, P., Bertoluci, J. & Rodrigues, M. T. 2009. Species composition, habitat use and breeding seasons of anurans of the restinga forest of the Estação Ecológica Juréia-Itatins, Southeastern Brazil. Biota Neotrópica, 9: 117–123.
- Nunes, I., Santiago, R. S. & Juncá, F. A. 2007. Advertisement call of four hylid frogs from the state of Bahia, northeastern Brazil. S. Am. J. Herpetol., 2: 89–96.
- Nunes, I., Carvalho Jr, R. R. & Pereira, E. G. 2010. A new species of *Scinax* Wagler (Anura: Hylidae) from Cerrado of Brazil. Zootaxa, 2514: 24–34.
- Nunes, I. & Pombal Jr, J. P. 2010. A new *Scinax* Wagler (Amphibia, Anura, Hylidae) from the Atlantic Rain Forest remains of southern state of Bahia, north-eastern Brazil. Amphibia-Reptilia, 31: 347–353.
- Nunes, I. & Pombal Jr, J. P. 2011. A new snouted treefrog of the speciose genus *Scinax* Wagler (Anura, Hylidae) from northeastern Brazil. Herpetologica, 67: 80–88.
- Nunes, I., Kwet, A. & Pombal Jr., J. P. 2012. Taxonomic revision of the *Scinax alter* species complex (Anura: Hylidae). Copeia, 3: 554–569.
- Oliveira-Filho, J. C. & Kokubum, M. N. C. 2003. *Scinax canastrensis*. Brazil: Minas Gerais. Herpetological Review, 34: 163.
- Oliveira, P. S. & R. J. Marquis. 2002. The Cerrados of Brazil. Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna. Columbia University Press, New York.

- Padial, J. M., Köhler, J., Muñoz, A. & I. L. Riva. 2008. Assessing the taxonomic status of tropical frogs through bioacoustics: geographical variation in the advertisement calls in the *Eleutherodactylus discoidalis* species group (Anura). *Zool. J. Linn. Soc.*, 152: 353–365.
- Padial, J. M. & De la Riva, I. .2009. Integrative taxonomy reveals cryptic Amazonian species of *Pristimantis* (Anura: Strabomantidae). *Zool. J. Linn. Soc.*, 155: 97–122.
- Pereyra, M. O., Borteiro, C., Baldo, D., Kolenc, F. & Conte, C. E. 2012. Advertisement call of the closely related species *Scinax aromothyella* Faivovich 2005 and *S. berthae* (Barrio 1962), with comments on the complex calls in the *S. catharinae* group. *Herpetological Journal*, 22: 133–137.
- Pombal Jr., J. P., Haddad, C. F. B. & Kasahara, S. 1995a. A new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from southeastern Brazil, with comments on the genus. *Journal of Herpetology*, 29: 1–6.
- Pombal Jr., J. P., Bastos, R. P. & Haddad, C. F. B. 1995b [1996]. Vocalizações de algumas espécies do gênero *Scinax* (Anura, Hylidae) do sudeste do Brasil e comentários taxonômicos. *Naturalia*, 20: 213–225.
- Pombal Jr., J. P., Carvalho Jr, R. R., Canelas, M. A. S. & Bastos, R. P. 2010. A new *Scinax* of the *S. catharinae* species group from Central Brazil (Amphibia: Anura: Hylidae). *Zoologia*, 27: 795–802.
- Pombal Jr., J. P., Bilate, M., Gambale, P. G., Signorelli, L. & Bastos, R. P. 2011. A new miniature treefrog of the *Scinax ruber* clade from the Cerrado of Central Brazil (Anura: Hylidae). *Herpetologica*, 67: 288–299.
- Pugliese, A., Pombal, J. P., Jr. & Sazima, I. 2004. A new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from rocky montane field of the Serra do Cipó, southeastern Brazil. *Zootaxa*, 688: 1–15.
- Pugliese, A., Baêta, D. & Pombal Jr., J. P. 2009. A new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from rocky montane fields in Southeastern and Central Brazil. *Zootaxa*, 2269: 53–64.
- Pyburn, W. F., & Fouquette, Jr., M. J. 1971. A new striped treefrog from Central Colombia. *Journal of Herpetology*, 5: 97–101.
- Pyron, R. A. & Wiens, J. J. 2011. A large-scale phylogeny of Amphibia including over 2800 species, and a revised classification of extant frogs, salamanders, and caecilians. *Mol. Phyl. Evol.*, 61: 543–583.
- R Developmental Core Team. 2009. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3–900051–07–0, URL

<http://www.R-project.org>.

- Raven Pro 1.4. Interactive Sound Analysis Software. Bioacoustics Research Program. Cornell Lab of Ornithology. New York, Ithaca.
- Read, M. 2000. Frogs of the Ecuadorian Amazon. A guide to their calls (CD). Morley Read Productions, England, Cornwall.
- Reichle S., Lötters, S., De la Riva, I. 2001. A new species of the discoidalis group of *Eleutherodactylus* (Anura, Leptodactylidae) from inner-Andean dry valleys of Bolivia. *Journal of Herpetology*, 35: 21–26.
- Rico, M., Rocha, C. F. D., Borges, V. N. T. & Sluys, M. V. 2004. Breeding ecology of *Scinax trapicheiroi* (Anura, Hylidae) at a creek in the Atlantic Rainforest of Ilha Grande, southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 25: 277–286.
- Robillard, T., Höbel, G. & Gerhardt, H. C. 2006. Evolution of advertisement signals in North American hylid frogs: vocalizations as end-products of calling behavior. *Cladistics*, 22: 533–545.
- Salles, R. O. L., Weber, L. N. & Silva-Soares, T. 2009. Amphibia, Anura, Parque Natural Municipal da Taquara, municipality of Duque de Caxias, state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Check List*, 5: 840–854.
- Savage, J. M. 2002. The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Herpetofauna between Two Continents, between Two Seas. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Schmidt, R. S. 1965. Larynx control and call production in frogs. *Copeia*, 1965: 143–147.
- Schneider, H. & Sinsch, U. 1999. Taxonomic reassessment of Middle Eastern water frogs: bioacoustic variation among populations considered as *Rana ridibunda*, *R. bedriagae* or *R. levantina*. *J. Zool. Syst. Evol. Res.*, 37: 57–65.
- Serafim, H., Cicchi, P. J. P., Ienne, S. & Jim, J. 2008. Anurans of remnants of Atlantic forest of São José do Barreiro municipality, São Paulo State, Brazil. *Biota Neotrópica*, 8: 69–78.
- Silva, W. R., Giaretta, A. A. & Facure, K. G. 2005. On the natural history of the South American pepper frog, *Leptodactylus labyrinthicus* (Spix, 1824) (Anura: Leptodactylidae). *J. Natural History*, 2005: 555–566.
- Silva, W. R. & Giaretta, A. A. 2008. Further notes on the natural history of the South American pepper frog, *Leptodactylus labyrinthicus* (Spix, 1824) (Anura, Leptodactylidae). *Braz. J. Biol.*, 68: 403–407.
- Silva-Soares, T., Hepp, F., Costa, P. N., Luna-Dias, C., Gomes, M. R., Carvalho-e-Silva, A. M. P. T. & Carvalho-e-Silva, S. P. 2010. Anuran Amphibians from RPPN Campo Escoteiro

- Geraldo Hugo Nunes, Guapimirim Municipality, Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. *Biota Neotrópica*, 10: 225–233.
- Siqueira, C. C., Vrcibradic, D., Dorigo, T. A. & Rocha, C. F. D. 2011. Anurans from two high-elevation areas of Atlantic Forest in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Zoologia*, 28: 457–464.
- Straneck, R., Olmedo, E. V. & Carrizo, G. R. 1993. Catalogo de voces de anfibios argentinos = Catalogue of the voices of Argentine amphibians. L.O.L.A. Buenos Aires.
- Sueur, J., Aubin, T. & Simonis, C. 2008. Seewave, a free modular tool for sound analysis and synthesis. *Bioacoustics*, 18: 213–226.
- Tárano, Z. 2010. Advertisement Calls and Calling Habits of Frogs from a Flooded Savanna of Venezuela. *S. Am. J. Herp.*, 5: 221–240.
- Tokudaa, I., Riede, T., Neubauer, J., Owren, M. & Herzell, H. 2002. Nonlinear analysis of irregular animal vocalizations. *J. Acoust. Soc. Am.*, 111: 2908–2919.
- Toledo, L. F. & C. F. B. Haddad. 2005. Acoustic repertoire and calling behavior of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). *Journal of Herpetology*, 39: 455–464.
- Toledo, L. F. & Haddad, C. F. B. 2008. Guia interativo dos anfibios anuros da Mata Atlântica. Neotropica.
- Tysona, R. B., Nowacek, D. P. & Miller, P. J. O. 2007. Nonlinear phenomena in the vocalizations of North Atlantic right whales (*Eubalaena glacialis*) and killer whales (*Orcinus orca*). *J. Acoust. Soc. Am.*, 122: 1365–1673.
- Uetanabaro, M., Prado, C.P.A., Rodrigues, D.J., Gordo, M. & Campos, Z. (2008) Guia de campo dos anuros do Pantanal e planaltos de entorno. UFMS Press & UFMT Press, Campo Grande & Cuiabá.
- Verdade, V. K., Rodrigues, M. T., Pavan, D. 2009. Anfíbios Anuros da região da Estação Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba. In: M. I. M. S. Lopes; M. Kirizawa and M. M. R. F. Melo. (Org.). Patrimônio da Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba. A antiga Estação Biológica do Alto da Serra. São Paulo: Editora Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, p. 579–604.
- Zweifel, R. G. 1959. Effect of temperature on call of the frog, *Bombina variegata*. *Copeia*, 1959: 322–327.
- Wells, K. D. 2007. The ecology & Behaviour of Amphibians. The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Wiens, J. J., Kuczynski, C. A., Hua, X. & D. S. Moen. 2010. An expanded phylogeny of

- treefrogs (Hylidae) based on nuclear and mitochondrial sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 55: 871–882.
- Wilden, I., Herzel, H., Peters, G. & Tembrock, G. 1998. Subharmonics, biphonation, and deterministic chaos in mammal vocalization. *Bioacoustics*, 9: 171–196.
- Will, K.W., Mishler, B. D. & Wheeler, Q. D. 2005. The perils of DNA barcoding and the need for integrative taxonomy. *Systematic Biology*, 54: 844–851.

APÊNDICE I

Tabela A1. Resultado da classificação dos indivíduos (em número de indivíduos e porcentagem) em relação as populações estudadas através de Análises de Função Discriminante (AFD) utilizando variáveis acústicas (freq. mínima, pico principal de freq. enfatizada e período do pulso).

			Predicted Group Membership					Total
		Populations	MG	Peq	MS	CV	MT	
Original	Count	MG	9	0	0	0	0	9
		Peq	0	6	0	0	0	6
		MS	0	0	4	0	0	4
		CV	0	0	0	2	0	2
		MT	0	0	1	0	5	6
	%	MG	100,0	,0	,0	,0	,0	100,0
		Peq	,0	100,0	,0	,0	,0	100,0
		MS	,0	,0	100,0	,0	,0	100,0
		CV	,0	,0	,0	100,0	,0	100,0
		MT	,0	,0	16,7	,0	83,3	100,0

MG= populações do estado de Minas Gerais (Uberlândia, Juatuba e Serra do Cipó) reconhecida como *S. fuscomarginatus*; Peq= Uberlândia (MG); MS= Aquidauana/MS; CV Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás/GO; MT= Barra do Garça-Pontal do Araguaia (MT).

APÊNDICE II

Tabela A2. Resultado da classificação dos indivíduos (em número de indivíduos e porcentagem) em relação as populações estudadas através de Análises de Função Discriminante (AFD) utilizando variáveis acústicas (número de grupos de pulsos por canto, taxa de repetição do grupo de pulsos e pico principal de freq. enfatizada).

			Predicted Group Membership					Total
			BC	Sul	PC	CV	SC	
Original	Count	BC	6	0	0	0	0	6
		Sul	0	6	0	0	0	6
		PC	0	0	6	0	0	6
		CV	0	0	0	4	0	4
		SC	0	0	0	1	5	6
	%							
		BC	100,0	,0	,0	,0	,0	100,0
		Sul	,0	100,0	,0	,0	,0	100,0
		PC	,0	,0	100,0	,0	,0	100,0
		CV	,0	,0	,0	100,0	,0	100,0
		SC	,0	,0	,0	16,7	83,3	100,0

BC = Serra da Bocaina, São José do Barreiro/SP (**localidade tipo**); Sul = Estado do Rio Grande do Sul e Uruguai; PC = Poços de Caldas/MG; CV = Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás/GO; SC = Serra da Canastra, São Roque de Minas/MG.

APÊNDICE III

Tabela A3. Valores numéricos da morfometria da população *Scinax berthae* ‘Itatiba’.

	♂♂ (n=10)										♀ (n=1)		
	AAG-UFU 33	AAG-UFU 361	AAG-UFU 362	AAG-UFU 363	AAG-UFU 364	AAG-UFU 365	AAG-UFU 381	AAG-UFU 382	AAG-UFU 398	AAG-UFU 4941	Média±SD	Range	AAG-UFU 57
SVL	17.0	19.8	19.2	20.1	17.9	18.9	18.9	18.7	18.5	18.0	18.7±0.9	17.0–20.1	26.2
HL	6.8	6.9	6.8	6.7	6.6	6.3	7.4	7.1	6.8	6.3	6.8±0.3	6.3–7.4	9.2
HW	5.9	6.2	6.3	6.2	5.9	6.4	6.8	6.2	6.0	6.2	6.2±0.3	5.9–6.8	8.5
FAL	3.7	3.7	4.2	4.1	3.7	3.8	3.8	3.7	4.0	3.6	3.8±0.2	3.6–4.2	5.4
HAL	4.4	5.0	5.0	4.9	4.1	5.1	4.4	4.3	4.6	5.0	4.7±0.4	4.1–5.1	4.4
END	1.6	1.7	1.9	1.9	1.8	1.9	2.0	2.0	1.7	1.7	1.8±0.1	1.6–2.0	2.4
IND	1.5	1.6	1.7	1.8	1.4	1.6	1.8	1.6	1.6	1.7	1.6±0.1	1.4–1.8	2.0
ED	1.8	2.1	2.0	2.3	1.8	1.9	2.3	1.9	2.0	2.1	2.0±0.2	1.8–2.3	2.6
ESD	2.4	2.8	3.0	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	2.6	2.4	2.8±0.2	2.4–3.0	3.7
TD	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9±0.1	0.8–1.0	1.4
THL	9.1	8.9	9.9	9.1	8.7	9.4	9.3	9.3	9.4	9.6	9.3±0.3	8.7–9.9	13.0
TBL	9.5	9.4	9.7	9.7	8.9	9.7	9.3	9.4	9.5	9.9	9.5±0.3	8.9–9.9	13.1
FL	7.9	8.0	8.2	7.6	7.3	8.0	7.9	7.5	7.7	7.7	7.8±0.3	7.3–8.2	11.8
3° FW	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9±0.1	0.8–0.9	1.4
4° TW	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9±0.1	0.8–0.9	1.4

APÊNDICE IV

Tabela A4. Valores numéricos da morfometria de *Scinax berthae*.

	♂♂ (n=6)								♀♀ (n=2)			
	BB 905	BB 916	JFI 204	JFI 209	JFI 214	JFI 216	Média±SD	Range	BB 04	BB 913	Média±SD	Range
SVL	19.1	19.0	19.5	21.0	19.4	20.3	19.7±0.8	19.0–21.0	24.1	23.0	23.6±0.8	23.0–24.1
HL	9.3	7.6	9.2	9.4	7.2	7.1	8.3±1.1	7.1–9.4	9.0	8.1	8.6±0.6	8.1–9.0
HW	6.4	6.2	6.7	6.9	6.1	6.7	6.5±0.3	6.1–6.9	7.9	7.2	7.6±0.5	7.2–7.9
FAL	3.6	3.6	3.9	3.9	3.9	4.2	3.9±0.2	3.6–4.2	4.9	4.4	4.7±0.4	4.4–4.9
HAL	4.9	4.9	5.3	5.6	4.8	5.5	5.2±0.3	4.8–5.6	5.6	5.4	5.5±0.1	5.4–5.6
END	1.9	2.1	1.8	2.3	2.3	2.2	2.1±0.2	1.8–2.3	2.6	2.3	2.5±0.2	2.3–2.6
IND	1.6	1.8	1.6	1.7	1.5	1.6	1.6±0.1	1.5–1.8	2.2	1.9	2.1±0.2	1.9–2.2
ED	1.8	1.8	1.6	1.8	1.6	1.9	1.8±0.1	1.6–1.9	2.1	1.8	2.0±0.2	1.8–2.1
ESD	2.9	3.0	2.7	3.4	3.3	3.1	3.1±0.3	2.7–3.4	3.6	3.3	3.5±0.2	3.3–3.6
TD	1.1	0.9	1.1	1.1	1.0	0.9	1.0±0.1	0.9–1.1	1.3	1.2	1.3±0.1	1.2–1.3
THL	8.8	9.5	9.8	10.1	9.9	10.0	9.7±0.5	8.8–10.1	11.6	11.1	11.4±0.4	11.1–11.6
TBL	9.6	9.6	9.8	10.3	9.9	10.2	9.9±0.3	9.6–10.3	11.6	10.9	11.3±0.5	10.9–11.6
FL	8.2	7.8	8.0	8.4	7.7	8.3	8.1±0.3	7.7–8.4	9.7	9.3	9.5±0.3	9.3–9.7
3° FW	0.8	0.9	0.9	0.9	0.7	0.8	0.8±0.1	0.7–0.9	1.3	1.1	1.2±0.1	1.1–1.3
4° TW	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8±0.1	0.7–0.9	1.1	1.1	1.1±0	1.1

Abreviações:

SVL (snout vent length); HL (head length); HW (head width); FAL (forearm length); HAL (hand length); END (eye nostril distance); IND (inter-narial distance); ED (eye diameter); ESD (); TD (tympanum diameter); THL (tigh length); TBL (tibia length); FL (foot length); 3°FW (3° finger width); 4°TW (4° toe width).

AAG-UFU= Coleção de Anuros Ariovaldo A. Giaretta da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais.

BB e JFI= Coleção do Museu Argentino de Ciencias Naturales, Buenos Aires, Argentina.

Suplemento – Arquivos Sonoros Analisados:

Espécie, nome/número de registros gravados, data e localidade (quando disponíveis) são informados.

Espécie	Arquivo Sonoro/ Data de gravação	Localidade
<i>Scinax acuminatus</i>	Scinax_acuminatusMS1aLM_AAGmt; (12/2010) Scinax_acuminatusMS1cLM_AAGmt; (12/2010) Scinax_acuminatusMS2aLM_AAGmt; (12/2010) Scinax_acuminatusMS2bLM_AAGmt; (12/2010)	Aquidauana, Mato Grosso do Sul (MS), Brasil
<i>Scinax acuminatus</i>	Scinax_nasicus_e_S_acuminatus__FLSouza; (10/2008)	Porto Murinho (MS), Brasil
<i>Scinax albicans</i>	Scinax_albicansTeresopRJ6aLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_albicansTeresopRJ6bLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_albicansTeresopRJ12aLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_albicansTeresopRJ12bLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_albicansTeresopRJ12cLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_albicansTeresopRJ13aLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_albicansTeresopRJ13bLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_albicansTeresopRJ13cLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_albicansTeresopRJ13dLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_albicansTeresopRJ15aLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_albicansTeresopRJ15bLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_albicansTeresopRJ15cLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_albicansTeresopRJ17aLM_AAGmt; (01/2011) Scinax_albicansTeresopRJ17cLM_AAGmt; (01/2011) Scinax_albicansTeresopRJ17dLM_AAGmt; (01/2011) Scinax_albicansTeresopRJ17eLM_AAGmt; (01/2011) Scinax_albicansTeresopRJ17fLM_AAGmt; (01/2011) Scinax_albicansTeresopRJ17gLM_AAGmt; (01/2011)	Parque Nacional (PARNA) da Serra dos Órgãos, Teresópolis, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
<i>Scinax aromothyella</i>	Scinax_aromothyella_R103b_San_Vicente; (2012)	San Vicente, Argentina

	Scinax_aromothyella_R104a_San_Vicente; (2012) Scinax_aromothyella_R104b_San_Vicente; (2012) Scinax_aromothyella_R105_San_Vicente; (2012)	- registros gentilmente cedidos por V. Zaracho
<i>Scinax berthae</i>	Scinax_berthae_R131a_Bonpland; (2012)	- registros gentilmente cedidos por V. Zaracho
<i>Scinax berthae</i> 'Itatiba'	Scinax_ItatibaSP1aAAGmt; (12/2009) Scinax_ItatibaSP1bAAGmt; (12/2009) Scinax_ItatibaSP1cAAGmt; (12/2009) Scinax_ItatibaSP1dAAGmt; (12/2009) Scinax_ItatibaSP1eAAGmt; (12/2009)	Itatiba, São Paulo (SP), Brasil
<i>Scinax boesemani</i>	Faixa 46 - <i>Scinax boesemani</i> , CD Tailless Amphibian of French Guiane, Marty & Gaucher (1999)	Guiana Francesa
<i>Scinax boesemani</i>	Scinax_boesemaniManausAM1aLM_AAGmt; (01/2012); Scinax_boesemaniManausAM2aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_boesemaniManausAM3aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_boesemaniManausAM4aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_boesemaniManausAM5aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_boesemaniManausAM7aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_boesemaniManausAM9aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_boesemaniManausAM10aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_boesemaniManausAM11bLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_boesemaniManausAM12bLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_boesemaniManausAM13aLM_AAGmt; (01/2012)	Reserva Ducke, Manaus, Amazonas (AM), Brasil
<i>Scinax boulengeri</i>	Faixa 31 - <i>Scinax boulengeri</i> , Vocalizations of frogs and toads from Barro Colorado Nature Monument; Ibáñez et al., (1999)	Barro Colorado, Panama
<i>Scinax caldarum</i>	Scinax_caldarPocosMG2bAAGmt; (10/2008) Scinax_caldarPocosMG3aLM_AAGmt; (10/2008) Scinax_caldarPocosMG3bLM_AAGmt; (10/2008)	Andradas e Poços de Caldas, Minas Gerais (MG), Brasil

	Scinax_caldarPocosMG4aLM_AAAGmt; (10/2008) Scinax_caldarPocosMG5aLM_AAAGmt; (10/2008) Scinax_caldarPocosMG6aLM_AAAGmt; (10/2008) Scinax_caldarPocosMG7aLM_AAAGmt; (10/2008) Scinax_caldarPocosMG8aAAAGmt; (01/2009) Scinax_caldarPocosMG9bAAAGmt; (01/2009)	
<i>Scinax canastrensis</i>	Scinax_canastrPerdizesMG1aAAAGmt; (10/2009) Scinax_canastrPerdizesMG2aAAAGmt; (10/2009) Scinax_canastrPerdizesMG3aAAAGmt; (10/2009) Scinax_canastrPerdizesMG3bAAAGmt; (10/2009) <u>Scinax_canastrPerdizesMG4aAAAGmt; (12/2011)</u> <u>Scinax_canastrPerdizesMG4bAAAGmt; (12/2011)</u>	Estação Ambiental Galheiro, Perdizes (MG), Brasil
<i>Scinax catharinae</i>	A. Kwet, <u>Scatharinae01</u> ; (02/1997) A. Kwet, <u>Scatharinae01</u> ; (02/1997)	Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul (RS), Brasil
<i>Scinax catharinae</i>	A. Kwet, <u>Scatharinae03</u> ; (20/2002) A. Kwet, <u>ScatharinaePnanus01</u> ; (20/2002)	Florianópolis (sul da ilha - Naufragados), Santa Catarina (SC), Brasil
<i>Scinax crospedospilus</i>	Scinax_crospedosSP1aAAAGmt; (10/2009) Scinax_crospedosSP1aAAAGmt; (10/2009)	Parque Florestal do Itapetinga, Atibaia (SP), Brasil
<i>Scinax crospedospilus</i>	Scinax_crospedosTeresopRJ4bLM_AAAGmt; (01/2011) Scinax_crospedosTeresopRJ5bLM_AAAGmt; (01/2011) Scinax_crospedosTeresopRJ7cLM_AAAGmt; (01/2011) Scinax_crospedosTeresopRJ7dLM_AAAGmt; (01/2011) Scinax_crospedosTeresopRJ8aLM_AAAGmt; (01/2011) Scinax_crospedosTeresopRJ8bLM_AAAGmt; (01/2011) Scinax_crospedosTeresopRJ9dLM_AAAGmt; (01/2011)	Vale da Revolta, Teresópolis (RJ), Brasil
<i>Scinax cuspidatus</i>	Scinax_cuspidatusMageRJ1aLM_AAAGmt; (12/2011)	RPPN Reserva Campo Escoteiro, Guapimirim (RJ), Brasil

	Scinax_cuspidatusMagerJ2aLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_cuspidatusMagerJ3aLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_cuspidatusMagerJ3bLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_cuspidatusMagerJ4bLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_cuspidatusMagerJ5aLM_AAGmt; (12/2011)	
<i>Scinax cuspidatus</i>	Faixa 33 - <i>Scinax cuspidatus</i> , CD Guia Interativo dos Anfíbios Anuros da Mata Atlântica; Toledo & Haddad (2008).	Conceição da Barra, Espírito Santo (ES), Brasil
<i>Scinax duartei</i>	Scinax_duarteiItatiaiaRJ1aLM_AAGmt; (09/2009) Scinax_duarteiItatiaiaRJ2aLM_AAGmt; (09/2009)	Brejo da Lapa, Parque Nacional do Itatiaia, Itatiaia (RJ), Brasil
<i>Scinax duartei</i> 'Bocaina'	Scinax_fruticulturaBocainaSP1aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_fruticulturaBocainaSP2aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_fruticulturaBocainaSP3aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_fruticulturaBocainaSP4aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_fruticulturaBocainaSP5aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_fruticulturaBocainaSP6aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_fruticulturaBocainaSP6bLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_fruticulturaBocainaSP7aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_fruticulturaBocainaSP10bAAGmt; (01/2012) Scinax_fruticulturaBocainaSP11aAAGmt; (01/2012) Scinax_fruticulturaBocainaSP12aAAGmt; (01/2012)	PARNA Serra da Bocaina, São José do Barreiro (SP), Brasil
<i>Scinax elaeochrous</i>	W. E. Duellman, coleção FonoZoo nº 6986; (05/1961) W. E. Duellman, coleção FonoZoo nº 6987; (05/1961) W. E. Duellman, coleção FonoZoo nº 6988; (05/1961)	Limón, Costa Rica
<i>Scinax elaeochrous</i>	W. E. Duellman, coleção FonoZoo nº 6994; (06/1961)	Heredia, Costa Rica
<i>Scinax elaeochrous</i>	W. E. Duellman, coleção FonoZoo nº 7315; (08/1965)	Puntaneras, Costa Rica
<i>Scinax eurydice</i>	Scinax_eurydAtibaiaSP1eAAGmt; (12/2009)	Parque Florestal do Itapetinga, Atibaia (SP), Brasil
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Scinax_fuscomUberMG1aAAGb; (01/2005)	Clube de Caça & Pesca, Uberlândia (MG), Brasil

	Scinax_fuscomUberMG2aAAGb; (sem data) Scinax_fuscomUberMG3aAAGmt; (01/2009) Scinax_fuscomUberMG4aAAGmt; (sem data)	
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Scinax_fuscomUberMG6cLM_AAGmt; (12/2009)	Uberlândia (MG), Brasil
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Scinax_fuscomUberMG8aLM_AAGmt; (10/2010)	Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG), Brasil
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Scinax_fuscomMG2bCipoTRCmt; (11/2010) Scinax_fuscomMG3aCipoTRCmt; (11/2010)	PARNA Serra do Cipó (MG), Brasil
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Scinax_fuscomMG1aJuatubaTRC_AAGmt; (02/2011) Scinax_fuscomMG2aJuatubaTRC_AAGmt; (02/2011)	Juatuba (MG), Brasil
<i>Scinax fuscomarginatus</i> ‘Pequena’	Scinax_fuscomPequMG2aAAGmt; (01/2009) Scinax_fuscomPequMG3aAAGmt; (01/2009) Scinax_fuscomPequMG6aAAGmt; (01/2009) Scinax_fuscomPequMG7aAAGmt; (01/2005) Scinax_fuscomPequMG9aAAGmt; (01/2009) Scinax_fuscomPequMG10aAAGmt; (01/2010)	Uberlândia (MG), Brasil
<i>Scinax fuscomarginatus</i> ‘Aquidauana’	Scinax_fuscomPequMS1bLM_AAGmt; (12/2010) Scinax_fuscomPequMS2aLM_AAGmt; (12/2010) Scinax_fuscomPequMS3aLM_AAGmt; (12/2010) Scinax_fuscom_PequMS5aLM_AAGmt; (12/2010)	Aquidauana (MS), Brasil
<i>Scinax fuscomarginatus</i> ‘MT’	Scinax_fuscomPontAraguMT1aAAGm; (02/2012) Scinax_fuscomPontAraguMT2aAAGm; (02/2012) Scinax_fuscomPontAraguMT3aAAGm; (02/2012)	Pontal do Araguaia, Mato Grosso (MT), Brasil
<i>Scinax fuscomarginatus</i> ‘MT’	Scinax_fuscomBarraGarcaMT1aAAGmt; (02/2010) Scinax_fuscomBarraGarcaMT4cAAGmt; (02/2010)	Barra do Garça (MT), Brasil
<i>Scinax fuscomarginatus</i> ‘Veadeiros’	Scinax_fuscomVeadGO1aAAGm671; (12/2011) Scinax_fuscomVeadGO1aAAGm671; (12/2011)	Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás, Goiás (GO), Brasil

<i>Scinax fuscomarginatus</i> 'BA'	Scinax_fuscomPeqBarreirasBA1aAPRmt; (01/2010) Scinax_fuscomPeqBarreirasBA2aAPRmt; (01/2010)	Parque Estadual do Rio Preto, Formosa do Rio Preto, Bahia (BA), Brasil registros amigavelmente cedido por A. P. Rodrigues.
<i>Scinax fuscovarius</i>	Scinax_fuscovaMG12aAAGmt; (10/2010)	Araguari (MG), Brasil
<i>Scinax fuscovarius</i>	Scinax_fuscovaMG2aLM_AAGb; (12/2007) Scinax_fuscovaMG3aAAGmt; (10/2008) Scinax_fuscovaMG4aLM_AAGb; (12/2007) Scinax_fuscovaMG10aAAGmt; (01/2010)	Uberlândia (MG), Brasil
<i>Scinax fuscovarius</i>	Scinax_fuscovaSP8aAAGmt; (10/2009)	Parque Florestal do Itapetinga, Atibaia (SP), Brasil
<i>Scinax fuscovarius</i>	Scinax_fuscovaVeadGO1aAAGmt; (12/2010) Scinax_fuscovaVeadGO2aAAGmt; (12/2010)	Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás (GO), Brasil
<i>Scinax fuscovarius</i>	Scinax_fuscovaGO5aAAGmt; (12/2008)	Parque Estadual da Serra de Caldas Novas; Caldas Novas (GO), Brasil
<i>Scinax fuscovarius</i>	Scinax_fuscovaPirenopolisGO1bAAGmt; (02/2011) Scinax_fuscovaPirenopolisGO2bAAGmt; (02/2011) Scinax_fuscovaPirenopolisGO3bAAGmt; (02/2011)	Pirenópolis (GO), Brasil
<i>Scinax fuscovarius</i>	Scinax_fuscovaUruacuGO1aAAGmt; (01/2012)	Uruaçu (GO), Brasil
<i>Scinax fuscovarius</i>	A. Kwet, Sfuscovarius12; (01/2006)	Itá, Santa Catarina State (SC), Brasil
<i>Scinax fuscovarius</i>	A. Kwet, Sfuscovarius03; (12/1996)	Parque do Turvo, Derrubadas (RS), Brasil
<i>Scinax fuscovarius</i>	A. Kwet, Sfuscovarius09; (01/2002)	Santa Cruz do Sul (RS), Brasil
<i>Scinax fuscovarius</i>	A. Kwet, SgranulatusSfuscovarius01; (01/2001)	Candiota (RS), Brasil
<i>Scinax fuscovarius</i>	A. Kwet, Sfuscovarius11; (10/2003) A. Kwet, SgranulatusSfuscov02; (10/2003)	Próximo a Tranqueras, Departamento Rivera, Uruguai
<i>Scinax fuscovarius</i> 'Poços'	Scinax_aff_fuscovariusPocosMG1aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_aff_fuscovariusPocosMG2aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_aff_fuscovariusPocosMG3aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_aff_fuscovariusPocosMG5aLM_AAGmt; (01/2012)	Poços de Caldas (MG), Brasil

<i>Scinax fuscovarius</i>	Faixa 73 – CD Guía sonora de las ranas y sapos de Bolivia; Márquez et al., (2002)	Bolivia
<i>Scinax garbei</i> ‘Manaus’	Scinax_aff_garbeiManausAM1bLM_AAGmt; (02/2012) Scinax_aff_garbeiManausAM1dLM_AAGmt; (02/2012)	Manaus (AM), Brasil
<i>Scinax garbei</i>	Faixa 40 - <i>Scinax garbei</i> ; Frogs of Tambopata, Peru; Cocroft et al., (2001)	Tambopata, Peru
<i>Scinax granulatus</i>	A. Kwet, Sgranulatus03; (11/1995) A. Kwet, Sgranulatus04; (11/1995) A. Kwet, Sperereca and Scinax granulatus; (01/1997) A. Kwet, SgranSpereDminut01; (10/1996) A. Kwet, Sgranulatus06; (10/1996)	Reserva Pró-Mata; São Francisco de Paula (RS), Brasil
<i>Scinax granulatus</i>	A. Kwet, Sgranulatus01; (10/1997)	Ipanema, Porto Alegre (RS), Brasil
<i>Scinax granulatus</i>	A. Kwet, Sgranulatus08; (01/1998)	Viamão - próximo a Porto Alegre (RS), Brasil
<i>Scinax granulatus</i>	A. Kwet, PcuvieriSgranulatus01; (11/1996) A. Kwet, SgranulatusSfuscovarius01; (01/2001)	Próximo a Candiota (RS), Brasil
<i>Scinax granulatus</i>	A. Kwet, Sgranulatus15; (11/2003)	Próximo à praia Pântano do Sul, Florianópolis (SC), Brasil
<i>Scinax granulatus</i>	A. Kwet, Sgranulatus16; (11/2004)	Caçador (SC), Brasil
<i>Scinax granulatus</i>	A. Kwet, SgranulatusSperereca01; (01/2006)	Lebon Régis (RS), Brasil
<i>Scinax granulatus</i>	A. Kwet, threespchorus; (11/2002)	Próximo a Tacuarembó, Departamento Tacuarembó, Uruguai
<i>Scinax granulatus</i>	A. Kwet, HpulchellSgranulat01; (10/2002)	Próximo a Artigas, Departamento Artigas, Uruguai
<i>Scinax granulatus</i>	A. Kwet, Sgranulatus14; (10/2003)	Próximo a Tranqueras, Departamento Rivera, Uruguai
<i>Scinax hayii</i>	Scinax_hayiiAtibaiaSP2aAAGmt; (12/2009) Scinax_hayiiAtibaiaSP3aAAGmt; (02/2010) Scinax_hayiiAtibaiaSP4aAAGmt; (02/2010)	Parque Florestal do Itapetinga, Atibaia (SP), Brasil
<i>Scinax hayii</i>	Scinax_hayiiParanapiacSP1cLM_AAGmt; (01/2011)	Serra de Paranapiacaba, Santo André (SP), Brasil

	Scinax_hayiiParanapiacSP1dLM_AAGmt; (01/2011) Scinax_hayiiParanapiacSP3fLM_AAGmt; (01/2011) Scinax_hayiiParanapiacSP4aAAGm; (01/2011) Scinax_hayiiParanapiacSP5aAAGm; (01/2011)	
<i>Scinax hayii</i>	Scinax_cf_hayii_PocosMG1aAAGm; (12/2012)	Poços de Caldas (MG), Brasil
<i>Scinax hayii</i>	Scinax_hayiiCaxiasRJ1aLM_AAGmt; (01/2011) Scinax_hayiiCaxiasRJ1aLM_AAGmt; (01/2011)	Parque Natural da Taquara, Duque de Caxias (RJ), Brasil
<i>Scinax hayii</i>	Scinax_hayiiItatiaiaRJ1bLM_AAGmt; (01/2011) Scinax_hayiiItatiaiaRJ2aLM_AAGmt; (01/2011) Scinax_hayiiItatiaiaRJ5bLM_AAGmt; (01/2011) Scinax_hayiiItatiaiaRJ6bLM_AAGmt; (01/2011) Scinax_hayiiItatiaiaRJ7aLM_AAGmt; (01/2011)	PARNA Itatiaia, Itatiaia (RJ), Brasil
<i>Scinax hayii</i>	Scinax_hayiiRJ1aLM_AAGmt; (01/2011) Scinax_hayiiRJ2aLM_AAGmt; (01/2011)	PARNA Serra dos Órgãos, Teresópolis (RJ), Brasil
<i>Scinax hayii</i>	Scinax_hayiiRJ5aLM_AAGmt; (01/2011) Scinax_hayiiRJ7aLM_AAGmt; (01/2011)	Vale da Revolta, Teresópolis (RJ), Brasil
<i>Scinax hayii</i> 'Bocaina'	Scinax_hayiiBocainaSP1aAAGm671; (01/2012) Scinax_hayiiBocainaSP2aAAGm671; (01/2012) Scinax_hayiiBocainaSP3bAAGm671; (01/2012) Scinax_hayiiBocainaSP4aAAGm671; (01/2012) Scinax_hayiiBocainaSP5aAAGm671; (01/2012) Scinax_hayiiBocainaSP5bAAGm671; (01/2012) Scinax_hayiiBocainaSP6aAAGm671; (01/2012) Scinax_hayiiBocainaSP7aAAGm671; (01/2012) Scinax_hayiiBocainaSP12bLM_AAGmt; (01/2012)	PARNA Serra da Bocaina, São José do Barreiro (SP), Brasil
<i>Scinax hiemalis</i>	Scinax_hiemalSouzasSP1aAAGmt; (01/2009)	Distrito de Sousas, Campinas (SP), Brasil

	Scinax_hiernalSouzasSP2aAAGmt; (01/2009) Scinax_hiernalSouzasSP3aAAGmt; (01/2009) Scinax_hiernalSouzasSP4aAAGmt; (01/2009) Scinax_hiernalSouzasSP6aAAGmt; (01/2009) Scinax_hiernalSouzasSP8aAAGmt; (07/2009) Scinax_hiernalSouzasSP9aAAGmt; (07/2009) Scinax_hiernalSouzasSP10aAAGmt; (07/2009)	
<i>Scinax ictericus</i>	Faixa - 41 <i>Scinax ictericus</i> , Frogs of Tambopata, Peru; Cocroft et al., (2001)	Tambopata, Peru
<i>Scinax imbegue</i>	A. Kwet, Scfalterbig04; (12/2004)	Parque das Nascentes, Blumenau (SC), Brasil
<i>Scinax imbegue</i>	A. Kwet, ScfalterIbigHfaber01; (11/2004) A. Kwet, Scfalterbig03; (11/2004)	Jaraguá do Sul (SC), Brasil
<i>Scinax imbegue</i>	Scinax_alterCaxiasRJ1aLM_AAAGmt; (01/2011) Scinax_alterCaxiasRJ2aLM_AAAGmt; (01/2011) Scinax_alterCaxiasRJ3bLM_AAAGmt; (01/2011) Scinax_alterCaxiasRJ4aLM_AAAGmt; (01/2011)	Parque Natural da Taquara, Duque de Caxias (RJ), Brasil
<i>Scinax imbegue</i>	Scinax_alterMageRJ1aLM_AAAGmt;(12/2011)	RPPN Reserva Campo Escoteiro, Guapimirim (RJ), Brasil
<i>Scinax imbegue</i>	Scinax_alterUbatubaSP1aAAGmt; (12/2008) Scinax_alterUbatubaSP1aAAGmt; (01/2009)	Ubatuba, São Paulo (SP), Brasil
<i>Scinax imbegue</i>	Scinax_alterPariqueraSP1aLM_AAAGmt; (01/2010) Scinax_alterPariqueraSP3aLM_AAAGmt; (01/2010) Scinax_alterPariqueraSP5aLM_AAAGmt; (01/2010) Scinax_alterPariqueraSP5aLM_AAAGmt; (01/2010)	Pariquera (SP), Brasil
<i>Scinax longilineus</i>	Scinax_longilineusPocosMG17aAAGm; (03/2011) Scinax_longilineusPocosMG19aAAGm; (03/2011) Scinax_longilineusPocosMG1aIAH_LM_AAAGt; (10/2012)	Poços de Caldas (MG), Brasil

	<p>Scinax_longilineusPocosMG1bIAH_LM_AAGt; (10/2012)</p> <p>Scinax_longilineusPocosMG2aIAH_LM_AAGt; (10/2012)</p> <p>Scinax_longilineusPocosMG2bIAH_LM_AAGt; (10/2012)</p> <p>Scinax_longilineusPocosMG3aIAH_LM_AAGt; (10/2012)</p> <p>Scinax_longilineusPocosMG4aIAH_LM_AAG; (10/2012)</p> <p>Scinax_longilineusPocosMG4bIAH_LM_AAG; (10/2012)</p> <p>Scinax_longilineusPocosMG5aIAH_LM_AAG; (10/2012)</p> <p>Scinax_longilineusPocosMG5bIAH_LM_AAG; (10/2012)</p>	
<i>Scinax maracaya</i>	<p>Scinax_maracayaCanastraMG1aLBM_AAGmt; (12/2010)</p> <p>Scinax_maracayaCanastraMG1aLM_AAGmt; (12/2010)</p> <p>Scinax_maracayaCanastraMG1cLM_AAGmt; (12/2010)</p> <p>Scinax_maracayaCanastraMG1cTRC_AAGmt; (12/2010)</p> <p>Scinax_maracayaCanastraMG1dLM_AAGmt; (12/2010)</p> <p>Scinax_maracayaCanastraMG2aLM_AAGmt; (11/2011)</p> <p>Scinax_maracayaCanastraMG3bLM_AAGmt; (11/2011)</p> <p>Scinax_maracayaCanastraMG5aLM_AAGmt; (11/2011)</p> <p>Scinax_maracayaCanastraMG6aLM_AAGmt; (11/2011)</p> <p>Scinax_maracayaCanastraMG7dLM_AAGmt; (11/2011)</p> <p>Scinax_maracayaCanastraMG8aLM_AAGmt; (11/2011)</p> <p>Scinax_maracayaSerradaCanastraMGBFVT_MTC1a; (11/2011)</p>	Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas (MG), Brasil
<i>Scinax nasicus</i>	<p>Scinax_nasicusMS1dLM_AAGmt; (12/2010);</p> <p>Scinax_nasicusMS2bLM_AAGmt; (12/2010)</p> <p>Scinax_nasicusMS3aLM_AAGmt; (12/2010)</p> <p>Scinax_nasicusMS4bLM_AAGmt; (12/2010)</p>	Aquidauana (MS), Brasil
<i>Scinax nasicus</i>	Faixa 75 - <i>Scinax nasicus</i> , CD 1 Guía sonora de las ranas y sapos de Bolivia; Márquez et al., (2002)	Puerto Almacén, Bolívia
<i>Scinax nasicus</i>	Faixa 51 - <i>Scinax nasica</i> , Fita cassette Catalogue of the	Ituzaingó, Corrientes

	voices of Argentine amphibians; Straneck et al., (1993); (11/1988)	
<i>Scinax nebulosus</i>	Scinax_nebulosusBelemPA1aTRC_AAGmt; (01/2011) Scinax_nebulosusBelemPA1bTRC_AAGmt; (01/2011) Scinax_nebulosusBelemPA2aTRC_AAGmt; (01/2011) Scinax_nebulosusBelemPA3aTRC_AAGmt; (01/2011) Scinax_nebulosusBelemPA4aTRC_AAGmt; (01/2011)	Embrapa, Belém, Pará (PA), Brasil
<i>Scinax nebulosus</i>	Faixa 48 <i>Scinax nebulosus</i> , CD Tailless Amphibians of French Guiana; faixa 48; Marty & Gaucher (1999)	Guiana Francesa
<i>Scinax pedromedinae</i>	Faixa - 42 <i>Scinax pedromedinae</i> , CD Frogs of Tambopata, Peru; Cocroft et al., (2001)	Tambopata, Peru
<i>Scinax pedromedinae</i>	W. E. Duellman; 7838_WEDuellman/FonoZoo	Peru
<i>Scinax perereca</i>	Scinax_pererecaJureiaSP1bLM_AAGmt; (02/2011) Scinax_pererecaJureiaSP2aLM_AAGmt; (02/2011) Scinax_pererecaJureiaSP3bLM_AAGmt; (02/2011) Scinax_pererecaJureiaSP4aLM_AAGmt; (02/2011)	Estação Ecológica Juréia-Itatins, Peruíbe (SP), Brasil
<i>Scinax perereca</i>	Scinax_pererecaUbatubaSP1aAAGb; (02/2008) Scinax_pererecaUbatubaSP2aAAGb; (02/2008) Scinax_pererecaUbatubaSP3aAAGb; (12/2008)	Ubatuba (SP), Brasil
<i>Scinax perereca</i>	A. Kwet, Polfersi04; (11/2003)	Próximo a BR 376, Guaratuba, Paraná (PR), Brasil
<i>Scinax perereca</i>	A. Kwet, Sperereca10; (10/2002) A. Kwet, Sperereca11; (10/2002) A. Kwet, Sperereca13; (10/2002) A. Kwet, Sperereca14; (10/2002)	Florianópolis (SC), Brasil
<i>Scinax perereca</i>	A. Kwet, threespchorus20; (01/2006)	Pirabeiraba (SC), Brasil
<i>Scinax perereca</i>	A. Kwet, Sperereca09; (10/2002)	São Martinho (SC), Brasil
<i>Scinax perereca</i>	A. Kwet, SgranSpereDminut01; (10/1996)	Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula (RS), Brasil

	voices of Argentine amphibians; Straneck et al., (1993); (11/1988)	
<i>Scinax nebulosus</i>	Scinax_nebulosusBelemPA1aTRC_AAGmt; (01/2011) Scinax_nebulosusBelemPA1bTRC_AAGmt; (01/2011) Scinax_nebulosusBelemPA2aTRC_AAGmt; (01/2011) Scinax_nebulosusBelemPA3aTRC_AAGmt; (01/2011) Scinax_nebulosusBelemPA4aTRC_AAGmt; (01/2011)	Embrapa, Belém, Pará (PA), Brasil
<i>Scinax nebulosus</i>	Faixa 48 <i>Scinax nebulosus</i> , CD Tailless Amphibians of French Guiana; faixa 48; Marty & Gaucher (1999)	Guiana Francesa
<i>Scinax pedromedinae</i>	Faixa - 42 <i>Scinax pedromedinae</i> , CD Frogs of Tambopata, Peru; Cocroft et al., (2001)	Tambopata, Peru
<i>Scinax pedromedinae</i>	W. E. Duellman; 7838_WEDuellman/FonoZoo	Peru
<i>Scinax perereca</i>	Scinax_pererecaJureiaSP1bLM_AAGmt; (02/2011) Scinax_pererecaJureiaSP2aLM_AAGmt; (02/2011) Scinax_pererecaJureiaSP3bLM_AAGmt; (02/2011) Scinax_pererecaJureiaSP4aLM_AAGmt; (02/2011)	Estação Ecológica Juréia-Itatins, Peruíbe (SP), Brasil
<i>Scinax perereca</i>	Scinax_pererecaUbatubaSP1aAAGb; (02/2008) Scinax_pererecaUbatubaSP2aAAGb; (02/2008) Scinax_pererecaUbatubaSP3aAAGb; (12/2008)	Ubatuba (SP), Brasil
<i>Scinax perereca</i>	A. Kwet, Polfersi04; (11/2003)	Próximo a BR 376, Guaratuba, Paraná (PR), Brasil
<i>Scinax perereca</i>	A. Kwet, Sperereca10; (10/2002) A. Kwet, Sperereca11; (10/2002) A. Kwet, Sperereca13; (10/2002) A. Kwet, Sperereca14; (10/2002)	Florianópolis (SC), Brasil
<i>Scinax perereca</i>	A. Kwet, threespchorus20; (01/2006)	Pirabeiraba (SC), Brasil
<i>Scinax perereca</i>	A. Kwet, Sperereca09; (10/2002)	São Martinho (SC), Brasil
<i>Scinax perereca</i>	A. Kwet, SgranSpereDminut01; (10/1996)	Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula (RS), Brasil

	A. Kwet, Sperereca02; (10/1997) A. Kwet, Sperereca05; (12/1996)	
<i>Scinax proboscideus</i>	Faixa 49 <i>Scinax proboscideus</i> , CD Tailless Amphibians of French Guiana; Marty & Gaucher (1999)	Guiana Francesa
<i>Scinax quinquefasciatus</i>	S. Ron, LS1-0572; (02/2011) S. Ron, LS1-0575; (02/2011) S. Ron, LS1-1572; (02/2011)	Província Manabí, 5-10 Km de Pedernales, Equador
<i>Scinax rizibilis</i>	A. Kwet, threespchorus21; (01/2006)	Pirabeiraba (SC), Brasil
<i>Scinax rizibilis</i> 'RS'	A. Kwet, Srizibilis01; (12/1997)	Terra de Areia (RS), Brasil
<i>Scinax rogerioi</i>	Scinax_rogerioiVeadGO1bAAGm671; (12/2011) Scinax_rogerioiVeadGO2aAAGm671; (12/2011)	Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás (GO), Brasil
<i>Scinax rostratus</i>	Faixa 30 - <i>Scinax boulengeri</i> , CD Vocalizations of frogs and toads from Barro Colorado Nature Monument; Ibáñez et al., (1999)	Barro Colorado, Panama
<i>Scinax ruber</i>	Faixa 29 - <i>Scinax ruber</i> , CD Vocalizations of frogs and toads from Barro Colorado Nature Monument; Ibáñez et al., (1999)	Barro Colorado, Panama
<i>Scinax ruber</i>	Faixa 56 - <i>Scinax ruber</i> , CD Frogs of the Ecuadorian Amazon; Read (2000)	Equador
<i>Scinax ruber</i>	Faixa 50 - <i>Scinax ruber</i> , CD Tailless Amphibian of French Guiane; Marty & Gaucher (1999)	Guiana Francesa
<i>Scinax ruber</i>	Faixa 43 - <i>Scinax ruber</i> , CD Frogs of Tambopata, Peru; Cocroft et al., (2001)	Tambopata, Peru
<i>Scinax ruber</i>	Faixa 78 - <i>Scinax ruber</i> , CD Guía sonora de las ranas y sapos de Bolivia; Márquez et al., (2002)	Bolivia
<i>Scinax ruber</i> 'Manaus'	Scinax_aff_ruberManausAM1dLM_AAGmt; (02/2012) Scinax_aff_ruberManausAM2fLM_AAGmt; (02/2012) Scinax_aff_ruberManausAM3dLM_AAGmt; (02/2012) Scinax_aff_ruberManausAM4bLM_AAGmt; (02/2012)	Manaus (AM), Brasil

	Scinax_aff_ruberManausAM7bLM_AAGmt; (02/2012) Scinax_aff_ruberManausAM10aLM_AAGmt; (02/2012) Scinax_aff_ruberManausAM11aLM_AAGmt; (02/2012) Scinax_aff_ruberManausAM12aLM_AAGmt; (02/2012) Scinax_aff_ruberManausAM13aLM_AAGmt; (02/2012)	
<i>Scinax similis</i>	M. Bilate, similis1_MBilate M. Bilate, similis2_MBilate	RPPN Campo Escoteiro, Guapimirim (RJ), Brasil
<i>Scinax squalirostris</i>	Scinax_squalirBocainaSP1cAAGm671; (01/2012) Scinax_squalirBocainaSP2cAAGm671; (01/2012) Scinax_squalirBocainaSP3aAAGm671; (01/2012) Scinax_squalirBocainaSP4bLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_squalirBocainaSP6aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_squalirBocainaSP6cLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_squalirBocainaSP8bLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_squalirBocainaSP9aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_squalirBocainaSP11aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_squalirBocainaSP12aLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_squalirBocainaSP13bLM_AAGmt; (01/2012)	PARNA Serra da Bocaina, São José do Barreiro (SP), Brasil
<i>Scinax squalirostris</i> 'Canastra'	Scinax_squalCanasMG3eLM_AAGmt; (11/2010) Scinax_squalCanasMG4aLM_AAGmt; (11/2010) Scinax_squalCanasMG8aLM_AAGmt; (11/2010) Scinax_squalCanasMG9aLM_AAGmt; (11/2010) Scinax_squalCanasMG10aLM_AAGmt; (11/2010) Scinax_squalCanasMG12bLM_AAGmt; (11/2010) Scinax_squalCanasMG13aLM_AAGmt; (11/2010) Scinax_squalCanasMG14aLM_AAGmt; (11/2010) Scinax_squalCanasMG15aLM_AAGmt; (11/2010)	PARNA Serra da Canastra, São José do Barreiro (MG), Brasil

	Scinax_squalCanasMG16aLM_AAGmt; (11/2010) Scinax_squalCanasMG17aLM_AAGmt; (11/2010) Scinax_squalCanasMG18aLM_AAGmt; (11/2010) Scinax_squalCanasMG19aLM_AAGmt; (11/2010) Scinax_squalCanasMG27aLM_AAGmt; (11/2011) Scinax_squalCanasMG28aLM_AAGmt; (11/2011) Scinax_squalCanasMG30aLM_AAGmt; (11/2011) Scinax_squalCanasMG31aLM_AAGmt; (11/2011) Scinax_squalCanasMG34aLM_AAGmt; (11/2011) Scinax_squalCanasMG35aLM_AAGmt; (11/2011) Scinax_squalCanasMG37aLM_AAGmt; (11/2011) Scinax_squalCanasMG2aTRC_AAGmt; (11/2010)	
<i>Scinax squalirostris</i> ‘Cristalina’	Scinax_squalCristalGO1aAAGm671; (12/2011) Scinax_squalCristalGO2cAAGm671; (12/2011) Scinax_squalCristalGO3aAAGm671; (12/2011) Scinax_squalCristalGO4aAAGm671; (12/2011) Scinax_squalCristalGO5aAAGm671; (12/2011) Scinax_squalCristalGO6aAAGm671; (12/2011)	Cristalina (GO), Brasil
<i>Scinax squalirostris</i> ‘Poços’	Scinax_squalPocosMG1aAAGmt; (01/2009) Scinax_squalPocosMG2bAAGmt; (01/2009) Scinax_squalPocosMG3aAAGmt; (01/2009) Scinax_squalPocosMG4cLM_AAGmt; (01/2012) Scinax_squalPocosMG5aLM_AAGmt; (01/2012)	Poços de Caldas (MG), Brasil
<i>Scinax squalirostris</i> ‘Veadeiros’	Scinax_squalVeadGO2aAAGm; (12/2010) Scinax_squalVeadGO3aAAGm; (12/2010) Scinax_squalVeadGO5cAAGm; (11/2011) Scinax_squalVeadGO6aAAGm; (11/2011)	Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás (GO), Brasil

<i>Scinax squalirostris</i> 'Sul'	Ssqualirostris04_Kwet; (11/1995) Ssqualirostris09_Kwet; (01/1999)	Reserva Pró-Mata ou proximidades, São Francisco de Paula (RS), Brasil
<i>Scinax squalirostris</i> 'Sul'	Ssqualirostris01_Kwet; (10/1997)	Rio Grande (RS), Brasil
<i>Scinax squalirostris</i> 'Sul'	Ssqualirostris11_Kwet; (02/2002)	São Borja (RS), Brasil
<i>Scinax squalirostris</i> 'Sul'	Ssqualirostris12_Kwet; (10/2002)	Próximo a Artigas, Departamento Artigas, Uruguai
<i>Scinax squalirostris</i>	Faixa 49 - <i>Scinax squalirostris</i> , Fita cassette Catalogue of the voices of Argentine amphibians; Straneck et al., (1993); (08/1982)	Iguazú, Misiones, Argentina
<i>Scinax squalirostris</i>	Faixa 43 - <i>Scinax squalirostris</i> , CD Guia Interativo dos Anfíbios Anuros da Mata Atlântica; Toledo & Haddad (2008)	Ribeirão Branco (SP), Brasil
<i>Scinax squalirostris</i>	Faixa 79 - <i>Scinax squalirostris</i> , CD Guía sonora de las ranas y sapos de Bolivia; Márquez et al., (2002)	Bolívia
<i>Scinax staufferi</i>	Faixa 28 - <i>Scinax staufferi</i> , CD Vocalizations of frogs and toads from Barro Colorado Nature Monument; Ibáñez et al., (1999)	Barro Colorado, Panama
<i>Scinax staufferi</i>	6977_WEDuellman/FonoZoo; (08/1960)	Chiapas, Mexico
	7328_WEDuellman/FonoZoo; (06/1966) 7329_WEDuellman/FonoZoo; (06/1966) 7330_WEDuellman/FonoZoo; (06/1966) 7331_WEDuellman/FonoZoo; (06/1966)	Chepo, Panama
<i>Scinax trapicheiroi</i>	Scinax_trapicheiroiRioRJ8aLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_trapicheiroiRioRJ8bLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_trapicheiroiRioRJ9aLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_trapicheiroiRioRJ10aLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_trapicheiroiRioRJ11aLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_trapicheiroiRioRJ12aLM_AAGmt; (12/2011)	Maciço da Tijuca - São Conrado, Rio de Janeiro (RJ), Brasil
<i>Scinax tupinamba</i>	Scinax_tupinambaMangaratibaRJ1bLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_tupinambaMangaratibaRJ2fLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_tupinambaMangaratibaRJ3bLM_AAGmt; (12/2011)	RPPN Rio das Pedras, Mangaratiba (RJ), Brasil

	Scinax_tupinambaMangaratibaRJ4aLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_tupinambaMangaratibaRJ5aLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_tupinambaMangaratibaRJ6aLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_tupinambaMangaratibaRJ7aLM_AAGmt; (12/2011) Scinax_tupinambaMangaratibaRJ9cLM_AAGmt; (12/2011)	
<i>Scinax tymbamirim</i>	A. Kwet, SspcfalterDsanborni02; (10/1996)	Viamão, próximo a Porto Alegre (RS), Brasil
<i>Scinax tymbamirim</i>	A. Kwet, Sspcfalter03; (12/1997)	Reserva Pró-Mata, São Francisco de Paula (RS), Brasil
<i>Scinax tymbamirim</i>	A. Kwet, Scfalter01; (10/2002)	São Martinho (SC), Brasil
<i>Scinax tymbamirim</i>	A. Kwet, Scfalter05; (10/2002) A. Kwet, Scfalter03; (12/2004)	Florianópolis (SC), Brasil
<i>Scinax uruguayus</i>	A. Kwet, Suruguayus01; (01/1997) A. Kwet, Suruguayus02; (01/1997)	Reserva Pró-Mata e proximidades, São Francisco de Paula (RS), Brasil
<i>Scinax uruguayus</i>	A. Kwet, Suruguayus03; (12/1999)	Cambará do Sul (RS), Brasil
<i>S. x-signatus</i>	Scinax_x-signaMG1aAAGmt; (12/2007) Scinax_x-signaMG2aAAGmt; (12/2007) Scinax_x-signaMG4aAAGmt; (12/2007) Scinax_x-signaMG5aAAGmt; (12/2007) Scinax_x-signaMG6aLM_AAGmt; (12/2007) Scinax_x-signaMG7aAAGmt; (12/2007)	Uberlândia (MG), Brasil
<i>S. x-signatus</i>	Scinax_x-signaMG20aAAGm; (10/2010) Scinax_x-signaMG21aAAGm; (10/2010)	Presidente Olegário (MG), Brasil
<i>S. x-signatus</i>	Scinax_x-signaMT1aAAGmt; (02/2010) Scinax_x-signaMT2aAAGmt; (02/2010) Scinax_x-signaMT3aAAGmt; (02/2010) Scinax_x-signaMT4aAAGmt; (02/2010)	Barra do Garça (MT), Brasil

	Scinax_x-signaMT5aAAGmt; (02/2010)	
<i>S. x-signatus</i>	Scinax_x-signaVeadGO2aAAGm671; (11/2011) Scinax_x-signaVeadGO2bAAGm671; (11/2011) Scinax_x-signaVeadGO3aAAGm671; (11/2011) Scinax_x-signaVeadGO4abAAGm671; (11/2011) Scinax_x-signaVeadGO4bAAGm671; (11/2011) Scinax_x-signaVeadGO4cAAGm671; (11/2011)	Chapada dos Veadeiros, Alto Paraíso de Goiás (GO), Brasil
<i>S. x-signatus</i>	Scinax_x-signaUruacuGO1aAAGm; (01/2012)	Uruaçu (GO), Brasil
<i>Scinax</i> sp. 'Cumari'	Scinax_centralCumariGO2aAAGmt; (06/2011) Scinax_centralCumariGO3aAAGmt; (06/2011) Scinax_centralCumariGO4aAAGmt; (06/2011) <u>Scinax_centralCumariGO5aAAGmt; (06/2011)</u> <u>Scinax_centralCumariGO6aAAGmt; (09/2011)</u> <u>Scinax_centralCumariGO6bAAGmt; (09/2011)</u> <u>Scinax_centralCumariGO6cAAGmt; (09/2011)</u> Scinax_centralCumariGO7aAAGmt; (09/2011) Scinax_centralCumariGO7bAAGmt; (09/2011) Scinax_centralCumariGO7cAAGmt; (09/2011)	Cumari (GO), Brasil
<i>Scinax</i> sp. 'Curvelo'	Scinax_gruporuberMG1aTRC_AAGmt; (02/2011) Scinax_gruporuberMG2aTRC_AAGmt; (02/2011) Scinax_gruporuberMG3aTRC_AAGmt; (02/2011)	Curvelo (MG), Brasil
<i>Scinax</i> sp. 'Olegário'	ScinaxPresOlegMG1bAAGm; (10/2010) ScinaxPresOlegMG1dAAGm; (10/2010)	Presidente Olegário (MG), Brasil
<i>Scinax</i> sp. 'Ubatuba'	Scinax_cf_humilisUbatubaSP7bAAGmt; (01/2010) Scinax_cf_humilisUbatubaSP7cAAGmt; (01/2010) Scinax_cf_humilisUbatubaSP7dAAGmt; (01/2010)	Ubatuba (SP), Brasil

	<u>Scinax_cf_humilisUbatubaSP8aAAGmt;</u> (12/2010) <u>Scinax_cf_humilisUbatubaSP8bAAGmt;</u> (12/2010) <u>Scinax_cf_humilisUbatubaSP8cAAGmt;</u> (12/2010) <u>Scinax_cf_humilisUbatubaSP8dAAGmt;</u> (12/2010) <u>Scinax_cf_humilisUbatubaSP8gAAGmt;</u> (12/2010) <u>Scinax_cf_humilisUbatubaSP12aAAGmt;</u> (12/2010) <u>Scinax_cf_humilisUbatubaSP12bAAGmt;</u> (12/2010) <u>Scinax_cf_humilisUbatubaSP13aAAGmt;</u> (12/2010) <u>Scinax_cf_humilisUbatubaSP14aAAGmt;</u> (12/2010)	
<i>Scinax</i> sp. 'Uberlândia'	Scinax_fuscovaMG4aLM_AAGb; (12/2007) Scinax_fuscova9aMG1AAGm; (12/2009) Scinax_sp_PangaMG1aLM_AAGmt; (10/2010)	Uberlândia (MG), Brasil

* Nomes de arquivos sublinhados indicam registros que foram filtrados antes das análises devido ao ruído de fundo presente (programa Audacity 1.3 beta).

ANEXO 1

Calls of five species of the *Scinax ruber* (Anura, Hylidae) clade from Brazil with comments on their taxonomy

Magrini, Leandro, Carvalho-e-Silva, S. P., Béda, A. F. & Giaretta, A. A. (2011)

Zootaxa, 3066: 37–51

Calls of five species of the *Scinax ruber* (Anura: Hylidae) clade from Brazil with comments on their taxonomy

LEANDRO MAGRINI^{1,2,5}, SERGIO P. DE CARVALHO-E-SILVA³,
ARLINDO F. BÉDA⁴ & ARIIVALDO A. GIARETTA²

¹Departamento de Biologia - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil. CEP: 14040-901.

²Laboratório de Taxonomia e Sistemática de Anuros Neotropicais. Facip. Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, Minas Gerais, Brazil. CEP: 38302-000. E-mail: aagiaretta@gmail.com

³Laboratório de Anfíbios e Répteis, Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil. CEP: 68044.

⁴Campus de Aquidauana, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brazil. CEP: 79200-000.

⁵Corresponding author. E-mail: leandrm@yahoo.com.br

Abstract

As currently defined, tree frogs of the genus *Scinax* comprises the most species-rich genus within Hylinae. Although in the last decades there have been an increasing number of taxonomic studies on *Scinax*, populations of several species still deserve further studies to assess their taxonomic status. The purpose of this paper is to contribute to the taxonomy and zoogeography of some species of *Scinax* from Brazil assigned to the *Scinax ruber* clade through the description/redescription of their advertisement calls. The advertisement call of *S. duartei* from topotypic specimens and the call of *S. acuminatus* are described here for the first time. The call of *S. duartei* is in disagreement with descriptions from the literature what suggests that an unnamed species is hidden under this specific name. Redescriptions of the calls of *S. crospedospilus*, *S. eurydice*, and *S. hayii* are also provided and compared with previous studies. In order to better assess the taxonomic status of species with advertisement calls that present more than one emphasized frequency, as in some species of the *Scinax ruber* clade, we recommend special attention in the descriptions of the spectral components of these calls.

Key words: Advertisement calls, *Scinax acuminatus*, *Scinax crospedospilus*, *Scinax duartei*, *Scinax eurydice*, *Scinax hayii*

Introduction

Treefrogs of the genus *Scinax* Wagler are one of the most abundant and conspicuous groups of frogs in the Neotropics (De la Riva *et al.* 1994) and, as currently defined, it represents the most species-rich (104 spp.) genus within Hylinae (Frost 2011; Faivovich *et al.* 2010; Nunes & Pombal 2011). *Scinax* species range from southern Mexico to east-central Argentina occurring in almost all major tropical and subtropical ecosystems within this region (Faivovich 2002; Frost 2011).

In the last decade there have been an increasing number of taxonomic studies on *Scinax*, with the description of 18 new species (Frost 2011; Faivovich *et al.* 2010; Nunes & Pombal 2011). Even though, as pointed out by various authors, populations of several *Scinax* species still deserve further studies to assess their taxonomic status (e.g. *S. alter*, Pombal *et al.* 1995; *S. fuscomarginatus*, Cardoso & Pombal 2010; *S. perpusillus*, Silva & Alves-Silva 2008; *S. ruber*, Fouquet *et al.* 2007; *S. x-signatus*, Pugliese *et al.* 2009), what certainly will reveal a larger number of unnamed species.

The monophyletic nature of *Scinax* is well-supported mainly by morphological and molecular characters (Duellman & Wiens 1992; Faivovich 2002; Faivovich *et al.* 2005; Wiens *et al.* 2006; Wiens *et al.* 2010). Within *Scinax*, two major clades have been recognized (Faivovich 2002; Faivovich *et al.* 2005; Wiens *et al.* 2010), the *S. catharinae* clade (to date 37 species), biogeographically associated with the Atlantic rain forest biome of Brazil,

and the *S. ruber* clade, a widespread group occurring in tropical and subtropical areas of Central and South America (to date 67 species) (Pombal *et al.* 1995; Faivovich 2002; Frost 2011).

The purpose of this paper is to contribute to the taxonomy and zoogeography of the species of *Scinax* assigned to the *Scinax ruber* clade through the description/redescription of advertisement calls of five species from Brazil based on new high quality records and new technologies of sound analysis. The advertisement call of *S. duartei* (Lutz) from topotypic specimens and the call of *S. acuminatus* (Cope) are described for the first time. The call of *S. duartei* is in disagreement with descriptions from the literature what suggests that an unnamed species is hidden under this specific name. Redescriptions of the calls of *S. crospedospilus* (Lutz), *S. eurydice* (Bokermann), and *S. hayii* (Barbour) are also provided and compared with previous studies.

Material and methods

Field work was carried out sporadically between January 2009 and December 2010 in three municipalities of southeastern and Western-Center Brazil (Minas Gerais, São Paulo and Mato Grosso do Sul States). Two males of *Scinax crospedospilus*, one of *S. eurydice* and one of *S. hayii* were recorded at Parque Florestal do Itapetinga (PFI) in Atibaia, in a mid-elevation seasonal forest in the Serra da Mantiqueira mountain range of São Paulo State (SP) (area description in Giaretta *et al.* 1999). Two males of *S. hayii* were also recorded in Itapeva, Minas Gerais State (MG). Three males of *Scinax duartei* were recorded at its type locality, at Brejo da Lapa, in the Itatiaia National Park, part of the Mantiqueira Range, in Itamonte (MG). Two males of *S. acuminatus* were recorded in Aquidauana, Mato Grosso do Sul State (MS).

The calls were recorded with a digital recorder (M-Audio Microtrack II, set at 44,100 Hz and 16 bit resolution) coupled to a directional microphone (Sennheiser ME66/K6). Recordings were analyzed with the software Sound-Ruler (Gridi-Papp 2007). Sound figures were prepared (FFT = 128 or 256; overlap = 85%) in the Seewave R package (v. 1.5.5 and 1.5.9) (Sueur *et al.* 2008, R Development Core Team 2010). Terminology of spectral parameters of the calls followed Gerhardt (1974; 1976; 1981a) and Gerhardt *et al.* (2007).

Voucher specimens of *S. crospedospilus* (AAG-UFU 4942-4943), *S. hayii* (AAG-UFU 4603-04), *S. eurydice* (AAG-UFU 4940) and *S. acuminatus* (AAG-UFU 293) are housed at the collection of frogs of the Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia (MG), Brazil. Additional *S. acuminatus* specimens examined (SVL measure) from Corumbá (MS) are housed in the CFBH collection (Célio F. B. Haddad collection, Departamento de Zoologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brazil). *Scinax duartei* vouchers were not collected and its identification is based on SPCS field experience.

Results

The measured call parameters and temperatures (air and water) of records are summarized in Table 1. Call parameters in the text are given as mean values; for temporal parameters mean is followed ($\pm$) by standard deviation. The distances between localities are given as airline distances.

Scinax acuminatus

(fig. 1A).

In Aquidauana (MS), one male of *Scinax acuminatus* (38.1 mm SVL; one male) was recorded while calling hidden on grass vegetation about the soil level at the margins of a small dammed stream and another one while calling perched on a tree trunk about 0.2 m above soil at the margins of a natural swamp area (ca. 20°28'S, 55°46'W, 150 m asl).

The advertisement call (fig. 2A; Table 1) consists of a single note, with a mean of 32.6 pulses per call, practically without inter-pulse interval. The calls had a mean duration of 666 ± 29 ms, with a call rate of 25.5 calls/min. The frequencies ranged between 0.64–5.03 kHz and the dominant frequency around 0.83–1.56 kHz. Calls also had power between 2.59–3.77 kHz, but in the most of analyzed calls this band presented much less energy than the dominant frequency band.

Table 1. Parameters of the advertisement call of *Scinax* species (*S. acuminatus*, *S. crospedospilus*, *S. duartei*, *S. eurydice* and *S. hayii*). Data already published for these species are also provided. Mean values are followed by one standard deviation (mean±SD). Ranges are given as values separated by a dash or are between round brackets. Samples sizes of calls analyzed are between square brackets. N = number of males recorded; HFB, high-frequency band; LFB, low-frequency band.

Species	N	Call duration (ms)	Notes/ call	Range of Frequency (kHz)	Dominant Frequency (kHz)	Other Emphasized Frequencies (kHz)	Pulses/ call	Call rate (calls/min)	Pulse rate (pulses/sec)	T °C air / T °C water
<i>S. acuminatus</i>	3	666±287 (373–1.42)	1	0.64–5.03	0.83–1.56	2.59–3.77	32.6±13.5	25.5±5.7	78.4±8.6	25–27
Aquidauana and Porto Murinho (MS)		[20]		[9]	[9]	[9]	(20–69)	(21.2–29.2)	[37]	/
<i>S. crospedospilus</i>	2	358±48 (285–445)	1 [11]	0.82–5.91 [11]	HFB 2.59–4.10	LFB 1.07–1.66	5.7±0.6 (5–7)	25.5±19.1 (12.0–39.0)	23.8±2.5 [32]	17.6 /
Atibaia (SP)		[11]			[11]	[12]	[11]	[2]		18.4
<i>S. crospedospilus</i> ¹		250–320	1 ^a	1.00–5.00	1.20–1.50	1.20–1.50	5–7	22.0–33.0		
Boracéia (SP)						called fundam. freq.		called note rate		
<i>S. crospedospilus</i> ²		280±10 [5]	1 ^a	1.00–5.00 ^a	= peak 1.41±0.01		7 ^a	61.7 ^b	23.6±0.7	
Ribeirão Grande (SP)								[10]	[5]	
<i>S. duartei</i>	3	547±74 (420–680)	1 [15]	0.86–4.77 [15]	1.72–3.09 [15]		9.5±0.9 (8–11)	20.3±1.4 (19.1–21.8)	31.4±4.2 [74]	7.4 /
Brejo da Lapa*, Itamonte (MG)		[15]					[15]	[3]		12.4

Continued on the next page...

Table 1 continued

Species	N	Call duration (ms)	Notes/ call	Range of Frequency (kHz)	Dominant Frequency (kHz)	Other Emphasized Frequencies (kHz)	Pulses/ call	Call rate (calls/min)	Pulse rate (pulses/sec)	T °C air / T °C water
<i>S. duartei</i> ³	1 ^a	ca. 0.2	1		1.80–3.00		9	22.0		16
Campos do Jordão (SP)										
<i>S. eurydice</i>	1	110±6	1	0.15–4.54	1.18–2.62		3	78.9	43.4±5.9	22.0
Atibaia (SP)		(102–116)		[6]	[6]		[20]	[1]	[6]	/
		[6]								21.0
<i>S. eurydice</i> ⁴		90–110	1 ^a	0.50–5.80	2.80–3.40		3		43.1±1.6 ^c	
Conceição da Barra (ES)					(1.00–3.80) ^a		= notes/call		[5]	
<i>S. hayii</i>	3	230±24	1	0.49–6.19	LFB	HFB	14.2±1.2	30.3±19.4	72.6±4.5	20.1–22.0
Itapeva (MG) and		(194–275)	[15]	[15]	1.08–2.06	2.35–3.43	(13–17)	(12.0–50.6)	[51]	/
Atibaia (SP)		[15]			[15]	[15]	[20]	[3]		19.6–21.0
<i>S. hayii</i> ⁵		200–260	1 ^a	1.00–4.50	1.20–2.80		15–20		60.0–70.0	
Boracéia (SP)										
<i>S. hayii</i> ⁶		190–320	1 ^a	1.00–6.40	1.80–4.10 ^a		14–21			
Jundiá (SP)										

Upper case numbers above species names correspond to literature data: ¹ Heyer *et al.* 1990; ² Robillard *et al.* 2006; ³ Borkermann, 1967; ⁴ Pombal *et al.* 1995; ⁵ Heyer *et al.* 1990; ⁶ Pombal *et al.* 1995.

* calls from the type locality: ^a values observed in figure or text of the original article; ^b value transformed from original article; ^c analyzed from calls in Haddad *et al.* 2005.

The first pulses of most calls and sometimes 2nd and 3rd pulses presented lesser intensity and energy (relative amplitude) in relation to the remaining ones. Calls were characterized by distinguishable ascendant amplitude modulation from the first to the 3rd–4th pulse.

One additional record of *S. acuminatus* (unvouchered specimen) from Porto Murtinho (MS) was kindly provided by F.L. Souza, but due the unknown nature of the devices used in the recording, the only parameters analyzed from this call were call duration, pulse number and call rate. This call and those from Aquidauana were considered together because totally overlapped in the parameters measured (see Table 1).

FIGURE 1. A) An adult male *Scinax acuminatus* in life (Voucher specimen AAG-UFU 293; 38.1 mm SVL) from Aquidauana, Mato Grosso do Sul (MS) State, Brazil. B) An adult male *Scinax crospedospilus* in life (Voucher specimen AAG-UFU 4942; 30.1 mm SVL) from Atibaia, São Paulo (SP) State, Brazil, at Parque Florestal do Itapetinga (PFI). C) An adult male *Scinax duartei* in life (unvouchered specimen) from Brejo da Lapa, Itamonte municipality, Minas Gerais (MG) State, Brazil. Photo provided by I.A. Martins; D) An adult male *Scinax eurydice* in life (Voucher specimen AAG-UFU 4940; 50.1 mm SVL) from Atibaia (SP), Brazil, at PFI.

Scinax crospedospilus (fig. 1B).

In Atibaia (SP), *Scinax crospedospilus* (22.8–30.1 mm SVL; two males) was found at PFI, (ca. 23°10'S, 46°31'W, 900–1,250 m asl). The two males were recorded while calling perched on broad leaves (40–50 cm high) at the margins of an artificial permanent pond at the forest border. Syntopic hylid frogs included *Hypsiboas faber*, *S. eurydice*, *S. hayii* and *Dendropsophus minutus*.

FIGURE 2. Audiospectrogram (top) and oscillogram (below) of advertisement call of *Scinax acuminatus* (A) and *S. crospedospilus* (B). A) *Scinax acuminatus* recording from Aquidauana, Mato Grosso do Sul State; air = 27.0 °C; 19:46 h. December 2010. AAG record file: Scinax_acuminMS1aLM_AAGmt_27s. Figure settings: FFT=256 points. Unvouchered specimen. B) *Scinax crospedospilus* recording from Atibaia, São Paulo State, at PFI; air = 17.6 °C and water = 18.4 °C; 22:32 h. October 2009. AAG record file: Scinax_crospedosSP1bAAG_3s. Figure settings: FFT=128 points. Voucher specimen AAG-UFU 4942.

FIGURE 3. Audiospectrogram (top) and oscillogram (below) of advertisement call of *Scinax crospedospilus* (A) and *S. duartei* (B). A) *Scinax crospedospilus* recording from Atibaia, São Paulo State, at PFI. Another male than that in Fig. 2B to show inter-male variation in dominant frequency band location; in this case the highest energy is in the lower-frequency band. Remaining data as in Fig. 2B; 22:45 h. AAG record file: Scinax_crospedosSP2bAAG_1.8s. Figure settings: FFT=128 points. Voucher specimen AAG-UFU 4943. B) *Scinax duartei* recording from Itamonte, Minas Gerais State, at Brejo da Lapa, in the Itatiaia National Park; air = 7.4 °C and water = 12.4 °C; 20:11 h. September 2009. AAG record file: Scinax_duarteiMG2aLM_AAGmt_25.4s. Figure settings: FFT=128 points. Unvouchered specimen.

The advertisement call (figs. 2B, 3A and 4A–B; Table 1) consists of a single note, with 5–7 structurally complex pulses. The first pulse is generally poorly defined and present much lesser intensity and energy compared with the following pulses. Calls are characterized by ascendant amplitude modulation from the first to the 2nd–3rd pulses and the last pulses present a descendent amplitude modulation. The calls had a mean duration of 358 ± 48 ms, with the last pulse longer than the previous ones and a call rate of 25.5 calls/min. The frequencies ranged between 0.82–5.91 kHz. The calls showed a complex spectral structure with inter-individual variation; two prominent bands can be present, between 1.07–1.66 kHz, the low-frequency band (LFB) and around 2.60–4.10 kHz, the high-frequency band (HFB). In most analyzed calls the dominant frequency was in the HFB (figs. 2B and 4A), but in three calls of one male the dominant frequency was in the LFB (figs. 3A and 4B). Most calls showed the dominant frequency concentrated in the pulses in the middle of the call.

FIGURE 4. Power spectrum of advertisement calls of *Scinax crospedospilus* and *S. hayii* showing its emphasized energy and respective peaks of frequency. (A) *S. crospedospilus*, showing the high-frequency band (HFB) as dominant; same call of fig. 2B. (B) *S. crospedospilus*, showing the low-frequency band (LFB) with higher energy; same call of fig. 3A. (C) *S. hayii*, showing the LFB with higher energy; same specimen and data of fig. 5B. (D) *S. hayii*, showing within-individual spectral variation, with the HFB with almost the same energy than the LFB; same specimen and data of fig. 5B.

Scinax duartei (fig. 1C).

In Itamonte (MG), *Scinax duartei* was found at its type locality (Brejo da Lapa, Itatiaia National Park, 22°21'S, 44°44'W, ca. 2,100 m asl). Three males were recorded while calling at the border of a permanent artificial pond perched on grass vegetation about 0.5 m above water. Syntopic hylid frogs included *Hypsiboas latistriatus*.

The advertisement call (fig. 3B; Table 1) consists of a single note, with 8–11 well defined pulses, regularly spaced throughout the call. The calls had a mean duration of 547 ± 74 ms, with a call rate of 20.3 calls/min. The frequencies ranged between 0.86–4.77 kHz and the dominant frequency is between 1.70–3.10 kHz. First pulses of most calls presented lesser intensity and energy in relation to the remaining ones. Calls were characterized by slight ascendant amplitude modulations from the first to the 3rd or 4th pulses. Slight frequency modulation was generally present in the first third of the calls.

FIGURE 5. Audiospectrogram (top) and oscillogram (below) of advertisement call of *Scinax eurydice* (A) and *S. hayii* (B). A) *Scinax eurydice* recording from Atibaia, São Paulo State, at PFI; air = 22.0 °C and water = 21.0 °C; 18:58 h. December 2009. AAG record file: Scinax_eurydice1eSPAAGmt_13.4s. Figure settings: FFT=256 points. Voucher specimen AAG-UFU 4940. B) *Scinax hayii* recording from Itapeva, Minas Gerais State; air = 20.1 °C and water = 19.6 °C; 20:00 h. January 2009. AAG record file: Scinax_hayiiSP1AAGmt_21.6s. Figure settings: FFT=256 points. Voucher specimen AAG-UFU 4603.

Scinax eurydice

(fig. 1D).

In Atibaia (SP), *Scinax eurydice* (50.1 mm SVL; one male) was recorded at PFI (habitat and syntopic species as described for *S. crospedospilus* above).

The advertisement call (fig. 5A; Table 1) consists of a single note, with 3 pulses per call, regularly spaced throughout the call. The calls had a mean duration of 110 ± 6 ms, with a call rate of 78.9 calls/min. The frequencies ranged between 0.15–4.54 kHz and the dominant frequency around 1.20–2.60 kHz. The first pulse was generally lower in intensity with calls presenting distinguishable ascendant amplitude modulation from the first to the 2nd or last pulse. Most calls showed the dominant frequency concentrated in the last pulse with frequency modulation throughout the call.

Scinax hayii

In Itapeva (MG), *Scinax hayii* (35.9–36.8 mm SVL; two males) were recorded while calling at the border of an artificial permanent pond (ca. 22°45'S, 46°12'W, 950 m asl). The advertisement call (fig. 5B; Table 1) of *S. hayii* from this locality consists of a single note, with 13–17 mostly fused pulses per call. The calls had a mean duration of 240 ± 22 ms, with a mean call rate of 39.5 calls/min. The frequency spectrum ranged between 0.49–6.09 kHz. The calls showed a complex spectral structure with intra- and inter-individual variation; substantial energy was present around two bands, between 1.03–2.13 kHz, the low-frequency band (LFB) and 2.41–3.49 kHz, the high-frequency band (HFB). In most analyzed calls the LFB presented substantially more energy than the HFB (fig. 4C). In just two calls of one male both frequency bands presented almost the same relative amplitude (fig. 4D). The first pulse was generally low in intensity with calls presenting amplitude and frequency ascendant modulation from the first to the 3rd–4th pulse.

In Atibaia (SP), one male of *Scinax hayii* was recorded at PFI (habitat and syntopic species as described for *S. crospedospilus*). The calls of this male (Table 1) was similar to that from Itapeva. Calls consisted of a single note, with 13–15 mostly fused pulses per call. The calls had a mean duration of 206 ± 11 ms, with a lesser call rate of 12.0 calls/min. The frequencies ranged between 0.48–6.39 kHz, with the most energy around two bands, 1.17–1.92 kHz (LFB) and 2.23–3.30 kHz (HFB). In all of the analyzed calls in this locality the LFB showed substantially more energy than the HFB. The first pulse and modulation characteristics as described to population from Itapeva.

Discussion

Scinax acuminatus (Cope) is a medium-sized species (males 36.7–41.0 mm SVL; CFBH collection) without specified type specimens. It has been collected in many localities now in Brazil, northeastern Argentina, and southern Paraguay along the drainages of the Parana and Paraguai Rivers (Frost 2011). Scarce information is available for this species which includes mainly short reports in inventory studies (Frost 2011; Souza *et al.* 2010; Uetanabaro *et al.* 2008; Gordo & Campos 2003).

At present, *S. acuminatus* is considered a widespread species occurring from southern Mato Grosso and Mato Grosso do Sul States of Brazil, through Paraguay, Bolivia, and northern Argentina. In spite of this broad geographic distribution, to the best of our knowledge, calls of *S. acuminatus* were here described for the first time, i.e. for the population of Aquidauana (MS), located in the drainage of Paraguay River. Considering the discussion above, additional call recordings from different localities along the distribution range of *S. acuminatus* would allow an evaluation of the taxonomic status of different populations currently assigned to this species. Besides, the designation of a neotype and the redescription of this species seem also to be necessary.

The advertisement call of *S. acuminatus* presents one of the highest values of the combined parameters call duration (0.38–1.42 s) and pulse number (20–69) amongst the species of the *S. ruber* clade described so far, with exception of those species in the *S. rostratus* clade. Despite the longer call of *S. curicica* (1.72 s), the higher number of pulses per call (20–69 *vs.* 29–43 in *S. curicica*) and the lower dominant frequency of *S. acuminatus* (0.83–1.56 kHz *vs.* 2.44–2.72 kHz) promptly separate both species (see Pugliese *et al.* 2004 to *S. curicica*).

The species considered morphologically most similar to *S. acuminatus* are *S. eurydice*, *S. fuscovarius* (Lutz), *S. hayii* and *S. x-signatus* (Spix), in the *S. x-signatus* phenetic-group (Lutz, 1973; *S. longilineus* is now assigned to the *S. catharinae* clade, Faivovich *et al.* 2005). The advertisement call of *S. acuminatus* differs markedly from that of *S. eurydice* and *S. hayii* (for comparisons, see Table 1 and results). The call of *S. fuscovarius* presents lower values of call duration (194 ms), number of pulses per call (8–10) and dominant frequency (0.65–1.35 kHz) than that of *S. acuminatus* (L. Magrini unpubl. data from Uberlândia population, MG, Brazil; ca. 18°58'S, 48°17'W, 840 m asl). At present, the call of *S. x-signatus* remains undescribed.

The high values of the call parameters of *S. acuminatus* (combined call duration and number of pulses per call) mostly resemble those of some species in the *S. rostratus* clade (Faivovich 2002): *S. jolyi* Lescure & Marty, mean note duration 2.35 s and mean 95 pulses of the main note (pulses measured from two calls provided by C. Marty); *S. proboscideus* (Brongersma), mean duration 1.46 s and 113 pulses (analyzed from Marty & Gaucher 1999) and *S. rostratus* (Peters), mean duration 1.06 s and 63.5 pulses (analyzed from Ibáñez *et al.* 1999). Considering the closer relatedness between *S. acuminatus* and the *S. rostratus* clade proposed in recent systematic studies (Faivovich 2002; Faivovich *et al.* 2005; Wiens *et al.* 2010), the call characters aforementioned could provide additional evidence supporting this cluster of species.

Scinax crospedospilus (Lutz) is a small-sized species (25–32 mm SVL; Lutz 1973) described from Campo Belo (= Itatiaia; ca. 400 m asl), Rio de Janeiro State (RJ), southeastern Brazil. Heyer *et al.* (1990) described its advertisement call from Boracéia (SP), in the Serra do Mar mountain range (ca. 23°38'S, 45°52'W; 900 m asl). Parameters of the call from Boracéia specimens (notes per call, call duration, frequency range, pulses per call and call rate) overlap almost completely with our data (Table 1). Discrepancies were found just in dominant frequency, which was lower in Boracéia specimens (1.20–1.50 kHz) in relation to individuals recorded from Atibaia, whereas those values overlapped considerably with one of the emphasized frequency bands observed in our calls, the LFB (1.07–1.66 kHz). Calls of one specimen from São Luiz do Paraitinga (SP) (Haddad *et al.* 2005) showed the same spectral structure presented here, with both bands of emphasized energy presenting almost the same power.

Bevier *et al.* (2008) described some call parameters (Table 1) from specimens of *S. crospedospilus* recorded in Ribeirão Branco (SP), at the Parque Estadual Intervales (PEI) (24°12'–24°32'S, 48°03'–48°32'W). Most call parameters from PEI showed great similarity with the recordings from Atibaia (see Table 1). Dominant frequency reported for specimens from PEI (provided as peak of frequency = 1.41 kHz) corresponds to the LFB found in our recordings. The greatest difference between these populations was the call rate (61.7 calls/min. in PEI; see Table 1) but at present we can not evaluate the relevance of these differences. Variation in spectral structure, intra-individual and intra- and/or inter- populational variation could be responsible for the differences found (see *S. perereca* in Magrini & Giarretta 2010 and *S. hayii*, present study) among those studies, besides differences in the devices (e.g. tape x digital recorders) and technologies employed in the recordings and analysis. Furthermore, the small sample size of these studies (including the present) also make hard to assure the main emphasized frequency band (= dominant frequency) of the species.

Scinax duartei (Lutz, 1951) is a medium-sized species (28–37 mm SVL; Lutz 1973) described from Itatiaia Mountains (Macieiras = Brejo da Lapa, 2,200 m asl, see Lutz, 1973) (MG), Brazil. To the best of our knowledge, calls of *S. duartei* specimens from the topotypic population were here described for the first time.

Bokermann (1967) provided the only published call description attributed to *S. duartei*, based on a single record of one specimen from Campos do Jordão (SP) (ca. 100 km south from the type locality). Despite the dominant frequency, pulses per call and call rate reported by Bokermann (1967) were within the range of our topotypic recordings (see Table 1), the call duration was markedly different between these populations (200 ms at Campos do Jordão vs. mean of 547 ms at type locality). The shortest call recorded at the type locality (420 ms) was more than twice longer than that reported from the Campos do Jordão population. Whereas the call duration is considered a gross temporal property (dynamic property) that often change considerably within a single calling bout (Gerhardt 1994), we are unaware of such a large variation between populations of a single species, once that one is not accompanied by a variation in the pulses number.

Bokermann (1967) also reported slight differences in size (SVL) between topotypes (mean 32.5 mm SVL; based on 9 adults, ♂♂ and ♀♀) and specimens from Campos do Jordão (mean 30.4 mm SVL; based on 32 adults, ♂♂ and ♀♀). Recent taxonomic studies showed that populations or subspecies previously referred to as *S. duartei* (Bokermann 1967; Lutz 1973) deserve indeed full species status. Pugliese *et al.* (2009) actually recognized four species assigned to the *S. duartei* complex: *S. duartei*, *S. caldarum* (Lutz 1968), *S. curicica* Pugliese *et al.* 2004 and *S. rogerioi* Pugliese *et al.* 2009, all of them endemic from highlands in central and southeastern Brazil.

Pugliese *et al.* (2004) provided some call parameters (call duration, pulses per call, pulse interval and dominant frequency) of the advertisement call of *S. duartei* presumably from its type locality. However, as the call duration and pulses per call of these records differ markedly from our calls, and as in the bioacoustic comparison of *S. rogerioi* with species of the *S. ruber* clade Pugliese *et al.* (2009) did not mention the call of *S. duartei*, we prefer to not consider these data herein.

The advertisement call of *S. duartei* from its type locality differs from that of *S. caldarum* (see Magrini & Giarretta 2010) by its longer call duration (547 ms vs. 231 ms in *S. caldarum*), lower call rate (19.1–21.8 vs. 25.0–36.3) and pulse rate (31.4 vs. 55.5) and in the bandwidth of the dominant frequency (1.72–3.09 kHz vs. 2.42–3.69 kHz). In comparison with *S. curicica* (see Pugliese *et al.* 2004) the call of *S. duartei* differs by its lower duration (1.72 s in *S. curicica*), lower number of pulses per call (8–11 vs. 29–43) and pulse rate (31.4 vs. 100) and in the range of dominant frequency (2.58–3.63 kHz in *S. curicica*). The call of *Scinax duartei* mostly resembles that of *S. rogerioi*, presenting considerably overlap in most call parameters. Slight differences include a longer call duration, lower pulse rate and higher frequency maximum in the advertisement call of *S. duartei* (see Table 1); bioacoustic parameters for *S. rogerioi*: call duration 460 ms; 6–12 pulses per call; pulse rate ca. 33.3; frequency range 0.95–3.96 kHz and dominant frequency 1.38–3.19 kHz; calls from the type locality of *S. rogerioi*, at Chapada dos Veadeiros, in Alto Paraíso, Goiás State, in Pugliese *et al.* (2009).

In summary, the call difference (call duration) reported here between topotypic *S. duartei* and the population from Campos do Jordão, besides differences in morphological characters (as SVL), suggest that the population from Campos do Jordão might represent an unnamed species hidden under the name *S. duartei*. Further studies are necessary to assure the taxonomic status of this population what is beyond the scope of this study.

Scinax eurydice (Bokermann, 1968) is a large sized-species (males 44–52 mm SVL) described from Maracás (plateau of Maracás, ca. 1,350 m asl), central portion of the State of Bahia (BA), northeastern Brazil. At present, *S. eurydice* has been reported for Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro and São Paulo States (Pombal *et al.* 1995; Hartmann 2002; Canelas & Bertolucci 2007; Feio *et al.* 2008; Araujo *et al.* 2009). Herein we report a new locality for São Paulo State, in the municipality of Atibaia. This record extends the geographic distribution of *S. eurydice* about 170 km to inland in the Mantiqueira range, northwest from Ubatuba (SP), the closest population previously known (Hartmann 2002). *Scinax eurydice* is extremely rare at the PFI; only three individuals in almost twenty years of research have been heard in the area (AAG unpubl. data).

In spite of the broad geographic distribution of *S. eurydice*, its advertisement call has been described just from Conceição da Barra, Espírito Santo State (ES) by Pombal *et al.* (1995) (ca. 18°25'S, 39°42'W, sea level). Despite the large distance between both populations from Conceição da Barra and Atibaia (ca. 900 km), most bioacoustic parameters of the calls (pulses per note, call duration, frequency range and pulse rate) are considerably similar (see Table 1). Slight differences seem to exist in the pulse structures of the calls, but the different devices and softwares used in both studies make detailed comparisons difficult. Pombal *et al.* (1995) reported two different values of dominant frequency for *S. eurydice* (1.0–3.8 kHz in the text description; and 2.8–3.4 kHz in table values). Considering the large range of dominant frequency reported by these authors, our records from Atibaia (1.18–2.62 kHz) are within the range of those from Conceição da Barra. Furthermore, the general appearance of the spectrogram figured in Pombal *et al.* (1995) is markedly similar with that provided here.

Even though small call differences exist between the populations from Conceição da Barra and Atibaia, the type locality of *S. eurydice* lies about 575 km North from Conceição da Barra (ES). Future studies, particularly including the call description of topotypic specimens of *S. eurydice* will be useful to evaluate the taxonomic status of populations from southeastern Brazil.

Scinax hayii (Barbour) is a medium-sized species (males 39–42 mm SVL; Lutz 1973) described from Petrópolis (RJ), Brazil. Calls of *S. hayii* have been recorded from two localities in São Paulo State, at Boracéia (Heyer *et al.* 1990) and at Serra do Japi, in Jundiaí (ca. 23°15'S, 46°52'W; Pombal *et al.* 1995). Considering our call recordings from Atibaia and Itapeva (see Table 1), the call duration totally overlapped with the range reported from Serra do Japi, and the call duration of Boracéia specimens was within the call range of our records (see Table 1). Number of pulses per call and frequency range of our records also overlapped considerably with those from Boracéia (Heyer *et al.* 1990) and Serra do Japi (Pombal *et al.* 1995); small differences included calls with lesser number of pulses per call and a lower minimum of about 0.5 kHz on the call frequency range in the populations recorded by us. Calls from Boracéia presented a narrower range of dominant frequency (1.2–2.8 kHz, just one band) compared with those from Atibaia/Itapeva that showed two emphasized frequency bands, the LFB (1.08–2.06 kHz) which pre-

sented substantially more energy, and another one between 2.35–3.43 kHz, the HFB. Although Heyer *et al.* (1990) reported the presence of prominent side bands in the calls from Boracéia, they did not provide the frequency range of these bands. Pombal *et al.* (1995) did not report the presence of side bands in the calls of *S. hayii* from Serra do Japi, but considering their values of dominant frequency provided in the text (1.8–4.1 kHz), it is probable that side bands have been combined. Even so, there are considerable differences in the range of dominant frequencies between populations from Serra do Japi and Atibaia/Itapeva, despite of the proximity between Serra do Japi and Atibaia (ca. 35 km), both in the Serra da Mantiqueira mountain range, São Paulo State.

Differences in size and dorsal color pattern among specimens from different populations pointed out by Lutz (1973) and Haddad & Sazima (1992) suggest that more than one species is hiding under the specific name *Scinax hayii*. Additional call recordings from different localities along the distribution range of *S. hayii*, including the still undescribed call from its type locality, would allow a statistical evaluation of these differences and the taxonomic status of different populations currently assigned to this species.

At present, the differences found among populations mainly concerning spectral features can not be appropriately evaluated, due to limitations referred to the different technologies employed in recording and preparing audiospectrograms, besides the small sample size of these studies. Differences found in spectral parameters can reflect populational/individual variation (Magrini & Giarretta 2010; present study), and these parameters also are affected by size and proximity of neighbouring calling males and females (Narins *et al.* 2007; Wells 2007).

Additional remarks

In the advertisement calls of some North-American treefrogs (e.g. *Hyla arenicolor*, *H. chrysoscelis*, *H. versicolor*), two emphasized frequency bands (harmonically related) are typically present (Gerhardt 1974; Oldham & Gerhardt 1975; Gerhardt 1981b; Gerhardt *et al.* 2007). With the exception of *H. cinerea* that presents both frequency bands of about the same relative amplitude (Gerhardt 1976; 1981a), the other species usually present the higher-frequency band (HFB) with substantially more energy than the lower-frequency band (LFB) (Oldham & Gerhardt 1975; Gerhardt *et al.* 2007). Several experimental studies have shown that females do not merely base their male preferences on the frequency of the dominant HFB (e.g. Gerhardt 2005; Gerhardt *et al.* 2007), and even though the LFB has a much less amplitude (lower energy), this frequency band also play a significant role in mediating preferences and signal recognition (Gerhardt *et al.* 2007). Furthermore, it was found that the two frequency peaks in these species have species-specific locations and both peaks are important for the mating call recognition by female frogs (Gerhardt 1974; Oldham & Gerhardt 1975; Gerhardt 1981a; Gerhardt 2005; Gerhardt *et al.* 2007). Some species of the *Scinax ruber* clade (e.g. *S. crospedospilus*, *S. hayii* and *S. perereca*) also present such calls with a frequency spectrum containing more than one emphasized component. Even though these spectral bands generally are not harmonically related, as in North-American treefrogs, we also expect a taxonomic (species-specific location) and intraspecific (mating call recognition) relevance of these bands for *Scinax* species, once it has been shown a rough correspondence of the tuning of the two inner ear organs of frogs (basilar and amphibian papilla) with the two bands of frequency in conspecific calls (Gerhardt 2005). Thus, we recommend special attention in the descriptions of spectral components for the calls from species that present more than one emphasized frequency (spectral peaks), to better assess their populational and specific status.

Closer to the submission of this manuscript for publication we became aware that the *Scinax* population from Campos do Jordão (SP) is currently being described as a new species (Itamar Alves Martins, pers. com. to LM), what is supported by our present observations.

Acknowledgements

Wagner R. Silva, F. Grespan and R. Y. Miwa assisted us in the field; A. Kwet made helpful comments on an early version of the draft; C. Marty, M. J. Ryan, P. Gaucher, and R. Ibañez give us permission to use their recordings deposited in the Fonoteca Zoológica collection from Madrid; I. A. Martins provided the photo of *S. duartei*; F. L. Souza kindly provided additional recordings of *S. acuminatus*; S. Castroviejo-Fisher, A. Kwet and one anonymous reviewer made helpful comments on the manuscript. Financial support to AAG by FAPEMIG and CNPq. Fellow-

ships by CNPq (AAG) and CAPES (LM, Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, Universidade de São Paulo). Collection permit: IBAMA 02015.008064/02–51.

References

- Araujo, O.G.S., Toledo, L.F., Garcia, P.C.A. & Haddad, C.F.B. (2009) The amphibians of São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica*, 9, 197–209.
- Bevier, C.R., Gomes, F.R. & Navas, A.C. (2008) Variation in call structure and calling behavior in treefrogs of the genus *Scinax*. *South American Journal of Herpetology*, 3, 196–206.
- Bokermann, W.C.A. (1967) Notas sobre *Hyla duartei* B. Lutz (Anura, Hylidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 39, 436–440.
- Bokermann, W.C.A. (1968) Three new *Hyla* from the plateau of Maracás, Central Bahia, Brazil. *Journal of Herpetology*, 1, 25–31.
- Canelas, M.A.S. & Bertoluci, J. (2007) Anurans of the Serra do Caraça, southeastern Brazil: species composition and phenological patterns of calling activity. *Iheringia*, 97, 21–26.
- Cardoso, M.W. & Pombal Jr., J.P. (2010) A new species of small *Scinax* Wagler, 1830 (Amphibia, Anura, Hylidae) of the *Scinax ruber* clade from Cerrado of central Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 31, 411–418.
- De La Riva, I., Marquez, R. & Bosch, J. (1994) Advertisement calls of Bolivian species of *Scinax* (Amphibia, Anura, Hylidae). *Bijdragen tot de Dierkunde*, 64, 75–85.
- Duellman, W.E. & Wiens, J.J. (1992) The status of the hylid frogs genus *Oloolygon* and the recognition of *Scinax* Wagler, 1830. *Occasional Papers of Museum of Natural History of University of Kansas*, 151, 1–23.
- Faivovich, J. (2002) A cladistic analysis of *Scinax* (Anura: Hylidae). *Cladistics*, 18, 367–393.
- Faivovich, J., Gasparini, J.L. & Haddad, C.F.B. (2010) A new species of the *Scinax perpusillus* group (Anura: Hylidae) from Espírito Santo, Brazil. *Copeia*, 1, 97–102.
- Faivovich, J., Haddad, C.F.B., Garcia, P.C.A., Frost, D.R., Campbell, J.A. & Wheeler, W.C. (2005) Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 294, 1–240.
- Feio, R.N., Santos, P.S., Cassini, C.S., Dayrell, J.S. & Oliveira, E.F. (2008) Anfíbios da Serra do Brigadeiro-MG. *MG. Biota*, 1, 4–32.
- Fouquet, A., Vences, M., Salducci, M.D., Meyer, A., Marty, C., Blanc, M. & Gilles, A. (2007) Revealing cryptic diversity using molecular phylogenetics and phylogeography in frogs of the *Scinax ruber* and *Rhinella margaritifera* species groups. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 43, 567–582.
- Frost, D.R. (2011) *Amphibian Species of the World: an Online Reference*, American Museum of Natural History, New York, USA. Available from: <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/> (accessed 22 February 2011).
- Gerhardt, H.C. (1974) The vocalizations of some hybrid treefrogs: acoustic and behavioral analyses. *Behaviour*, 49, 130–151.
- Gerhardt, H.C. (1976) Significance of two frequency bands in long distance vocal communication in the green treefrog. *Nature*, 261, 692–694.
- Gerhardt, H.C. (1981a) Mating call recognition in the green treefrog (*Hyla cinerea*): importance of two frequency bands as a function of sound pressure level. *Journal of Comparative Physiology*, 144, 9–16.
- Gerhardt, H.C. (1981b) Mating call recognition in the barking treefrog (*Hyla gratiosa*): responses to synthetic call and comparisons with the green treefrog (*Hyla cinerea*). *Journal of Comparative Physiology*, 144, 17–25.
- Gerhardt, H.C. (1994) The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 25, 293–324.
- Gerhardt, H.C. (2005) Acoustic spectral preferences in two cryptic species of grey treefrogs: implications for mate choice and sensory mechanisms. *Animal Behaviour*, 70, 39–49.
- Gerhardt, H.C., Martínez-Rivera, C.C., Schwartz, J.J., Marshall, V.T. & Murphy, C.G. (2007) Preferences based on spectral differences in acoustic signals in four species of treefrogs (Anura: Hylidae). *The Journal of Experimental Biology*, 210, 2990–2998.
- Giarretta, A.A., Facure, K.G., Sawaya, R., Meyer, J. & Chemin, N. (1999) Diversity and abundance of litter frogs in a montane forest of Southeastern Brasil: seasonal and altitudinal changes. *Biotropica*, 31, 669–674.
- Gordo, M. & Campos, Z. (2003) *Listagem dos anuros da estação ecológica Nhumirim e arredores, Pantanal Sul*. Embrapa Pantanal Press, Corumbá, 21 pp.
- Gridi-Papp, M. (2007) *Sound Ruler*, V 0.9.6.0. Available from: <http://soundruler.sourceforge.net> (accessed 5 September 2008).
- Haddad, C.F.B. & Sazima, I. (1992) Anfíbios anuros da Serra do Japi. In: Morellato, L.C.P. (Eds.), *História natural da Serra do Japi*. Campinas, Editora da Unicamp /FAPESP, pp. 188–211.
- Haddad, C.F.B., Giovanelli, J.G.R., Giasson, L.O.M. & Toledo, L.F. (2005) *Sound Guide of the Atlantic Rain Forest Anurans*. Novodisc Mídia Digital, Amazônia.
- Hartmann, M.T. (2002) Geographic Distribution. *Scinax eurydice* (Maracas Snouted Treefrog). *Herpetological Review*, 33, 222–222.

- Heyer, W.R., Rand, A.S., Cruz, C.A.G., Peixoto, O.L. & Nelson, C.E. (1990) Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia*, 31, 231–410.
- Ibañez, R., Stanley, R.A., Ryan, M.J. & Jaramillo, C. (1999) *Vocalizaciones de ranas y sapos del Monumento Natural Barro Colorado, Parque Nacional Soberanía y Areas Aledañas/Vocalizations of frogs and toads from Barro Colorado Nature Monument, Soberanía National Park and Adjacent Areas*. Sony Music Entertainment, Costa Rica.
- Lutz, B. (1951) Nota Prévia sobre alguns anfíbios anuros do Alto Itatiaia. *O Hospital*, 39, 705–707.
- Lutz, B. (1968) New Brazilian forms of *Hyla*. *Pearce-Sellards Series Texas Memorial Museum*, 10, 1–18.
- Lutz, B. (1973) *Brazilian Species of Hyla*. University of Texas Press, Austin & London, 260 pp.
- Magrini, L. & Giaretta, A.A. (2010) Calls of two Brazilian species of *Scinax* of the *S. ruber* clade (Anura: Hylidae). *Herpetology Notes*, 3, 121–126.
- Marty, C. & Gaucher, P. (1999) *Sound guide to the tailless amphibians of French Guiana*. Centre Bioacoustique (CEBA), Paris.
- Narins, P.M., Feng, A.S., Fay, R.R. & Popper, A.N. (2007) *Hearing and Sound Communication in Amphibians*. Springer, New York, 362 pp.
- Nunes, I. & Pombal Jr., J.P. (2011) A new snouted treefrog of the speciose genus *Scinax* Wagler (Anura, Hylidae) from Northeastern Brazil. *Herpetologica*, 67, 80–88.
- Oldham, R.S. & Gerhardt, H.C. (1975) Behavioral isolating mechanisms of the treefrogs *Hyla cinerea* and *H. gratiosa*. *Copeia*, 2, 223–231.
- Pombal, J.P., Jr., Bastos, R.P. & Haddad, C.F.B. (1995) Vocalizações de algumas espécies do gênero *Scinax* (Anura, Hylidae) do sudeste do Brasil e comentários taxonômicos. *Naturalia*, 20, 213–225.
- Pugliese, A., Baêta, D. & Pombal Jr., J.P. (2009) A new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from rocky montane fields in Southeastern and Central Brazil. *Zootaxa*, 2269, 53–64.
- Pugliese, A., Pombal, J.P., Jr. & Sazima, I. (2004) A new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from rocky montane field of the Serra do Cipó, southeastern Brazil. *Zootaxa*, 688, 1–15.
- R Development Core Team (2010) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available from: <http://www.R-project.org>.
- Silva, H.R. & Alves-Silva, R. (2008) New coastal and insular species of the bromeligenous *Scinax perpusillus* group, from the state of Rio de Janeiro, Brazil (Anura, Hylidae). *Zootaxa*, 1914, 34–44.
- Souza, F.L., Uetanabaro, M., Landgraf-Filho, P., Piatti, L. & Prado, C.P.A. (2010) Herpetofauna, municipality of Porto Murtinho, Chaco region, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Check List*, 6, 470–475.
- Sueur, J., Aubin, T. & Simonis, C. (2008) Seewave, a free modular tool for sound analysis and synthesis. *Bioacoustics*, 18, 213–226.
- Uetanabaro, M., Prado, C.P.A., Rodrigues, D.J., Gordo, M. & Campos, Z. (2008) *Guia de campo dos anuros do Pantanal e planaltos de entorno*. UFMS Press & UFMT Press, Campo Grande & Cuiabá, 196 pp.
- Wells, K.D. (2007) *The ecology and behavior of Amphibians*. University of Chicago Press, Chicago, 1,148 pp.
- Wiens, J.J., Graham, C.H., Moen, D.S., Smith, S.A. & Reeder, T.W. (2006) Evolutionary and ecological causes of the latitudinal diversity gradient in Hylid frogs: treefrog trees unearth the roots of high tropical diversity. *The American Naturalist*, 168, 579–596.
- Wiens, J.J., Kuczyński, C.A., Hua, X. & Moen, D.S. (2010) An expanded phylogeny of treefrogs (Hylidae) based on nuclear and mitochondrial sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 55, 871–882.

ANEXO 2

**Calls of two Brazilian species of *Scinax* of the *S. ruber* clade (Anura: Hylidae)
Magrini, Leandro & Giaretta, A. A. (2010)**

Herpetology Notes, 3: 121–126

Calls of two Brazilian species of *Scinax* of the *S. ruber* clade (Anura: Hylidae)

Leandro Magrini^{1,2} and Ariovaldo A. Giaretta^{2*}

Abstract. Herein we present new data on the advertisement and aggressive calls of *S. perereca* and extend the geographic distribution of this species to the northern coast of the state of São Paulo, Brazil. We also re-describe the advertisement call of *Scinax caldarum* based on topotypic specimens.

Keywords. *Scinax perereca*, *Scinax caldarum*, advertisement call, aggressive call, geographic distribution.

Introduction

As presently defined, the Neotropical tree-frog *Scinax* Wagler, 1830 represents the second most species-rich (97 spp.) genus within Hylidae (Frost, 2009; Moravec et al., 2009; Pugliese et al., 2009) and recent phylogenetic studies (morphologic and molecular) have supported it as monophyletic group (Faivovich, 2002; Faivovich et al., 2005; Salducci et al., 2005). Species of *Scinax* occur from southern Mexico to east-central Argentina, and are known from almost all major tropical and subtropical ecosystems within this region (Faivovich, 2002; Frost, 2009). Within *Scinax*, two major clades have been recognized, those of *S. catharinae* and *S. rubra*; the *S. rubra* clade (Faivovich et al., 2005) including the two focal species of the present study, *Scinax caldarum* (Lutz, 1968) and *S. perereca* Pombal et al., 1995a.

Scinax perereca is a medium-sized species (males 34.0–38.5 mm SVL) described from the municipality of Ribeirão Branco, southern São Paulo State, Brazil (Pombal et al., 1995a). It has also been cited from the state of Rio Grande do Sul (Kwet, 2001), northeastern Argentina, and Paraguay (Brusquetti and Lavilla, 2006;

Frost, 2009). Interpopulational call differences were found in features such as pulses per note, frequency range and call duration (Pombal et al., 1995a, Kwet, 2001).

Scinax caldarum (Lutz, 1968) is a small-sized species (25.0–32.0 mm SVL) described from the municipality of Poços de Caldas, Minas Gerais State, Brazil and until presently it is known only from the type locality (Frost, 2009).

Herein we report on the occurrence of *S. perereca* in the municipality of Ubatuba, north coast of São Paulo state, a previously unknown locality. We also present new data on its advertisement and aggressive calls. Furthermore, we re-describe the advertisement call of *S. caldarum* based on calls of specimens from its type locality.

Materials and Methods

Field work was carried out sporadically between February 2008 and January 2009 in two municipalities: Ubatuba, São Paulo state and Poços de Caldas, Minas Gerais state, Brazil. The calls were recorded with digital recorders (Boss 864 or M-Audio Microtrack II, set at 44100 Hz and 16 bit resolution) coupled to directional microphones (Sennheiser K6/ME67 and K6/ME66, respectively). Recordings were analyzed with the software SoundRuler (Gridi-Papp, 2004). Temporal parameters of calls are given as mean $\pm$ standard deviation. Sound figures were prepared (FFT = 128) in the Seewave R package (Sueur et al., 2008).

Two adult males of *S. perereca* (AAG-UFU 4613–14) and four adult males of *S. caldarum* (AAG-UFU 4381; 4677–79) were measured and morphologically compared with the respective original descriptions to ascertain their identity.

1 Universidade de São Paulo - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil. CEP 14040-901;

2 Laboratório de Taxonomia e Sistemática de Anuros Neotropicais. Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, Minas Gerais, Brazil. CEP: 38302-000.
email: aagiaretta@pontal.ufu.br

*corresponding author

Figure 1. An adult male *Scinax perereca* in life (37.3 mm SVL) from Ubatuba, São Paulo state, Brazil. Voucher AAG-UFU 4613 (Above). An adult male *Scinax caldarum* in life (27.8 mm SVL) from Poços de Caldas, Minas Gerais state, Brazil. Voucher AAG-UFU 4678 (Below).

Herein we report a kind of call of *S. perereca* considered by us as an aggressive call (Wells, 2007). We believe that absence of females and/or predators near to recorded males and similarities among these calls and aggressive calls reported to other species as *S. fuscomarginatus* (Toledo and Haddad, 2005), among other factors (see discussion), support this assumption.

Results

Scinax perereca (fig. 1 above).

In Ubatuba (SP), *S. perereca* (males 36.3–36.6 mm SVL; $n = 2$ males) was found at the Praia da Enseada (23°29'55" S, 45°05'00" W). Three males were recorded while calling beside ponds within the forest or forest

border (< 20 m) in lowland (> 10m a.s.l.) sites. They were calling perched on leaves or branches between 30–200 cm or on the ground. Air and water temperature ranges during calls records were 23–24°C.

The advertisement call (figs. 2–4; $n = 3$ males; $n = 30$ calls) consists of a single note with 13–20 poorly defined pulses (i.e. pseudo-pulses, pulses mostly fused) per call (mean = 16.9 pulses; $n = 18$ calls). The calls have a mean duration of 205 ± 21 ms (range 165–250 ms), with a call rate of 4.8–15.0 calls/min. ($n = 38$ calls; $n = 3$ males). Pulses/pseudopulses duration were estimated as lasting around 10 ± 1 ms, range 8–13 ms ($n = 67$ pulses; $n = 4$ calls).

The frequencies ranged between 0.95–7.05 kHz; the first and second pulses can have a lower frequency range and the call is not noticeable frequency modulated afterward. There was intrapopulation variation in dominant frequency (figs. 2–4), which can both present one (fig. 2) or two parallel bands (sidebands). When two bands are present, the first band can present most energy (fig. 3), or the dominant frequency can even alternate between both bands along the call (fig. 4). The first band of dominant frequency is between 1.43–2.31 kHz and the second between 2.74–3.99 kHz.

Another kind of vocalization was emitted sporadically (two types of call) and herein is considered as aggressive calls (fig. 5; $n = 2$ males; $n = 7$ calls). Both types are pulsed and with ascendant frequency modulation from the beginning to the end. The most common type (fig. 5, left call) has two notes, each with a mean duration of 77 ± 11 ms (range 57–89 ms), being the first shorter, mean 36 ± 7 ms (range 24–44 ms) than the second, mean 41 ± 4 ms (range 33–47 ms). The dominant frequency varies between 1.21–3.49 kHz, the first note with amplitude between 1.21–2.87 kHz and amplitude of second between 1.42–3.49 kHz. The second type was seldom emitted (fig. 5, right call); it has three notes and lasts 134 ms ($n = 1$ call), the first note lasting 44 ms, and the others 46 and 44 ms, respectively. There is no evident interval between the emission of the second and third notes. The dominant frequency varies between 1.26–5.04 kHz, with amplitude between 1.26–2.83 kHz for the first note, and 1.26–3.03 kHz and 1.54–5.04 kHz for the second and third notes, respectively.

Scinax caldarum (fig. 1 below)

In Poços de Caldas (MG), males *S. caldarum* (26.1–28.7 mm SVL; $n = 4$) were found (approx. 21°49'53" S, 43°33'56" W) calling at the border of artificial permanent ponds bordering swamps. Males called

Figure 2. Spectrogram (upper) and waveform (lower) of advertisement call of *Scinax perereca*. Spectrogram shows the presence of just one band of dominant frequency in the advertisement call. Ubatuba (SP); air and water = 23.0 °C; 19:05 h. December 2008.

perched on leaves up to 50 cm high. Temperature ranges of call records were: air 14–20.8 °C and water 17.8–24.0 °C.

The advertisement call (fig. 6; $n = 4$ males) consists of a single note, with 5–11 well defined pulses (mean = 9.2 ± 1.4 pulses; $n = 80$ calls). The calls have a mean duration of 231 ± 56 ms (range 106–316 ms; $n = 39$ calls), with a call rate of 25.0–36.3 calls/min. ($n = 125$ calls; $n = 4$ males). Duration of pulses remains approximately equal throughout the call, mean 18 ± 3.0 ms, range 13–25 ms ($n = 83$ pulses; $n = 9$ calls). Mean interpulse interval = 9.0 ± 2.0 ms, range 5.0–15 ms ($n = 74$ inter-pulses interval; $n = 9$ calls). The frequency ranges between 1.37–7.36 kHz ($n = 30$ calls). The first (and sometimes the second) pulse are not as emphasized as the remaining ones and range between 1.83–3.43 kHz ($n = 17$ calls; $n = 4$ males). Dominant frequency is between 2.42–3.69 kHz (fig. 6; $n = 20$ calls; $n = 4$ males). Calls are characterized by ascendant amplitude modulation from the first to the third pulses. Most calls show a slightly frequency modulation from the first to the 4th–7th pulse.

Discussion

Scinax perereca

Our report extends the geographic distribution of *S. perereca* about 385 km from the northernmost known locality (Ribeirão Branco) to northeast São Paulo state.

In relation to the advertisement call from the type locality (Pombal, Haddad and Kasahara, 1995a; Pombal, Bastos and Haddad, 1995b) the calls described here are slightly shorter (280–350 ms at the type locality *versus* 165–250 ms in our recordings), have less pseudopulses/pulses per call (21–24 *vs.* 13–20) and higher frequency range (0.8–3.9 kHz *vs.* 0.95–7.05 kHz). Values of dominant frequency were not provided in the species description, and despite of the dominant frequency reported by Pombal et al. (1995b) include just one narrow band (1.3–1.6 kHz), the sonogram figured in Pombal et al. (1995a, fig. 3) show dominant frequency between 1.2–2.0 kHz and substantial energy is present about 3.0–3.9 kHz. Populations of *S. perereca* from Rio Grande do Sul also show these pattern in dominant frequency (1.2–1.7 kHz; and substantial energy between 2.8–3.7 kHz) (see son. 34 in Kwet 2001a; and fig. 4 in Kwet 2001b). So, the dominant frequency reported in these populations overlap considerably with the values found by us (first band between 1.43–2.31 kHz; second band between 2.74–3.99 kHz). Bevier et al. (2008) reported values of some call parameters (call duration; call rate and pulse rate) of *S. perereca* from Ribeirão Grande (SP; at Parque Estadual Intervales) that also showed great similarity to ours.

We regard these differences to represent populational variation of insufficient magnitude to characterize each population as a distinct species; besides, others measurements than body size (not shown) overlap

Figure 3. Spectrogram (upper) and waveform (lower) of advertisement call of *Scinax perereca*. Spectrogram shows the presence of two bands of dominant frequency, with the first band presenting most energy. Ubatuba (SP); air and water = 24.0 °C; 21:05 h. February 2008.

totally with the original description. These differences could also be related to the use of different recording devices. Despite the greater proximity between Ribeirão Branco (24°13' S 48°46' W, São Paulo state)

and Ubatuba, call features of *S. perereca* from the type locality most resemble those from Rio Grande do Sul state (see Kwet 2001a,b). Aggressive calls are a more general term to describe

Figure 4. Spectrogram (upper) and waveform (lower) of advertisement call of *Scinax perereca*. Spectrogram shows the presence of two bands of dominant frequency, with alternation between both bands along the call. Ubatuba (SP); air and water = 24.0 °C; 21:00 h. February 2008.

Figure 5. Spectrogram (upper) and waveform (lower) of aggressive calls of *Scinax perereca*. Two kinds of aggressive call: (left) most common two-notes call; and (right) a rare three-note call. Ubatuba (SP); air and water = 24.0 °C; 21:00 h. February 2008.

vocalizations given in any kind of aggressive encounter, subdivided into long-range (territorial) and short-range (encounter call) signals, although the two functions often are combined in a single call (Wells, 2007). As here reported, Wells (2007) relate that aggressive calls and advertisement calls of the most of anurans have similar dominant frequency, but differ in temporal pattern. Also, the similarities between the two types of aggressive calls here reported suggest that they could represent graded aggressive calls.

The aggressive call of *S. perereca* we described (two or three notes; duration between 57–94 ms and 134 ms, respectively) is very different from equivalent calls “encounter calls” described in Pombal et al. (1995a; fig. 3) that present only one note, duration of 210 ms and structure apparently harmonic; and those reported in Kwet (2001a, son. 34; one note and duration of 50 ms). Aggressive calls are expected to be highly variable depending on the social context (Wells, 1988) and, at present, the relevance of the differences we found cannot be evaluated. Considering that aggressive calls are not expected to act in reproductive isolation we do not attribute taxonomic relevance to it here.

Scinax caldarum

Our re-description of the call of *S. caldarum* provides details not previously mentioned (Andrade and Cardoso, 1991) such as number of pulses, inter-pulse intervals,

frequency modulation, and dominant frequency band; the remaining of parameters (call duration, pulses number and frequency range) are similar with that reported by those authors. The higher call rate observed by Andrade and Cardoso (1991) (41 calls/min. vs. 25–36 calls/min.) probably is due to their higher recording temperature (air 18.0–19.0 °C vs. air 14–20.8 °C in our recordings).

Among frogs, calls often represent an informative feature in phylogenetic reconstructions (Narins et al., 2007; Robillard et al., 2006). At present the low number of *Scinax* species with known call precludes the evaluation of clade support by bioacoustic characters and the comparative phylogenetic analysis of call evolution, but data as those here presented could ameliorate this limitation.

Acknowledgements. Financial support by FAPEMIG and CNPq. Fellowships by CNPq (AAG), CAPES (LM), and FAPEMIG (LM). Wagner R. Silva critically read preliminary versions of the manuscript; Kátia G. Facure helped in the field works.

References

- Andrade, G.V., Cardoso, A. J. (1991): Descrição de larvas e biologia de quatro espécies de *Hyla* (Amphibia, Anura). *Rev. Brasil. Biol.*, 51(2): 391-402.
- Bevier, C.R., Gomes, F. R., Navas, A.C. (2008): Variation in call structure and calling behavior in treefrogs of the genus *Scinax*. *South Am. J. Herpetol.*, 3(3): 196-206.

Figure 6. Spectrogram (upper) and waveform (lower) of advertisement call of *Scinax caldarum*. Poços de Caldas (MG); air = 20.8 °C and water = 24.0 °C; 19:40 h. January 2009.

- Brusquetti, F., Lavilla, E.O. (2006): Lista comentada de los anfibios de Paraguay. Cuadernos de Herpetología 20(2): 3-79.
- Faivovich, J. (2002): A cladistic analysis of *Scinax* (Anura: Hylidae). Cladistics 18: 367-393.
- Faivovich, J., Haddad, C.F.B., Garcia, P.C.A., Frost, D.R., Campbell, J.A., Wheeler, W.C. (2005): Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. 2005. Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 294: 240 pp.
- Frost, D.R. (2009): Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.3 (12 February, 2009). Available at: <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/>>
- Gridi-Papp, M. (2004): Sound Ruler. V0941. Available at: <<http://soundruler.sourceforge.net>>
- Kwet, A. (2001 a): Frösche im brasilianischen Araukarienwald. Münster (Natur und Tier Verlag), 192 S (p. 83).
- Kwet, A. (2001b): Südbrasilianische Laubfrösche der Gattung *Scinax* mit Bemerkungen zum Geschlecht des Gattungsnamens und zum taxonomischen Status von *Hyla granulata* PETERS, 1871. Salamandra 37(4): 211-238.
- Moravec, J., Tuanama, I.A., Pérez, P.E., Lehr, E. (2009): A New Species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from the Area of Iquitos, Amazonian Peru. South Am. J. Herpetol. 4(1): 9-16.
- Narins, P.M., Feng, A.S., Fay, R.R., Popper, A.N. (2007): Hearing and Sound Communication in Amphibians. New York, Springer.
- Pombal Jr., J.P., Haddad, C.F.B., Kasahara, S. (1995a): A new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from southeastern Brazil, with comments on the genus. Journal of Herpetology 29(1): 1-6.
- Pombal Jr., J. P., Bastos, R.P., Haddad, C.F.B. (1995b [1996]): Vocalizações de algumas espécies do gênero *Scinax* (Anura, Hylidae) do sudeste do Brasil e comentários taxonômicos. Naturalia 20: 213-225.
- Pugliese, A., Baêta, D., Pombal Jr, J.P. (2009): A new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from Rocky Montane Fields in South-eastern and Central Brazil. Zootaxa 2269: 53-64.
- Robillard, T., Höbel, G., Gerhardt, H. C. (2006): Evolution of advertisement signals in North American hylid frogs: vocalizations as end-products of calling behavior. Cladistics 22: 533-545.
- Salducci, M.D., Marty, C., Fouquet, A., Gilles, A. (2005): Phylogenetic relationships and biodiversity in Hylids (Anura: Hylidae) from French Guiana. C. R. Biolog., 328: 1009-1024.
- Sueur, J., Aubin, T., Simonis, C. (2008): Seewave, a free modular tool for sound analysis and synthesis. Bioacoustics 18: 213-226.
- Wells, K.D. (1988): The effect of social interactions on anuran vocal behavior, pp. 433-454. In B. Fritzsche, M. J. Ryan, W. Wilczynski, T. E. Hetherington and W. Walkowiak eds. The evolution of the Amphibian Auditory System, John Wiley and Sons, New York.
- Wells, K.D. (2007): The ecology and behavior of Amphibians. Chicago, University of Chicago Press.

Capítulo 2

Padrão de evolução em sinais acústicos complexos (canto de anúncio) em um clado de pererecas neotropicais, *Scinax* (Hylidae, Hylinae)

Introdução

Em biologia, as comparações interespecíficas permitem estabelecer os níveis de generalidade dos surgimentos de novidades evolutivas. Desde Darwin a comparação tem sido a técnica mais geral para responder questões sobre padrões comuns de mudança evolutiva através do estudo das relações fenótipo-ambiente ou fenótipo-fenótipo entre espécies contemporâneas (Harvey & Pagel, 1991).

Espécies proximamente aparentadas tendem a ser fenotipicamente mais similares do que espécies mais distantemente relacionadas em seus caracteres morfológicos, comportamentais, ecológicos e de história de vida. Isto implica em uma não independência estatística dos valores dos caracteres que compõem o fenótipo das espécies (Felsenstein, 1985; Harvey & Pagel, 1991; Maddison & Maddison, 1992; Diniz-Filho, 2000; Freckleton *et al.*, 2002; Blomberg *et al.*, 2003).

A percepção de que comparações interespecíficas devem considerar explicitamente a história evolutiva das espécies resultou em uma revolução no arcabouço conceitual e analítico dos estudos comparados nas últimas décadas (Harvey & Pagel, 1991; Nunn, 2011; Rezende & Diniz-Filho, 2012), iniciado pelo trabalho seminal de Felsenstein (1985). Estes estudos comparados modernos – também conhecidos como métodos comparados filogenéticos (MCFs) ou ainda estudos comparados filogenéticos – permitem incorporar proposições rigorosas sobre mudança evolutiva, i.e. hipóteses sobre como a evolução ocorre (e.g. modelo evolutivos Browniano, Ornstein-Uhlenbeck), e informações filogenéticas (i.e. topologias e comprimentos de ramo) em análises quantitativas formais (estatística), assegurando a independência filogenética dos dados (valores dos caracteres das espécies analisadas) (Harvey & Pagel, 1991; Maddison & Maddison, 1992; Hansen, 1997; Diniz-Filho, 2000; Freckleton *et al.*, 2002; Blomberg *et al.*, 2003; Nunn, 2011).

Assim, os MCFs têm incrementado os tipos e a qualidade das inferências que podem ser extraídas a partir de dados comparados (Rezende & Diniz-Filho, 2012),

possibilitando e.g., distinguir origens evolutivamente independentes de estados de caráter (homoplasias) de casos de semelhança por descendência (homologias); testar mudanças evolutivas correlacionadas entre caracteres e entre caracteres e o ambiente ao longo da filogenia; reconstruir estados ancestrais de caráter e detectar a direção da mudança evolutiva do caráter ao longo da filogenia (i.e. mapeamento/otimização de caracteres); e detectar se o caráter possui sinal filogenético significativo (Maddison & Maddison, 1992; Diniz-Filho, 2000; Brooks & McLennan, 1991, 2002; Ord & Martins, 2006; Revell *et al.*, 2008; Rezende & Diniz-Filho, 2012).

O sinal filogenético (p. 905, Blomberg & Garland, 2002) é uma forma de estimar se a variância dos valores do caráter de interesse entre os táxons estudados está dentro do esperado devido ao parentesco entre as espécies – i.e. medida do quanto os caracteres tendem a estar correlacionados com a filogenia (Blomberg *et al.*, 2003; Ord & Martins, 2006; Münkemüller *et al.*, 2012). Se a variância do caráter entre os táxons for diferente do esperado sob um modelo de evolução Browniano – “*constant variance process*” (e.g. Freckleton *et al.*, 2002; Nunn, 2011) – pressões seletivas como e.g., seleção estabilizadora ou seleção direcional devem estar operando independentemente entre os táxons (Freckleton *et al.*, 2002; Blomberg *et al.*, 2003; Ord & Martins, 2006).

Mapeamentos de caráter buscam determinar a série de transformação com melhor suporte (e.g. parcimoniosa) para uma dada filogenia, obtendo-se o nível de surgimento (ponto na filogenia em que um dado caráter surgiu) e a sequência de transformação do caráter ao longo dos ramos da árvore (i.e. padrão de evolução do caráter) (Harvey & Pagel, 1991; Maddison & Maddison, 1992; Autumn *et al.*, 2002; Brooks & McLennan, 1991, 2002).

Com o desenvolvimento de métodos rigorosos de reconstrução filogenética (Hennig, 1966; Wiley, 1981) – consequentemente uma maior disponibilidade de topologias – e de novos métodos para estudos comparados evolutivos (e.g. Felsenstein, 1985; Harvey & Pagel, 1991; Maddison & Maddison, 1992; Freckleton *et al.*, 2002; Blomberg *et al.*, 2003), tem havido um crescimento exponencial do uso de filogenias para estudos do padrão de evolução de caracteres utilizando as mais diversas bases de dados, e.g. fisiológica, ecológica, comportamental e morfológica (Basolo, 1990; Cocroft & Ryan, 1995; Ferrarezi, 1996; Freckleton *et al.*, 2002; Blomberg *et al.*, 2003; Ord & Martins, 2006; Robillard *et al.*, 2006; Gomes *et al.*, 2009; Lovegrove, 2010; Nunn, 2011).

No presente trabalho investigo a evolução de caracteres comportamentais

complexos, i.e. principal sinal do sistema reprodutivo de anuros conhecido como canto de anúncio. Os anuros estão entre os vertebrados mais vocais, e seu sistema reprodutivo depende essencialmente dos sinais acústicos (canto de anúncio) emitidos pelos machos para o reconhecimento específico e a atração de fêmeas (e.g. Ryan, 1985; Duellman & Trueb, 1986; Gerhardt & Huber, 2002; Wells, 2007). Os cantos de anúncio são sinais estereotipados e espécie-específicos que estão implicados no reconhecimento específico, isolamento reprodutivo, seleção sexual e natural (Blair, 1955, 1958a,b; Wells, 1977, 2007; Ryan, 1985, 1988; Littlejohn *et al.*, 1960; Littlejohn & Loftus-Hills, 1968; Gerhardt & Huber, 2002; Narins *et al.*, 2007). A ausência de aprendizagem vocal em anuros fornece evidência de uma base genética significativa para o canto de anúncio neste táxon (Narins *et al.*, 2007).

Os objetivos deste capítulo foram **(1)** reconhecer e diferenciar a magnitude de fatores filogenéticos sobre a diversificação inter-específica do canto de anúncio e sobre um caráter associado i.e., tamanho corporal, em um dos grupos mais especiosos e conspícuos de anuros neotropicais – pererecas do gênero *Scinax* – ou seja, detectar e quantificar o sinal filogenético destes caracteres; **(2)** avaliar se caracteres acústicos associados a morfologia ou comportamento-fisiologia apresentam diferentes níveis de sinal filogenético; **(3)** testar a ocorrência de mudanças evolutivas correlacionadas/associadas entre caracteres do canto (e.g. duração do canto *versus* número de pulsos) e entre caracteres acústicos e o tamanho corporal (CRC); e **(4)** investigar o padrão evolutivo dos caracteres acústicos (canto de anúncio) e do CRC em *Scinax* visando determinar o ponto de origem e a sequência de transformação destes caracteres ao longo da filogenia – i.e. mapeamento de caracteres.

No nível individual e intra-específico algumas características (propriedades) do canto tipicamente exibem variação pequena (propriedades estáticas), enquanto outras são altamente variáveis (propriedades dinâmicas). Propriedades estáticas frequentemente incluem características como frequência fundamental e frequência dominante (ou faixas de frequência enfatizada no canto), e características temporais de escala fina, e.g. duração, taxa de repetição e padrão de modulação (ascendente e descendente) dos pulsos (Gerhardt, 1991; Gerhardt & Huber, 2002; Gerhardt & Bee, 2007). Estas características estão principalmente associadas à morfologia (e.g. tamanho/massa das pregas vocais; ver Gerhardt & Bee, 2007) e em decorrência disso tem sido hipotetizado na literatura que estejam submetidas a fortes *constraints* (cf. Smith *et al.*, 1985; a partir de agora ‘restrição evolutiva’), o que consequentemente conduziria a taxas evolutivas mais baixas nestes

caracteres (e.g. Ryan, 1988; Cocroft & Ryan, 1995). Já as propriedades dinâmicas do canto geralmente incluem características de escala temporal mais ampla, e.g. duração do canto e taxa de repetição de cantos por minuto. Estas características estão principalmente associadas a comportamento e fisiologia, e desta forma tem sido hipotetizado que estes caracteres estão submetidos a restrições evolutivas mais fracas, consequentemente são esperadas taxas evolutivas mais altas nestas características (Ryan, 1988; Cocroft & Ryan, 1995).

Desta forma, a teoria prediz que características estáticas e dinâmicas do canto diferem quanto as suas taxas evolutivas. Assim, foi testada a hipótese de que caracteres principalmente associados à morfologia, e.g. frequência dominante, duração do pulso (e taxa de repetição de pulsos) são mais conservados, ou seja, apresentam menores taxas evolutivas, enquanto que características mais associadas a comportamento e fisiologia apresentam maiores taxas evolutivas. Para caracteres estáticos (mais conservados) do canto a predição teórica é que seriam esperados níveis mais baixos ou ausência de sinal filogenético sob um modelo de evolução por movimento Browniano (i.e. processo constante de variação), enquanto que sob esse mesmo modelo evolutivo, para características associadas a comportamento e fisiologia (dinâmicas) seriam esperados níveis mais altos de sinal filogenético.

Materiais e Métodos

- Modelo Biológico

Pererecas do gênero *Scinax* Wagler, 1830 são um dos mais abundantes e conspicuos grupos de anuros dos Neotrópicos (Duellman & Wiens, 1993; De La Riva *et al.*, 1994), sendo reconhecido atualmente como o segundo gênero mais especioso dentre os hílideos (Hylidae), i.e. 111 spp. descritas (Frost, 2013). O gênero apresenta ampla distribuição geográfica, com as espécies distribuídas desde o sul do México, ao Centro-Leste da Argentina, incluindo as ilhas do Caribe Trinidad e Tobago, e Santa Lucia (Frost, 2013), ocupando quase todos os ecossistemas tropicais e subtropicais ao longo desta distribuição.

O monofiletismo de *Scinax* foi proposto por Duellman & Wiens (1992), sendo atualmente reconhecido como um clado bem suportado por diversas bases de dados, i.e. morfológica/osteológica (Faivovich, 2002), e molecular (Faivovich *et al.*, 2005; Wiens *et*

al., 2010; Pyron & Wiens, 2011). Dois grandes clados são reconhecidos para o gênero, i.e. o clado *S. catharinae*, biogeograficamente associado com o bioma Mata Atlântica do Brasil (até o momento composto por 43 espécies), e o clado *S. ruber*, que apresenta ampla distribuição geográfica, com a maioria das espécies ocupando áreas tropicais e subtropicais da América Central e do Sul (até o momento composto por 68 espécies) (Frost, 2013). Dentro do clado *S. catharinae* dois grupos são atualmente reconhecidos, o grupo *S. perpusillus* (ainda não avaliado filogeneticamente; 12 spp.), e o grupo *S. catharinae* (31 spp.); no clado *S. ruber* são reconhecidos os grupos *S. uruguayus* (2 spp.) e *S. rostratus* (13 spp.), com as demais espécies não alocadas atualmente em nenhum clado/grupo (Faivovich, 2002; Wiens *et al.*, 2010).

O monofiletismo, a ampla distribuição geográfica, riqueza de espécies, heterogeneidade de ambientes ocupados e a variação morfológica e acústica das espécies de *Scinax* (**ver Capítulo 1**) faz deste um clado interessante para o estudo da evolução da comunicação acústica.

- Base de dados

Como a relação entre sinal acústico e o comportamento-mecanismo de vocalização é direta na maioria dos anuros, com cada ato de emissão sonora (= nota) sendo produzido por um ciclo de fluxo de ar exalatório-inalatório – i.e. dos pulmões até o saco vocal passando através da laringe – que corresponde a uma contração da musculatura do tronco (Schmidt, 1965; McLister *et al.*, 1995; Gridi-Papp, 2003; Walkowiak, 2007). Deste modo, a abordagem mecânica-comportamental foi utilizada para assegurar que caracteres homólogos foram comparados (= aplicação do princípio de homologia; e.g. Wenzel, 1992), premissa que tem sido adotada em estudos comparados modernos investigando a evolução dos sinais acústicos em anuros, e.g. Robillard *et al.*, (2006) e Erdtmann & Amézquita (2009). Com base na observação direta do comportamento-mecanismo de produção vocal do canto de anúncio de 30 espécies do gênero *Scinax* (**ver Capítulo 1**), composto por apenas uma nota (i.e. 1 nota= 1 canto), foi assumida a equivalência entre uma nota e o canto para as espécies do presente estudo não observadas diretamente (i.e. 16 espécies).

Dados acústicos para cerca de metade das espécies (i.e. 15 spp.) do presente estudo foram coletados por L. Magrini e A.A. Giaretta; os demais dados foram obtidos da literatura na forma de CDs publicados comercialmente (Ibáñez *et al.*, 1999; Marty & Gaucher, 1999; Cocroft *et al.*, 2001), e registros gentilmente cedidos por outros

pesquisadores.

A caracterização acústica realizada para o gênero *Scinax* no Capítulo 1 permitiu a produção de uma base de dados acústicos de alta qualidade que foi aqui utilizada nas análises comparadas filogenéticas. Para a maioria das espécies, i.e. 21 de 31 spp., cantos para 3–11 indivíduos foram analisados. Sempre que disponível foram analisados 10 cantos por indivíduo. Os valores de cada caráter acústico estão baseados na média entre os cantos analisados por indivíduo, e para espécies com mais de um indivíduo registrado nas médias entre os indivíduos. Devido à elevada diversidade críptica reconhecida no gênero (**ver Capítulo 1**) foram considerados dados acústicos de apenas uma população por espécie (com exceção de *S. catharinae*). No **Apêndice 1** estão fornecidas informações sobre o tamanho amostral dos dados acústicos para cada espécie, a fonte dos registros, a localidade de gravação e a temperatura do ar. Informações sobre o tamanho corporal (CRC) para cada espécie foram obtidas através da mensuração dos indivíduos registrados, medida de espécimes em coleções, e quando estas não foram possíveis, a partir de informações da literatura. Quando possível foram usadas informações para o CRC do mesmo local, ou de localidades próximas àsquelas dos registros (**ver Apêndice 2**). Espécimes foram medidos manualmente com paquímetro de precisão 0,05 mm.

A **Tabela 1** contém a lista dos 21 caracteres acústicos mensurados no estudo, 14 temporais e 7 espectrais, alguns destes sendo combinações de caracteres. A maioria destes caracteres é tradicionalmente considerada em estudos de bioacústica de anuros (ver Cocroft & Ryan, 1995; Gerhardt, 1998; **capítulo 1**). Apesar de algumas características serem em parte redundantes, i.e. frequência dominante mínima, freq. dominante máxima e picos de frequência enfatizados, estas características foram incluídas por serem descritores úteis do canto, particularmente para espécies que apresentam a energia enfatizada do canto distribuída ao longo de uma ampla faixa de frequência, característica comum em várias espécies de *Scinax*. As variáveis duração máxima do canto e nº máximo de pulsos foram incluídas no estudo para avaliar se estas características apresentam uma relação alométrica simples com o tamanho corporal (e.g. cantos mais longos associados com maior volume pulmonar, i.e. maior CRC) e se mostram os mesmos níveis de sinal filogenético em relação aos valores médios destes caracteres. Para duas espécies no presente estudo, *S. nasicus* e *S. uruguayus*, três caracteres acústicos mensurados para as demais espécies não se aplicam – i.e. intervalo entre pulsos, período do pulso e razão duração pulso/intervalo entre pulsos – uma vez que essas espécies possuem apenas um pulso no canto. Desta forma, *S. nasicus* e

S. uruguayus foram excluídas das análises realizadas no presente estudo considerando estas três variáveis.

No **Apêndice 3** está fornecida a matriz de caracteres (acústicos e morfológico) para as 31 espécies estudadas. A análise dos dados por uma única pessoa (L. Magrini) permitiu a padronização das mensurações e a minimização de erros de medida no estudo.

Apesar do efeito bem documentado da temperatura sobre algumas características temporais do canto – e.g. duração do canto, duração do pulso, e taxa de repetição destas variáveis (e.g. Gayou, 1984) – o efeito da temperatura não foi corrigido devido a uma combinação de fatores: dados de temperatura não estavam disponíveis para todos os registros, a maioria dos registros apresentou pequena variação intra-específica de temperatura (exceção para 4 espécies), e não há uma faixa comum de temperatura para os registros entre as espécies (**ver Apêndice 2**). Adicionalmente, as diferenças nos caracteres acústicos das espécies de *Scinax* (**ver Capítulo 1**) indicam que o efeito da temperatura é seguramente uma fonte menor de variação nas características do canto do que as diferenças inter-específicas documentadas.

- Gravação e análises acústicas

As gravações (registros de L. Magrini e A.A. Giaretta; **ver Apêndice 1**) foram realizadas utilizando-se os gravadores digitais Marantz (PMD 670 ou 671), M-audio Micro-Track II e Tascam DR-05. Para todos os gravadores foi utilizada uma taxa de amostragem de 44.1 kHz e precisão de 16 bits. Foram utilizados microfones direcionais Sennheiser (ME-66 ou ME-67) posicionados a uma distância aproximada de 0,5 m do macho vocalmente ativo, orientado diretamente em frente à extremidade rostral do animal (ver Gerhardt, 1975). A temperatura do ar foi medida imediatamente após cada som registrado com termômetro digital de precisão de 0,5 °C, próximo ao sítio de vocalização do indivíduo.

Os registros sonoros estão depositados na coleção AAG-UFU - Ariovaldo Antônio Giaretta da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG (**ver Material Suplementar do trabalho**). Testemunhos de gravação, i.e indivíduos gravados, foram coletados para cada espécie amostrada para confirmação da identificação taxonômica e para assegurar a associação entre o canto e o exemplar depositado. Os espécimes coletados foram anestesiados com xylocaína (lidocaína 2%), posteriormente fixados em formol 10%, e preservados em álcool 70%. Todos os espécimes coletados estão depositados na coleção

do Museu de Biodiversidade do Cerrado da Universidade Federal de Uberlândia (AAG-UFU), MG. Licenças para as coletas foram fornecidas pelo IBAMA (Nº24954-2; Nº30059-2).

As análises acústicas foram realizadas utilizando-se uma combinação de programas para a plataforma *Windows*: para a mensuração de caracteres temporais foi utilizado o programa Raven Pro 1.4 (Cornell Lab of Ornithology) e para os caracteres espectrais os programas Raven Pro 1.4 (Cornell Lab of Ornithology), SoundRuler (Grid-Papp, 2004) e Seewave (Sueur *et al.*, 2008; R Developmental Core Team, 2009).

- Coeficiente de Variação

Para as espécies com registros para um nº de indivíduos ≥ 4 foi avaliada a variação individual para cada característica acústica, expressa através do coeficiente de variação: $CV = (\text{média/desvio padrão}) \times 100$. Para cada macho foi calculado o CV de cada caráter acústico. A média e o desvio padrão dos coeficientes de variação de cada caráter acústico foram calculados a partir dos CVs de cada macho, resultando nos CVs dos caracteres para as espécies estudadas. Os caracteres acústicos com baixo CV para a espécie ($\leq 8\%$) foram considerados estáticos, intermediários (entre 8% e 15%) e dinâmicos ($\geq 15\%$) (Gerhardt, 1991; Tárano, 2001; Gerhardt & Huber, 2002). Na **Tabela 4** estão sumarizados os coeficientes de variação calculados para 14 caracteres acústicos (de 21 analisados) para 14 das 31 espécies investigadas no presente estudo.

- Hipótese filogenética

Estudos filogenéticos utilizando diferentes fontes de dados estão disponíveis para o clado *Scinax*, i.e morfológico/osteológico (Faivovich, 2002) e moleculares (Wiens *et al.*, 2010; Pyron & Wiens, 2011), os quais forneceram as bases principais para a produção da hipótese filogenética de trabalho do presente estudo (**fig. 1**). Esta filogenia de trabalho é composta por 31 táxons terminais, para as quais dados acústicos de boa qualidade estão disponíveis (i.e. a maior parte obtida no presente estudo; **ver Capítulo 1**). Na filogenia de trabalho estão representados os dois principais clados de *Scinax* – i.e. oito espécies do clado *S. catharinae* (grupo *S. catharinae*), e 23 espécies do clado *S. ruber*. O grupo *S. perpusillus* – alocado no clado *S. catharinae* (Faivovich, 2002) – não está representado no presente estudo porque as inter-relações entre as espécies do grupo ainda não são conhecidas.

As inter-relações no clado *S. catharinae* estão baseadas em Faivovich (2002), com a resolução das politomias do estudo através da exclusão das espécies para as quais não foram obtidos dados; a relação de maior parentesco entre *S. albicans* e *S. trapicheiroi* está baseada nas características morfológicas e de história natural das larvas destas espécies reportadas por Carvalho-e-Silva & Carvalho-e-Silva (1994). Adicionalmente, foi incluída na topologia (**fig. 1**) uma espécie/população morfológicamente similar a *S. berthae*, i.e. *Scinax* cf. *berthae* [= *S. berthae* 'Itatiba' – **ver Capítulo 1**], cujo trabalho de descrição formal da espécie está em andamento.

As inter-relações no sub-clado *S. rostratus* (clado *S. ruber*) ainda não estão bem definidas, e como os resultados das hipóteses filogenéticas disponíveis para o grupo são um pouco conflitantes, considerei na hipótese de trabalho uma combinação destas filogenias, i.e. *S. nebulosus* + *S. pedromedinae* em Faivovich (2002); *S. garbei* + *S. boulengeri* em Faivovich (2002) e Wiens *et al.*, (2010); e *S. proboscideus* + *S. rostratus* em Fouquet *et al.*, (2007). Adicionalmente, duas espécies foram incluídas na filogenia de trabalho e suas posições na topologia estão baseadas em informações taxonômicas de base morfológica, i.e. *S. granulatus* (Lutz, 1973) e *S. caldarum* (Lutz, 1973; Pugliese *et al.*, 2004, 2009).

- Análises comparadas filogenéticas

As análises comparadas filogenéticas foram conduzidas nos pacotes Ape (Paradis *et al.*, 2004), Geiger (Harmon *et al.*, 2008), Picante (Kembel *et al.*, 2010), Caper (Orme *et al.*, 2012), e Phytools (Revell, 2012). Os oscilogramas da **Figura 1** foram produzidos no pacote Seewave (Sueur *et al.*, 2008), e a representação gráfica da variabilidade dos caracteres acústicos para as espécies estudadas (**fig. 2**) foi gerada no pacote Adephylo (Jombart & Dray, 2008). Todos são pacotes da plataforma R (R Development Core Team, 2011).

Como informações sobre comprimentos de ramos não estavam disponíveis para as hipóteses filogenéticas na literatura, foi utilizado o método de transformação de comprimentos de ramo proposto por Grafen (1989). Duas transformações foram implementadas – (*rho*) $\rho=0,5$ e $\rho=1,0$ – para avaliar a consistência dos resultados para as estimativas de sinal filogenético sob as duas transformações (função 'compute.brlen' do pacote Ape; Paradis *et al.*, 2004). O parâmetro ρ é uma transformação que altera a altura dos nós por comprimir os comprimentos de ramo próximos à raiz ou aos terminais da

árvore (Grafen, 1989; Freckleton *et al.*, 2002). Para transformações com ρ entre zero e um ($0 < \rho < 1$) são esperados níveis maiores de sinal filogenético uma vez que os ramos conduzindo aos táxons terminais da topologia são esticados, enquanto aqueles próximos à raiz são comprimidos; para valores de $\rho > 1$ os ramos próximos à raiz da topologia são alongados, enquanto os ramos conduzindo aos táxons terminais são encurtados – i.e. menores níveis de sinal filogenético são esperados (ver Grafen, 1989; Freckleton *et al.*, 2002; Nunn, 2011).

A transformação de Grafen é amplamente utilizada na literatura para diversas bases de dados e em diferentes grupos taxonômicos, e.g. Boddy *et al.*, (2012), e Damasceno *et al.*, (2013). Münkemüller *et al.*, (2012) simulou numericamente diferentes cenários evolutivos – i.e. nº de espécies, politomias, força do movimento Browniano na evolução dos caracteres, e comprimentos de ramo – para avaliar a performance dos índices de estimativa de sinal filogenético mais comumente usados na literatura. Comparadas às influências de outras fontes de incertezas nas estimativas de sinal filogenético – i.e. topologia e erros de medida – os autores demonstraram que o efeito das informações sobre comprimentos de ramo foram negligenciáveis, com o índice λ de Pagel (Pagel, 1999) sendo constante sob os diferentes cenários simulados de comprimentos de ramo (Münkemüller *et al.*, 2012).

De acordo com Nunn (2011), o conceito de sinal filogenético está proximamente relacionado à ideia de uma filogenia ‘estrela’ – filogenia na qual todas as espécies irradiaram simultaneamente de um mesmo ancestral (Felsenstein, 1985) – o que produz espécies igualmente dependentes em relação aos caracteres de outras espécies (i.e. ausência total de sinal filogenético).

O sinal filogenético dos caracteres foi estimado através de dois dos mais frequentemente utilizados índices de sinal filogenético (Münkemüller *et al.*, 2012), i.e. λ de Pagel (Pagel, 1999; Freckleton *et al.*, 2002) e K de Blomberg (Blomberg *et al.*, 2003). Estes índices são considerados uma abordagem criteriosa e poderosa para a quantificação de sinal filogenético (cf. Nunn, 2001). Ambos estão baseados no modelo de evolução por movimento Browniano, no qual a variância é acumulada entre as linhagens em uma proporção direta ao tempo decorrido de separação entre as mesmas – i.e. processo constante de variância (Freckleton *et al.*, 2002; Revell *et al.*, 2008; Nunn, 2011).

O índice K de Blomberg é derivado do método de contrastes independentes de Felsenstein (Felsenstein, 1985). K foi estimado através de ‘GLS’ (*generalized least*

square), que calcula o erro quadrado médio e sua expectativa sob um modelo de evolução por movimento Browniano (funções ‘kcalc’ e ‘phylosignal’ do pacote Picante; Kembel *et al.*, 2010). A distribuição observada dos contrastes é comparada a uma distribuição nula na qual os valores dos caracteres são permutados aleatoriamente na topologia. Se a variância dos contrastes para os dados observados é significativamente menor do que a variância dos contrastes dos dados permutados, isto indica sinal filogenético significativo (Blomberg *et al.*, 2003; Revell *et al.*, 2008). Valores de $K < 1$ indicam menor dependência estatística entre as espécies do que o esperado devido à evolução por movimento Browniano; $K = 0$ indica ausência de dependência filogenética, $K = 1$ indica a similaridade esperada, e valores de $K > 1$ indicam similaridade entre as espécies maior do que o esperado baseado em um modelo de evolução por movimento Browniano (Blomberg *et al.*, 2003; Revell *et al.*, 2008; Nunn, 2011).

λ de Pagel (Pagel, 1999) é definido como a transformação filogenética que maximiza a verossimilhança dos dados considerando o modelo evolutivo de movimento Browniano. Este índice é considerado robusto mesmo quando a informação filogenética disponível é incompleta (Freckleton *et al.*, 2002). λ varia entre 0 (independência filogenética ou forte seleção estabilizadora, cf. Nunn, 2011) e 1 (caracteres das espécies covariam em uma proporção direta a sua história evolutiva compartilhada sob um modelo evolutivo Browniano). Níveis intermediários de dependência filogenética ($0 < \lambda < 1$) podem resultar de evolução através de modelos tais como Ornstein-Uhlenbeck (e.g., Hansen, 1997; Martins & Hansen, 1997), no qual a influência da filogenia diminui através do tempo porque os valores dos caracteres das espécies tendem a ser atraídos em torno de um ótimo evolutivo independente do valor inicial do caráter, i.e. seleção estabilizadora (cf. Freckleton *et al.*, 2002). A função *PGLS* (pacote Caper; Orme *et al.*, 2012) foi usada para ajustar o modelo com a estimativa de verossimilhança máxima de λ . *Likelihood ratio tests* (*LRT*) forneceram os valores de *p* quando a verossimilhança máxima foi comparada com $\lambda = 0$ (ausência de sinal filogenético), e os valores de *p* quando a verossimilhança máxima foi comparada com $\lambda = 1$ (caracteres evoluindo sob movimento Browniano) (ver Nunn, 2011 e seu *website* AnthroTree). *Akaike Information Criterion corrected* (*AICc*) também foi calculado para a comparação entre os diferentes modelos – i.e. λ observado para os dados, $\lambda = 0$ e $\lambda = 1$ – implementado através da função ‘fitContinuous’ (pacote Geiger, Harmon *et al.*, 2008). Menores valores de *AICc* indicam o modelo de melhor ajuste para os dados (**ver Apêndice 4**).

Para avaliar a evolução correlacionada dos caracteres contínuos, análises de correlação foram conduzidas utilizando ‘*PGLS*’ (*phylogenetic generalized least square*). Nesta análise o relacionamento filogenético é incorporado (no termo erro da equação) utilizando uma matriz de variância-covariância, a qual é derivada da topologia e dos comprimentos de ramo (cf. Freckleton *et al.*, 2002 e Revell 2010). A estrutura do erro dos resíduos foi simultaneamente otimizada ajustando o modelo da regressão via *GLS* (e.g. Grafen, 1989) através do λ de Pagel para recuperar a performance do melhor modelo – ‘*OLS*’ (*ordinary least square regression*) ou *PGLS* – como recomendado por Revell (2010).

O mapeamento de caracteres foi realizado utilizando verossimilhança máxima para a estimativa dos nós internos da árvore, implementado com a função ‘contMap’ do pacote Phytools (Revell, 2012).

Os resultados das análises comparadas filogenéticas foram fornecidos em formatação na língua inglesa já em formato de publicação.

Tabela 1. Lista dos caracteres do canto de anúncio considerados no estudo. Definição e forma de mensuração dos caracteres também são fornecidos. Caracteres temporais foram medidos em ms e os caracteres espectrais em Hz.

Variáveis	Definição e forma de medida
Duração do canto	Tempo entre o início e o final de um canto. Medido manualmente sobre o oscilograma.
Duração máxima do canto	Canto mais longo medido para a espécie. Medido manualmente sobre o oscilograma.
Nº de pulsos	Número de pulsos no canto. Contados a partir do oscilograma.
Nº máximo de pulsos	Canto com o maior nº de pulsos medido para a espécie. Contados a partir do oscilograma.
Duração do canto/nº pulsos por canto	Razão entre a duração do canto e o nº de pulsos por canto; unidade ms.
Amplitude máxima do canto (%)	Razão entre (tempo entre o início do canto até o ponto de amplitude máxima do canto) e (duração do canto). Medida automatizada a partir da seleção manual da duração do canto sobre o oscilograma. = razão entre “call rise time” (Cocroft & Ryan, 1995) e a duração do canto.
Freq. mínima	Valor mínimo da frequência do canto. Medido manualmente sobre o espectrograma do canto inteiro.
Freq. máxima	Valor máximo da frequência do canto. Medido manualmente sobre o espectrograma do canto inteiro.
Delta Freq.	Diferença entre a freq. máxima e a freq. mínima do canto (=freq. máxima - freq. mínima).
Freq. dominante mínima	Valor mínimo da frequência da faixa principal enfatizada (dominante) do canto. Medido manualmente sobre o espectrograma do canto inteiro.
Freq. dominante máxima	Valor máximo da frequência da faixa principal enfatizada (dominante) do canto. Medido manualmente sobre o espectrograma do canto inteiro.
1ºPE – Pico principal de frequência enfatizada	Pico de frequência de maior intensidade do canto. Medido manualmente sobre o espectro de força do canto inteiro.
2ºPE – Segundo pico de frequência enfatizada	Segundo pico de frequência em intensidade do canto. Medido manualmente sobre o espectro de força do canto inteiro.
Duração do pulso	Calculado a partir da duração média dos pulsos na parte central do canto (entre 10–30% dos pulsos presentes do canto foram mensurados). Medido manualmente sobre o oscilograma.
Taxa de repetição de pulsos (pulsos/seg.)	Razão entre 1 seg. e a duração dos pulsos.
Intervalo entre pulsos	Calculado a partir da duração média do intervalo entre pulsos na parte central do canto (mesmo nº de pulsos e intervalos entre pulsos foram medidos por canto). Medido manualmente sobre o oscilograma.
Período do pulso	Duração do pulso + intervalo entre pulsos.
Duração pulso/intervalo pulso	Razão entre a duração do pulso e o intervalo entre pulsos (sem unidade).
Amplitude máxima do pulso (%)	Razão entre (tempo entre o início do pulso até o ponto de amplitude máxima do pulso) e (duração do pulso). Medida automatizada a partir da seleção manual da duração do pulso sobre o oscilograma. = razão entre “pulse rise time” (Cocroft & Ryan, 1995) e a duração do pulso.
Intervalo entre cantos	Tempo entre o final de um canto e o início do próximo canto. 10 intervalos entre cantos foram medidos para cada indivíduo no trecho de maior motivação do indivíduo durante a gravação (i.e maior taxa de cantos/min.)
Cantos/min.	Taxa de repetição de cantos por minuto. Cantos contados sobre o oscilograma para um intervalo de tempo não inferior a 1 minuto de gravação (sempre que possível).

Tabela 2. Tamanho amostral para os dados acústicos de cada espécie estudada, ♂♂ nº de machos gravados, e nº de cantos total analisado por espécie.

Espécies	♂ ♂	Cantos	Espécies	♂ ♂	Cantos
Clado <i>S. ruber</i>			<i>S. ruber</i>	2	20
<i>S. uruguayus</i>	2	20	<i>S. duartei</i>	4	34
<i>S. acuminatus</i>	2	20	<i>S. caldarum</i>	8	80
<i>S. quinquefasciatus</i>	3	25	<i>S. similis</i>	2	20
<i>S. rostratus</i>	1	10	<i>S. granulatus</i>	7	70
<i>S. proboscideus</i>	1	10	<i>S. hayii</i>	4	38
<i>S. garbei</i>	1	10	<i>S. ictericus</i>	1	10
<i>S. boulengeri</i>	1	10	Clado <i>S. catharinae</i>		
<i>S. pedromedinae</i>	1	10	<i>S. rizibilis</i>	1	7
<i>S. nebulosus</i>	4	40	<i>S. cf berthae</i>	1	8
<i>S. crospedospilus</i>	6	60	<i>S. aromothyella</i>	3	6
<i>S. squalirostris</i>	10	100	<i>S. catharinae</i>	5	25
<i>S. elaeochrous</i>	5	50	<i>S. albicans</i>	6	32
<i>S. staufferi</i>	5	34	<i>S. trapicheiroi</i>	5	24
<i>S. boesemani</i>	11	107	<i>S. longilineus</i>	7	43
<i>S. fuscovarius</i>	6	56	<i>S. canastrensis</i>	4	22
<i>S. nasicus</i>	4	40			

Resultados

As estimativas de sinal filogenético com o índice λ de Pagel foram mais consistentes – i.e. valores mais similares de λ e no nível de significância para as variáveis analisadas – em relação ao índice K de Blomberg considerando as duas transformações de comprimentos de ramo implementadas na topologia de trabalho, i.e. $\rho=0,5$ e $\rho=1,0$ (informações sumarizadas nos **Apêndices 4–6**). O λ estimado para as variáveis que apresentaram sinal filogenético significativo variou em média 1,3 vezes entre as duas transformações ($\rho = 0,5$ e $\rho = 1,0$), enquanto que o K variou em média 3,2 vezes entre as transformações (**ver Apêndice 5**). Para o índice λ , apenas seis variáveis diferiram entre os níveis de significância sob as duas transformações ($\rho = 0,5$ e $\rho = 1,0$), enquanto para o K, doze variáveis diferiram no nível de significância entre as transformações. Devido a maior variabilidade e inconsistência dos resultados observados para o índice K sob as diferentes transformações de comprimentos de ramo, escolhi as análises conduzidas utilizando λ no decorrer do estudo.

Como os resultados das estimativas de sinal filogenético com o índice λ foram bastante similares sob as duas transformações de comprimentos de ramo, os resultados e conclusões são essencialmente os mesmos considerando uma ou outra transformação (resultado completo das análises no **Apêndice 5**). A apresentação dos resultados das análises e discussão será baseada no $\rho=0,5$ por esta transformação ter sido mais frequentemente observada na literatura consultada, e.g. Boddy *et al.*, (2012) e Damasceno *et al.*, (2013).

Dentre os 21 caracteres do canto de anúncio das espécies de *Scinax* considerados no estudo (14 temporais e 7 espectrais), 16 mostraram elevada associação filogenética (sinal filogenético significativo) – i.e. $\lambda \geq 0,59$ e $p \leq 0,035$ – com os valores estimados de λ destes caracteres não diferindo de uma variância fenotípica esperada sob um modelo de evolução Browniano (i.e. $\lambda = 1$). Na **Tabela 3** estão sumarizados os valores estimados de λ para os dados observados, e os valores de p para os testes de hipóteses de $\lambda=0$ e $\lambda=1$. Na **figura 2** é possível observar graficamente a variabilidade/similaridade das características investigadas para as 31 espécies de *Scinax* do presente estudo sobre a hipótese filogenética de trabalho (**ver também fig. 1**).

Os caracteres duração do canto/nº de pulsos, duração do canto, duração máxima do

canto, frequências mínima e máxima, duração do pulso, intervalo entre pulsos e intervalo entre cantos mostraram os maiores níveis de significância do sinal filogenético ($p \leq 0,001$). O tamanho corporal (CRC) também mostrou sinal filogenético significativo ($\lambda = 0,94$).

O cálculo do coeficiente de variação para 14 características do canto – para 14 das 31 espécies estudadas – permitiram comparar a variação nas características acústicas ao nível do sinal filogenético estimado para as mesmas. As características classificadas como propriedades estáticas do canto (i.e. CVs $\leq 8\%$) para a maioria das espécies de *Scinax* foram duração canto/nº pulsos (12 spp.), freq. mínima (11 spp.), freq. máxima (10 spp.), 1ºPE (13 spp.), 2ºPE (12 spp.) e pulsos/seg. (8 spp.); características estáticas ou intermediárias foram observadas para as variáveis nº de pulsos (11 spp.) e duração do canto (11 spp.); e as características dinâmicas com maior variação para a maioria das espécies foram o intervalo entre cantos, taxa de repetição de cantos (cantos/min.), e a razão duração pulso/intervalo entre pulsos (ordem decrescente de variação) (**ver Tabela 4**).

Nenhum padrão pôde ser reconhecido entre o nível de variação apresentado pelas características do canto (i.e. estática, intermediária e dinâmica) e a intensidade do sinal filogenético da variável (**ver Tabelas 3 e 4**). A intensidade do sinal filogenético foi elevada tanto para variáveis classificadas como estáticas (e.g. 1ºPE; $\lambda = 0,76$, $p < 0,01$) e intermediárias (e.g. duração do canto; $\lambda = 1$, $p < 0,001$), quanto para variáveis dinâmicas do canto (e.g. duração pulso/intervalo entre pulsos; $\lambda = 0,77$, $p < 0,01$), não havendo diferenças perceptíveis entre o nível de sinal filogenético e o tipo de variável – e.g. estática ou dinâmica. A ausência de sinal filogenético também foi revelada para os três tipos de variáveis, e.g. 2ºPE (estática), nº de pulsos (intermediária) e cantos/min. (dinâmica). A variável taxa de repetição de pulsos (i.e. estática para 8 spp.) não mostrou sinal filogenético significativo, mas uma vez que esta variável é estimada com base na duração do pulso ou do período do pulso do canto, ambas com elevados níveis de sinal filogenético ($\lambda > 0,87$, $p \leq 0,001$), parece que a ausência de sinal filogenético encontrada é decorrente apenas da transformação realizada para a estimativa da variável.

Foram realizadas 17 análises de correlação filogenética de variáveis (*PGLS*) (**informações sumarizadas no Apêndice 7**). Para nove destas análises foram encontradas correlação significativa – i.e. nº de pulsos *versus* duração do canto e nº máximo de pulsos *versus* duração máxima do canto (associação positiva), e correlações negativas entre todas as variáveis espectrais investigadas *vs.* CRC (**ver Tabela 5**). A correlação mais alta foi observada entre o pico principal de freq. enfatizada (1ºPE) e o CRC ($R^2 = - 0,54$; $p <$

0,001).

Caracteres acústicos que apresentaram sinal filogenético significativo foram mapeados sobre a filogenia (verossimilhança máxima) para o reconhecimento e detecção de padrões de evolução de caráter (**figs. 3–16**). Ver **Apêndices 8 e 9** para duas características espectrais mapeadas adicionalmente sobre a filogenia.

Figura 1. Topologia de trabalho para 31 espécies do gênero *Scinax*. À direita oscilogramas de um único canto de anúncio para cada espécie.

Figura 2. Representação gráfica dos valores numéricos dos caracteres considerados no presente estudo para cada espécie da filogenia (o tamanho das esferas representa a proporção da variação em cada caráter). DC/P = Duração do canto/nº de pulsos; MDC = duração máxima do canto; MNP = nº máximo de pulsos no canto; DC = duração do canto; NP = nº de pulsos; AMC = amplitude máxima do canto (%); FMn = freq. mínima; FMx = freq. máxima; DF = delta freq.; FDMn = freq. dominante mínima; FDMx = freq. dom. máxima; 1PE = 1ºPE; 2PE = 2ºPE; DP = duração dos pulsos; PS = pulsos/seg.; INP = intervalo entre pulsos; PP = período do pulso; DP/IP = duração pulso/intervalo entre pulsos; AMP = amplitude máxima do pulso (%); IC = intervalo entre cantos; CM = cantos por min.; CRC = comprimento rostro cloacal. N.A. = caráter não se aplica a espécie (i.e. *S. uruguayus* e *S. nasicus* apenas um pulso no canto).

Tabela 3. Estimativa de λ de Pagel para 21 características do canto de anúncio e para o CRC, de 31 espécies de *Scinax* avaliadas no presente estudo com base na hipótese filogenética de trabalho (**Figura 1**). Os comprimentos de ramo foram transformados utilizando (rho) $\rho = 0,5$. Asteriscos referem-se aos níveis de significância do sinal filogenético encontrado para as características estudadas (i.e. $\lambda > 0$). * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. Todas as variáveis com sinal filogenético significativo apresentaram variância esperada pelo modelo de evolução Browniano, (i.e. $\lambda = 1$ e $p > 0,05$). n = número de espécies na análise. Valores de λ para os caracteres com sinal filogenético significativo estão em negrito.

Variável	λ	p ($\lambda > 0$)	p ($\lambda < 1$)	n
Dur. Canto/Nº Pulsos	1	< 0.001***	0.990	31
Dur. Canto	1	< 0.001***	1	31
Max. Dur. Canto	1	< 0.001***	1	31
Nº Pulsos	0.045	0.894	0.078	31
Max. Nº Pulsos	1	0.033*	0.999	31
Ampl. Máx. Canto (%)	0.691	< 0.01**	0.102	31
Freq. Mín.	1	< 0.001***	0.999	31
Freq. Máx.	0.933	< 0.001***	0.667	31
Delta Freq.	0.633	0.035*	0.108	31
Freq. Dom. Mín.	0.645	0.032*	0.154	31
Freq. Dom. Máx.	0.590	0.021*	0.101	31
1ºPE	0.757	< 0.01**	0.276	31
2ºPE	0.207	0.376	0.016	31
Dur. Pulso	0.874	< 0.001***	0.390	31
Pulsos/seg.	0.208	0.399	0.016	31
Interv. Pulso	0.913	< 0.001***	0.650	29
Periodo Pulso	1	< 0.001***	0.999	29
Pulso Dur./Interv. Pulso	0.773	< 0.01**	0.330	29
Ampl. Máx. Pulso (%)	0.435	0.165	0.140	31
Interv. Canto	0.761	< 0.001***	0.186	31
Cantos/min.	0.295	0.405	0.192	31
CRC	0.937	0.034*	0.862	31

Dur. Canto/Nº Pulsos = duração do canto/nº pulsos por canto; **Dur. Canto** = duração do canto; **Max. Dur. Canto** = duração máxima do canto; **Nº Pulsos** = nº pulsos por canto; **Max. Nº Pulsos** = nº máximo de pulsos por canto; **Ampl. Máx. Canto (%)** = tempo em (%) em que é atingida a amplitude máxima do canto; **Freq. Mín.** = frequência mínima do canto; **Freq. Máx.** = freq. máxima do canto; **Delta Freq.** = freq. máxima – freq. mínima; **Freq. Dom. Mín.** = limite inferior da freq. dominante no espectro; **Freq. Dom. Máx.** = limite superior da freq. dominante no espectro; **1ºPE** = pico de frequência de maior intensidade; **2ºPE** = segundo pico de frequência em intensidade; **Dur. Pulso** = duração do pulso; **Pulsos/seg.** = taxa de repetição de pulsos por seg.; **Interv. Pulso** = intervalo entre pulsos; **Periodo Pulso** = período do pulso; **Pulso Dur./Interv. Pulso** = razão entre duração do pulso/intervalo entre pulsos; **Ampl. Máx. Pulso (%)** = tempo em (%) em que é atingida a amplitude máxima do pulso; **Interv. Canto** = intervalo entre cantos; **Cantos/min.** = cantos por minuto; **CRC** = comprimento rostro cloacal.

Tabela 4. Coeficiente de variação (CV) de 14 caracteres acústicos do canto de anúncio para 14 das 31 espécies do gênero *Scinax* analisadas no presente estudo. Valores médios estão seguidos por um desvio padrão (média±DP). Caracteres com CVs ≤ 8% foram considerados propriedades estáticas do canto (destacados em negrito); CVs ≥ 15% propriedades dinâmicas, e para CVs entre estes valores propriedades intermediárias. Para resultados mais detalhados ver **Capítulo 1**.

Espécie	Dur. Canto / Nº pulsos		Nº Pulsos	Amplitude Máxima Canto (%)	Freq. Min.	Freq. Máx.	1PE	2PE	Pulsos/seg.	Interv. Pulso	Dur. Pulso/ Interv. Pulso	Amplitude Máxima Pulso (%)	Interv. cantos	Canto /min.
<i>S. catharinae</i> (N = 4)	8.0±4.4	20.2±6.0	17.8±6.4	16.3±14.2	17.9±16.7	10.4±6.1	7.8±3.1	17.3±12.4	14.0±9.5	12.0±3.4	19.5±5.8	14.0±6.7	94.9±42.4	35.0
<i>S. albicans</i> (N = 5)	1.8±1.3	7.8±4.4	7.2±4.8	13.4±8.4	8.6±10.4	6.0±3.9	3.8±0.7	6.1±4.7	10.8±3.7	7.1±0.8	14.1±5.0	12.8±2.7	–	104.9
<i>S. longilineus</i> (N = 5)	11.4±4.9	41.1±22.7	32.6±16.5	9.8±11.8	12.0±6.0	16.4±10.5	8.5±4.1	15.9±14.6	18.4±6.7	15.4±9.7	21.0±9.4	19.4±6.4	113.4±13.2	38.7
<i>S. canastrensis</i> (N = 4)	3.7±2.4	12.0±7.3	10.3±6.0	6.7±4.2	7.7±2.3	9.7±3.1	4.1±2.3	5.1±2.4	13.7±4.3	8.7±2.0	17.6±3.1	29.5±10.5	61.0±31.8	109.5
<i>S. nebulosus</i> (N = 4)	1.9±0.6	14.1±2.5	13.2±3.3	10.7±1.4	2.8±2.1	2.6±2.3	3.2±2.5	6.5±4.0	10.5±4.7	17.3±2.3	25.2±9.9	20.2±5.3	30.7±14.6	7.8
<i>S. crosopedospilus</i> (N = 6)	2.0±1.1	4.3±4.4	4.6±5.5	18.0±5.2	1.1±1.2	3.1±2.7	0.8±0.2	5.7±4.1	5.4±1.7	28.6±8.3	32.8±10.8	43.7±38.1	47.5±39.8	41.5
<i>S. squalirostris</i> (N = 10)	3.8±1.4	4.0±1.7	3.8±2.0	19.9±5.8	3.5±1.4	2.9±1.7	1.3±0.6	1.8±0.8	5.8±1.3	10.5±2.9	11.2±4.4	12.8±2.8	10.3±3.5	5.9
<i>S. elaeochrous</i> (N = 5)	2.3±0.7	13.4±2.8	12.2±3.0	18.7±10.3	6.9±6.3	7.2±3.2	1.1±0.6	2.7±2.4	5.7±1.9	18.2±4.8	24.8±6.0	6.7±1.9	33.6±38.8	22.9
<i>S. boesemani</i> (N = 10)	0.9±0.4	33.3±18.4	32.9±18.1	24.4±14.1	5.9±4.8	3.0±2.0	2.9±4.7	3.4±2.9	4.1±1.7	14.9±6.2	17.0±7.0	5.8±2.1	37.3±23.8	59.7
<i>S. fuscovarius</i> (N = 6)	0.9±0.2	8.1±2.3	7.9±2.2	24.3±11.1	5.0±1.1	8.4±7.6	1.0±0.9	2.7±1.6	2.6±1.9	16.6±8.1	18.0±10.6	8.8±8.8	25.8±7.1	33.1
<i>S. nasicus</i> (N = 4)	8.5±2.9	8.5±2.9	0±0	7.7±1.9	1.9±2.5	2.0±1.1	0.5±0.1	1.9±2.1	8.8±2.7	N.A.	N.A.	7.7±1.9	18.4±6.2	16.1
<i>S. caldarum</i> (N = 8)	1.1±0.4	7.9±2.7	7.2±2.5	24.3±7.4	2.5±2.0	1.5±1.1	0.9±0.6	2.1±1.6	5.9±0.9	10.9±3.8	14.2±4.2	8.3±2.4	21.4±9.6	29.0
<i>S. granulatus</i> (N = 7)	2.0±1.6	11.2±2.6	11.3±3.1	10.8±3.5	6.9±4.7	3.6±1.4	1.3±1.1	2.7±2.8	5.1±3.1	15.0±5.6	18.2±8.6	8.5±7.8	31.7±21.3	15.4
<i>S. hayii</i> (N = 4)	1.0±0.5	12.4±6.6	12.1±5.9	15.5±6.8	1.0±1.1	6.7±6.2	1.3±0.9	1.9±2.1	5.7±2.9	25.5±6.0	37.6±13.3	20.9±8.0	48.1±7.8	26.1

N.A. caráter não se aplica a espécie; – tamanho amostral insuficiente para o cálculo do CV.

Tabela 5. Análises de correlação entre caracteres utilizando ‘*PGLS*’ – *Phylogenetic generalized least square*. A estrutura do erro dos resíduos foi simultaneamente otimizada ajustando o modelo da regressão via *GLS* (i.e. Grafen, 1989) através do λ de Pagel (Pagel, 1999) para recuperar a performance do melhor modelo – *OLS* ou *PGLS* – cf. Revell (2010). Valores de λ em negrito destacam as análises de correlação com dependência filogenética significativa entre as variáveis.

<i>PGLS</i>	p	R²	Estatística F	λ
Nº Pulsos vs. Dur. Canto	< 0.01**	0.175	6.13	0.25 ^{ns}
Max. Nº Pulsos vs. Max. Dur. Canto	< 0.01**	0.176	6.20	1.00*
Freq. Mín. vs. CRC	< 0.001***	- 0.412	20.32	0.74**
Freq. Máx. vs. CRC	< 0.001***	- 0.380	17.75	0.88**
Delta Freq. vs. CRC	< 0.01**	- 0.189	6.76	0.63 ^{ns}
Freq. Dom. Mín. vs. CRC	< 0.001***	- 0.488	27.64	0.57*
Freq. Dom. Máx. vs. CRC	< 0.001***	- 0.527	32.33	0.61*
1ºPE vs. CRC	< 0.001***	- 0.544	34.66	0.71**
2ºPE vs. CRC	0.019*	- 0.136	4.56	0.00 ^{ns}

Níveis de significância: **ns** = não significativo; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Discussão

As estimativas de sinal filogenético com o índice λ de Pagel foram mais consistentes em relação ao índice K de Blomberg considerando as diferentes transformações de comprimentos de ramo ($\rho = 0,5$ e $\rho = 1,0$) implementadas na topologia de trabalho, i.e. valores mais similares de λ e no nível de significância para as variáveis analisadas sob as duas transformações. Estes resultados estão em acordo com Münkemüller *et al.*, (2012), que através da simulação numérica de dados estimaram sinal filogenético com diferentes índices sob diferentes cenários evolutivos, e encontraram uma melhor performance do λ em relação ao K considerando como modelo de evolução de caráter o movimento Browniano.

A maioria dos caracteres do canto de anúncio investigados no presente estudo (16 de 21) para as pererecas do clado *Scinax* (Hylidae) mostraram elevada dependência filogenética – i.e. sinal filogenético significativo com $\lambda \geq 0,59$ e $p \leq 0,035$ ($\rho = 0,5$). Embora tenham sido encontrados valores diferentes para a estimativa de λ entre os caracteres com sinal filogenético significativo (16 caracteres; **ver Tabela 3**), nenhum destes caracteres diferiu da variância fenotípica esperada sob um modelo de evolução Browniano (i.e. $\lambda = 1$). Os caracteres acústicos que apresentaram os maiores níveis de significância para o sinal filogenético (i.e. $p \leq 0,001$) foram duração do canto/nº de pulsos, duração do canto, duração máxima do canto, frequências mínima e máxima, duração do pulso, intervalo entre pulsos e intervalo entre cantos. O tamanho corporal (CRC), que é uma característica alometricamente relacionada às propriedades espectrais do canto (e.g. Gerhardt & Beebe, 2007) também mostrou forte sinal filogenético (i.e. $\lambda = 0,94$; $p = 0,034$).

Através do cálculo do coeficiente de variação para 14 caracteres do canto de anúncio das espécies de *Scinax* do estudo (14 de 31 spp.) estas variáveis foram classificadas como estáticas, intermediárias e dinâmicas, o que permitiu testar de modo acurado para este clado a hipótese que características estáticas do canto diferem de características dinâmicas quanto as suas taxas evolutivas (e.g. Ryan, 1988; Cocroft & Ryan, 1995; Gerhardt & Huber, 2002). As análises conduzidas revelaram altos níveis de sinal filogenético tanto para variáveis estáticas (e.g. 1ºPE; $\lambda = 0,76$, $p < 0,01$; média do CV = 2,8% para todas espécies) e intermediárias (e.g. duração do canto; $\lambda = 1$, $p < 0,001$; média do CV = 14,2 %), quanto para variáveis dinâmicas do canto (e.g. duração pulso/intervalo entre pulsos; $\lambda = 0,77$, $p < 0,01$; CV = 20,9 %), não sendo possível

reconhecer nenhuma associação direta entre a intensidade do sinal filogenético e o tipo de variável do canto (e.g. estática ou dinâmica) no clado *Scinax*. A ausência de sinal filogenético significativo revelada para os três tipos de variáveis – e.g. 2ºPE (estática), nº de pulsos (intermediária) e cantos/min. (dinâmica) – fornece evidência adicional para esta conclusão. Deste modo, a hipótese de que caracteres do canto de anúncio em anuros com diferentes níveis de variação (i.e. estáticos e dinâmicos) evoluem de modo semi-independente, i.e. apresentam diferentes taxas evolutivas, não foi confirmado para as pererecas do clado *Scinax*.

Dentre as análises de correlação filogenética (*PGLS*) realizadas no presente estudo, foram encontradas correlações significativas positivas entre nº de pulsos *versus* duração do canto e nº máximo de pulsos *versus* duração máxima do canto ($R^2 = 0,18$, $p < 0,01$), o que significa que cantos mais longos são preditos em cerca de 20% pelo aumento do nº de pulsos. Enquanto na primeira correlação as variáveis não apresentaram dependência filogenética, na segunda correlação foi encontrada uma elevada dependência filogenética das variáveis ($\lambda = 1$). Associações negativas foram encontradas para todas as variáveis espectrais do canto em relação ao CRC. Com exceção do delta de frequência do canto e do 2ºPE que mostraram correlação mais baixa com o CRC (ambas análises sem dependência filogenética), as demais características foram mais fortemente correlacionadas ao CRC, e.g. pico principal de freq. enfatizada (1ºPE), freq. mínima e freq. máxima do canto, i.e. $R^2 \geq -0,38$, $p < 0,001$ (todas variáveis apresentando dependência filogenética significativa; **ver Tabela 5**). Apesar da correlação considerável encontrada, o tamanho corporal no clado *Scinax* não é um preditor tão acurado da variação espectral observada no e.g., 1ºPE e freq. mínima do canto – entre 40 e 60% da variação nestas características não foi explicada. Em dendrobatídeos (*Dendrobatidae*), Erdtmann & Amézquita (2009) reportaram valores consideravelmente mais altos para a correlação entre o 1ºPE e o CRC (R^2 entre 0,66–0,89). Contudo, os valores de correlação entre os caracteres espectrais e o tamanho corporal encontrados no presente estudo devem ser considerados com cautela uma vez que para várias espécies os dados do canto e do tamanho corporal não foram obtidos a partir da mesma população, o que certamente exerceu influência nos resultados.

Similaridades no padrão estrutural dos cantos de anúncio têm sido reconhecidas para espécies proximamente relacionadas em muitos grupos de anuros, e.g. *Pseudacris*, *Bufo*, *Atelopus*, *Kassina* e *Smilisca* (ver Cocroft & Ryan, 1995). Apesar de alguns estudos na literatura terem investigado o padrão de evolução do canto com uma abordagem

comparada incorporando a estrutura filogenética do grupo estudado, e.g. *Pseudacris* e *Bufo* (ver Croft & Ryan, 1995), apenas na última década têm emergido os primeiros estudos utilizando uma abordagem filogenética para a investigação da evolução do canto em anuros i.e. *Hyla* (Robillard *et al.*, 2006); dendrobatídeos (Erdtmann & Amézquita, 2009); Strabomantidae (Goicoechea *et al.*, 2010); Pipidae (Tobias *et al.*, 2011); e *Bufo*, *Leptodactylus*, *Rana* e Hyline (Gingras *et al.*, 2013). Entretanto, dentre os estudos citados, apenas Erdtmann & Amézquita (2009) e Gingras *et al.*, (2013) avaliaram a dependência filogenética dos caracteres do canto utilizando métodos desenvolvidos especificamente dentro da abordagem de análises comparadas filogenéticas para a quantificação de sinal filogenético – e.g. uso dos índices λ de Pagel e K de Blomberg. Nos demais estudos os autores utilizaram um índice que é comumente usado em estudos de reconstrução filogenética para avaliar o nível de homoplasias na filogenia (índice de consistência), e com base nestes resultados estimaram indiretamente a intensidade de sinal filogenético (Robillard *et al.*, 2006; Goicoechea *et al.*, 2010; Tobias *et al.*, 2011) – o que impõe severas limitações para comparações entre nossos estudos.

Altos níveis de sinal filogenético foram encontrados em todos os caracteres analisados do canto de anúncio de dendrobatídeos por Erdtmann & Amézquita (2009), i.e. 1ºPE, duração do pulso e pulsos por canto, o que levou os autores a sugerirem que sinais usados no sistema reprodutivo (i.e. *mating system*), como o canto de anúncio em anuros, poderiam não estar submetidos a pressões seletivas tão intensas como amplamente assumido na literatura (e.g. Panhuis *et al.*, 2001; Gerhardt & Huber, 2002). Os elevados níveis de sinal filogenético encontrados no presente estudo, i.e. λ não diferindo de 1 (em 16 de 21 caracteres) para um clado distantemente relacionado aos dendrobatídeos, i.e. *Scinax* (Hylidae), parece indicar que ao invés de exceção, a variação fenotípica dos sinais acústicos explicada principalmente pelo acúmulo de variância proporcional ao tempo decorrido de separação entre as linhagens (= evolução por movimento Browniano) pode representar o principal padrão de evolução do canto em anuros, em oposição a visão predominante de que fortes pressões seletivas como seleção estabilizadora (e.g. Hansen, 1997) seriam os principais processos atuando na evolução destes sinais.

Gingras e colaboradores (2013) avaliaram a dependência filogenética dos caracteres do canto em quatro clados de anuros, isoladamente e conjuntamente – i.e. *Bufo*, *Leptodactylus*, *Rana* e Hyline – e encontraram sinal filogenético significativo para a maioria dos caracteres, apesar de terem utilizado características espectrais incomuns nas

análises (e.g. irregularidade espectral). Os autores concluíram que a intensidade de sinal filogenético encontrada para os caracteres acústicos investigados está em acordo com a proposição de Blomberg *et al.*, (2003) de que dados comportamentais são mais lábeis em relação a caracteres morfológicos.

No presente estudo foram encontrados níveis de sinal filogenético para os caracteres acústicos similares aos observados para características morfológicas reportadas por Blomberg *et al.*, (2003), o que é discordante da proposição destes autores que características comportamentais são mais lábeis – i.e. possuem menor associação com a filogenia – em relação a caracteres morfológicos. Como Gingras *et. al.*, (2013) não utilizaram no estudo características que descrevem em detalhes o canto de anúncio (e.g. duração do canto e pulsos), informações acústicas relevantes dentro de cada clado investigado certamente foram perdidas. Além disso, os autores não mencionam explicitamente qual critério utilizaram para o estabelecimento de homologia entre os diferentes cantos. Somados, estes fatores seguramente devem ter exercido considerável influência nos níveis de sinal filogenético estimados no estudo.

(a) Mapeamento de caracteres

Os caracteres acústicos com sinal filogenético significativo foram mapeados sobre a topologia de trabalho através do método de verossimilhança máxima, o que permitiu testar a congruência dos caracteres acústicos (i.e. estados de caráter) em relação a hipótese filogenética de trabalho (cf. Brower & de Pinna, 2012) – produzida com outras bases de dados – e a identificação/reconhecimento de padrões de evolução destes caracteres (**figs. 3–16**).

O mapeamento dos caracteres acústicos fornece evidência robusta para o reconhecimento de dois claros padrões estruturais do canto de anúncio no gênero *Scinax*, cada padrão associado a um dos grandes clados do grupo, i.e. clado *S. catharinae* e clado *S. ruber* (**ver fig. 1 e figs. 3–16**).

Os cantos do clado *S. catharinae* consistem em um padrão trinado (**fig. 1**), com os pulsos emitidos estando bem espaçados (**ver figs. 1, 2 e 3**), e distribuídos irregularmente ao longo do canto; os pulsos apresentam forte modulação ascendente de intensidade do início até próximo ao final do canto – i.e. amplitude máxima atingida próxima ao final do canto (**ver fig. 4**). No clado *S. ruber*, os cantos são formados por uma série de pulsos com pequeno intervalo de tempo entre eles (**ver figs. 1, 2 e 3**); a amplitude máxima do canto

sendo atingida em um intervalo variável, mas geralmente em torno da metade da duração do canto (**ver fig. 4**).

A condição ancestral para a duração do canto no clado *S. ruber* é de cantos mais curtos, podendo ser reconhecido um mudança no estado do caráter em direção a cantos mais longos na linhagem conduzindo a *S. acuminatus* + (*S. quinquefasciatus* + (clado *S. rostratus*)). Já no clado *S. catharinae*, a condição ancestral reconstruída é de cantos mais longos, com um claro evento de considerável aumento na duração do canto no grupo formado por *S. aromothyella* + *Scinax* cf. *berthae* (**ver figs. 5 e 6**). O número máximo de pulsos por canto com valor intermediário é uma condição compartilhada pelos dois clados, mas ao menos dois eventos evolutivos independentes de aumento do número de pulsos no canto podem ser reconhecidos, ambos coincidentes com o aumento na duração do canto discutido acima (**ver fig. 7**; e ver adicionalmente discussão sobre correlação de caracteres).

Um valor intermediário de frequência mínima do canto parece ser a condição ancestral em ambos os clados, contudo, no clado *S. catharinae* é observado a manutenção desta condição para a maioria das espécies, e um aumento no valor da frequência nos cantos conduzindo a linhagem *S. rizibilis* + (*S. aromothyella* + *Scinax* cf. *berthae*). Com base na hipótese filogenética disponível é possível reconhecer a diminuição da frequência mínima do canto para a maioria das espécies em relação à condição ancestral para o clado *S. ruber*, (**ver fig. 8**), embora o cenário de evolução do caráter seja ambíguo dentro deste clado.

A freq. máxima difere na base dos dois clados, com a condição do caráter apresentando um valor menor para o clado *S. ruber* (i.e. mais grave), enquanto para o clado *S. catharinae* a freq. máxima apresenta valor mais alto no espectro (**ver fig. 9**); para ambos os clados a condição ancestral foi principalmente conservada dentre as espécies de cada clado. A maior mudança foi observada para o estado ancestral de *S. aromothyella* + *Scinax* cf. *berthae*, que sofreu um considerável aumento nos valores de freq. máxima atingida (**ver fig. 9**). Para ambos os clados foi reconstruído valores intermediários do pico principal de frequência enfatizada do espectro, com um claro aumento no valor da frequência (i.e. mais agudo) na linhagem *S. rizibilis* + (*S. aromothyella* + *Scinax* cf. *berthae*) (**ver fig. 10**). Mudanças em direção a cantos com pico de frequência mais grave são observadas para algumas espécies e grupos de espécies no clado *S. ruber*, mas com base na topologia disponível são encontradas ambiguidades nos estados deste caráter.

A razão duração canto/nº pulsos é uma estimativa aproximada do período do pulso

(i.e. duração do pulso + intervalo entre pulsos). O canto nos dois clados exibe um padrão claramente divergente em relação às características duração canto/nº pulsos, período do pulso e duração do pulso, com valores mais baixos no estado ancestral destes caracteres sendo encontrados para o clado *S. ruber*, enquanto a condição ancestral é de valores mais altos destes caracteres no clado *S. catharinae* (**ver figs. 11–13**). Outro caráter que distingue os dois clados é a duração do pulso/intervalo entre pulsos, com a condição ancestral do clado *S. catharinae* apresentando valores consideravelmente mais baixos em relação ao clado *S. ruber*, decorrente do intervalo entre pulsos proporcionalmente bem maior em relação à duração dos pulsos no clado *S. catharinae* (**ver fig. 14**).

Apesar de ser um caráter muito variável (i.e. dinâmico), os intervalos entre cantos consideravelmente longos no clado *S. catharinae* em relação ao clado *S. ruber* foram reconstruídos como condições ancestrais claramente distintas em cada clado (**ver fig. 15**).

O estado ancestral do tamanho corporal dos machos no gênero *Scinax* é de valor intermediário em relação aos estados deste caráter apresentado pelas espécies do grupo. Apesar de não pode ser reconhecido um padrão claro de evolução deste caráter com base na topologia (**ver fig. 16**), é possível reconhecer a associação entre o menor tamanho corporal e cantos mais agudos em *S. aromothyella* + *Scinax* cf. *berthae* no clado *S. catharinae*, e maior tamanho corporal e cantos mais graves em algumas espécies (grupos de espécies) no clado *S. ruber* (**ver figs. 8, 9, 10 e 16**).

Devido à limitação imposta pela carência de hipóteses filogenéticas com maior resolução interna das relações interespecíficas nos clados *S. catharinae* e *S. ruber* – a direção e o número de mudanças de estados dos caracteres do canto de anúncio no gênero *Scinax* ainda não pode ser claramente elucidado. Contudo, a caracterização acústica realizada para as espécies de *Scinax* no presente estudo (**ver Capítulo 1**), e as análises comparadas filogenéticas conduzidas permitem o reconhecimento de dois grandes padrões estruturais no canto deste grupo, cada padrão associado a um dos clados reconhecidos de *Scinax*, i.e. *S. catharinae* e *S. ruber*.

As análises de mapeamento de caracteres aqui realizadas corroboram a maioria das sinapomorfias putativas acústicas propostas no **Capítulo 1** deste trabalho para os clados *S. catharinae* e *S. ruber*, i.e. fornecendo suporte robusto para seu reconhecimento como sinapomorfias. Estudos futuros com a inclusão do grupo externo permitirão revelar quais estados de caráter do canto de anúncio em *Scinax* – i.e. padrão do canto de *S. ruber* ou padrão de *S. catharinae* – é mais similar a condição ancestral do gênero.

Figura 3. Evolução do canto de anúncio, i.e. intervalo entre pulsos, para 31 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam o logaritmo natural dos valores médios do caráter (em ms) para cada espécie. Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter (logaritimizado). *Scinax uruguayus* e *S. nasicus* retiradas da filogenia; caráter não se aplica a essas espécies (i.e. apenas 1 pulso no canto).

Figura 4. Evolução do canto de anúncio, i.e. amplitude máxima do canto (em %), para 31 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam os valores médios do caráter para cada espécie. Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter.

Figura 5. Evolução do canto de anúncio, i.e. duração do canto, para 31 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam a raiz quadrada dos valores médios do caráter (em ms) para cada espécie. Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter transformado (i.e. raiz quadrada).

Figura 6. Evolução do canto de anúncio, i.e. duração máxima do canto, para 31 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam a raiz quadrada dos valores médios do caráter (em ms) para cada espécie. Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter transformado (i.e. raiz quadrada).

Figura 7. Evolução do canto de anúncio, i.e. nº máximo de pulsos por canto, para 31 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam o logaritmo natural dos valores médios do caráter para cada espécie (sem unidade). Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter transformado (i.e. logaritimizado).

Figura 8. Evolução do canto de anúncio, i.e. freq. mínima do canto, para 31 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam os valores médios do caráter (em Hz) para cada espécie. Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter.

Figura 9. Evolução do canto de anúncio, i.e. freq. máxima do canto, para 31 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam os valores médios do caráter (em Hz) para cada espécie. Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter.

Figura 10. Evolução do canto de anúncio, i.e. pico principal de freq. enfatizado do canto (1°PE), para 31 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam a raiz quadrada dos valores médios do caráter (em Hz) para cada espécie. Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter transformado (i.e. raiz quadrada).

Figura 11. Evolução do canto de anúncio, i.e. razão duração do canto/nº de pulsos, para 31 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam a raiz quadrada dos valores médios do caráter (em ms) para cada espécie. Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter transformado (i.e. raiz quadrada).

Figura 12. Evolução do canto de anúncio, i.e. período do pulso, para 29 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam os valores médios do caráter para cada espécie (em ms). Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter. *Scinax uruguayus* e *S. nasicus* retiradas da filogenia; caráter não se aplica a essas espécies (i.e. apenas 1 pulso no canto).

Figura 13. Evolução do canto de anúncio, i.e. duração do pulso, para 31 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam os valores médios do caráter (em ms) para cada espécie. Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter.

Figura 14. Evolução do canto de anúncio, i.e. razão entre duração do pulso/intervalo entre pulsos, para 29 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam os valores médios do caráter para cada espécie (sem unidade). Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter. *Scinax uruguayus* e *S. nasicus* retiradas da filogenia; caráter não se aplica a essas espécies (i.e. apenas 1 pulso no canto).

Figura 15. Evolução do canto de anúncio, i.e. intervalo entre cantos, para 31 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam o logaritmo natural dos valores médios do caráter (em ms) para cada espécie. Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter transformado (i.e. logaritimizado).

Figura 16. Evolução do tamanho corporal (CRC) para 31 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam os valores médios do caráter para cada espécie (em mm). Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter.

Referências Bibliográficas

- Autumn, K., Ryan, M. J. & Wake, D. B. 2002. Integrating historical and mechanistic biology enhances the study of adaptation. *Quart. Rev. Biol.*, 77: 383–405.
- Basolo, A. L. 1990. Female preferences predate the evolution of the sword on swordtail fish. *Science*, 250: 808–810.
- Blair, W. F. 1955. Mating call and stage of speciation in the *Microhyla olivacea-M. carolinensis*. *Evolution*, 9: 469–480.
- Blair, W. F. 1958a. Mating call in the speciation of anuran amphibians. *The American Naturalist*, 92: 27–51.
- Blair, W. F. 1958b. Naturalists call structure and species groups in U. S. treefrogs (*Hyla*). *Southwestern Naturalist*, 3: 77–89.
- Blomberg, S. P. & Garland, T. 2002. Tempo and mode in evolution: Phylogenetic inertia, adaptation and comparative methods. *J. Evol. Biol.*, 15: 899–910.
- Blomberg, S. P., T. Garland, Jr., & Ives, A. R. 2003. Testing for phylogenetic signal in comparative data: behavioral traits are more labile. *Evolution*, 57: 717–745.
- Boddy, A. M., McGowen, M. R., Sherwood, C. C., Grossman, L. I., Goodman, M. & Wildman, D. E. 2012. Comparative analysis of encephalization in mammals reveals relaxed constraints on anthropoid primate and cetacean brain scaling. *J. Evol. Biol.*, 25: 981–994.
- Brooks, D. R. & McLennan, D. A. 1991. *Phylogeny, ecology, and behavior: a research program in comparative biology*. University Chicago Press.
- Brooks, D. R. & McLennan, D. A. 2002. *The Nature of Diversity*. Univ. Chicago Press.
- Brower, A. V. Z. & de Pinna, M. C. C. 2012. Homology and errors. *Cladistics*, 28: 529–538.
- Carvalho-e-Silva, S. P. & Carvalho-e-Silva, A. M. P. T. 1994. Descrição das larvas de *Oloolygon albicans* e de *Oloolygon trapicheiroi* com considerações sobre sua biologia (Amphibia, Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 54: 55–62.
- Cocroft, R. B., & Ryan, M. J. 1995. Patterns of advertisement call evolution in toads and chorus frogs. *Animal Behaviour*, 49: 283–303.
- Cocroft, R., Morales, V. R. & R. W. McDiarmid. 2001. *Frogs of Tambopata, Peru* (CD).

- Macaulay Library of Natural Sounds, Cornell Laboratory of Ornithology. New York, Ithaca.
- Damasceno, E. M., Hingst-Zaher, E. & Astúa, D. 2013. Bite force and encephalization in the Canidae (Mammalia: Carnivora). *Journal of Zoology*, 2013: 1–9.
- De La Riva, I., Márquez, R. & Bosch, J. 1994. Advertisement calls of Bolivian species of *Scinax* (Amphibia, Anura, Hylidae). *Bijdr. tot de Dierk.*, 64: 75–85.
- Diniz-Filho, J. A. F. 2000. *Métodos Filogenéticos Comparativos*. Holos Editora. Ribeirão Preto.
- Duellman, W. E. & L. Trueb. 1986. *Biology of Amphibians*. McGraw–Hill, New York.
- Duellman, W.E & Wiens, J. J. 1992. The status of the hylid frog genus *Oloolygon* and the recognition of *Scinax* Wagler, 1830. *Occas. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas*, 151: 1–23.
- Duellman, W. E. & Wiens, J. J. 1993. Hylid frogs of the genus *Scinax* Wagler, 1830, in Amazonian Ecuador and Peru. *Occas. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas*, 153: 1–57.
- Erdtmann, L. & Amézquita, A. 2009. Differential evolution of advertisement call traits in dart–poison frogs (Anura:Dendrobatidae). *Ethology*, 115: 801–811.
- Faivovich, J. 2002. A cladistic analysis of *Scinax* (Anura: Hylidae). *Cladistics*, 18: 367–393.
- Faivovich, J., Haddad, C. F. B., Garcia, P. C. A., Frost, D. R., Campbell, J. A. & W. C. Wheeler. 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylineae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. 2005. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 294: 240 pp.
- Felsenstein, J. 1985. Phylogenies and the comparative method. *American Naturalist*, 125: 1–15.
- Ferrarezi, H. & Gimenez, E. A. 1996. Systematic patterns and the evolution of feeding habits in Chiroptera (Archonta: Mammalia). *J. Comp. Biol.*, 1: 75–94.
- Fouquet, A., Vences, M., Salducci, M. D., Meyer, A., Marty, C., Blanc, M. & Gilles, A. 2007. Revealing cryptic diversity using molecular phylogenetics and phylogeography in frogs of the *Scinax ruber* and *Rhinella margaritifera* species groups. *Mol. Phyl. Evol.*, 43: 567–582.
- Freckleton, R. P., Harvey, P. H. & Pagel, M. 2002. Phylogenetic Analysis and Comparative Data: A Test and Review of Evidence. *American Naturalist*, 160: 712–726.

- Frommolt, K. H. 1999. Sidebands-facts and artefacts. *Bioacoustics*, 10: 219–224.
- Frost, D. R. 2013. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.6 (9 January 2013). *Electronic Database accessible at* <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- Gayou, D. C. 1984. Effects of temperature on the mating call of *Hyla versicolor*. *Copeia*, 1984: 733–738.
- Gerhardt, H. C. 1975. Sound pressure levels and radiation patterns of the vocalizations of some North American frogs and toads. *J. Comp. Physiol.*, 102: 1–12.
- Gerhardt, H. C. 1991. Female mate choice in treefrogs: static and dynamic acoustic criteria. *Animal Behaviour*, 42: 615–635.
- Gerhardt, H. C. 1998. Acoustic signals of animals: recording, field measurements, analysis and description. (p. 1–25). In: *Animal Acoustic Communication: Sound Analysis and Research Methods*. Hopp, S. L., Owren, M. J. & Evans, C. S. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Gerhardt, H. C. & Huber, F. 2002. *Acoustic Communication in Insects and Anurans*. Chicago and London, University of Chicago Press.
- Gerhardt, H. C. & Bee, M. A. 2007. Recognition and localization of acoustic signals (p. 113– 83). In: *Hearing and Sound Communication in Amphibians*. Narins, P. M., Feng, A. S., Fay, R. R. & Popper, A. N. New York, Springer.
- Gingras, B., Mohandesan, E., Boko, D. & Fitch, W. T. 2013. Phylogenetic signal in the acoustic parameters of the advertisement calls of four clades of anurans. *BMC Evolutionary Biology*, 13: 134.
- Goicoechea, N., De La Riva, I., & Padial, J. M. 2010. Recovering phylogenetic signal from frog mating calls. *Zoologica Scripta*, 39: 141–154.
- Gomes, F. R., Rezende, E. L., Grizante, M. B. & Navas, C. A. 2009. The evolution of jumping performance in anurans: morphological correlates and ecological implications. *J. Evol. Biol.*, 22: 1088–1097.
- Grafen, A. 1989. The Phylogenetic Regression. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 326: 119–157.
- Gridi-Papp, M. (2004): Sound Ruler. V0941. *Available at:* <http://soundruler.sourceforge.net>
- Gridi-Papp, M. 2003. Mechanism, behavior and evolution of calling in four North

- American treefrogs. PhD Thesis.
- Hansen, T. F. 1997. Stabilizing selection and the comparative analysis of adaptation. *Evolution*, 51: 1341–1351.
- Harmon, L. J., Weir, J. T., Brock, C. D., Glor, R. E. & Challenger, W. 2008. Geiger: investigating evolutionary radiations. *Bioinformatics*, 24: 129–131.
- Harvey, P. H. & Pagel, M. 1991. *The comparative method in Evolutionary Biology*. Oxford Univ. Press. Oxford.
- Hennig, W. 1966. “Phylogenetic Systematics”. University of Illinois Press, Urbana, Illinois.
- Ibáñez, R. D., Rand, A. S., Ryan, M. J. & Jaramillo, C. A. 1999. Vocalizaciones de ranas y sapos del Monumento Natural Barro Colorado, Parque Nacional Soberanía y áreas adyacentes (CD). Sony Music Entertainment, S.A. Fundacion Natura Apartado. Panama, Llanos de Curundu.
- Jombart, T. & Dray, S. 2008. Adephylo: exploratory analyses for the phylogenetic comparative method.
- Kembel, S. W., Cowan, P. D., Helmus, M. R., Cornwell, W. K., Morlon, H., Ackerly, D. D., Blomberg, S. P. & Webb, C. O. 2010. Picante: R tools for integrating phylogenies and ecology. *Bioinformatics*, 26: 1463–1464.
- Littlejohn, M.J., Fouquette Jr., M. J. & Johnson, C. 1960. Call discrimination by female frogs of the *Hyla versicolor* complex. *Copeia*, 1960: 47–49.
- Littlejohn, M. J. & Loftus-Hills, J. J. 1968. An experimental evaluation of premating isolation in the *Hyla ewingi* complex (Anura: Hylidae). *Evolution*, 22: 659–663.
- Lovegrove, B. G. 2010. The allometry of rodent intestines. *J. Comp. Physiol. B*, 180: 741–755.
- Lutz, B. 1973. *Brazilian Species of Hyla*. University of Texas Press, Austin, Texas, U.S.A.
- Maddison, W. P. & Maddison, D. R. 1992. *Analysis of phylogeny and character evolution*. Version 3.0. Sinauer Ass., Sunderland, Massachusetts.
- Martins, E. P. & Hansen, T. F. 1997. Phylogenies and the comparative method: a general approach to incorporating phylogenetic information into the analysis of interspecific data. *American Naturalist*, 149: 646–667.
- Marty, C. & P. Gaucher. 1999. *The Tailless Amphibians of French Guiana / Amphibiens Anoures de Guyane* (CD). Bird Songs International, Netherlands, Westernieland.
- McLister, J. D., Stevens, E. D. & Bogart, J. P. 1995. Comparative contractile dynamics of

- calling and locomotor muscles in three hyliid frogs. *J. Exp. Biol.*, 198: 1527–1538.
- Münkemüller, T., Lavergne, S., Bzeznik, B., Dray, S., Jombart, T., Schiffrers, K. & Thuiller, W. 2012. How to measure and test phylogenetic signal. *Methods Ecol. Evol.*, 3: 743–756.
- Narins, P. M., Feng, A. S., Fay, R. R. & Popper, A. N. 2007. *Hearing and Sound Communication in Amphibians*. New York, Springer.
- Nunn, C. L. 2011. *The Comparative Approach in Evolutionary Anthropology and Biology*. University of Chicago Press.
- Ord, T. J. & Martins, E. P. 2006. Tracing the origins of signal diversity in anole lizards: phylogenetic approaches to inferring the evolution of complex behaviour. *Animal Behaviour*, 71: 1411–1429.
- Orme, D., Freckleton, R., Thomas, G., Petzoldt, T., Fritz, S., Isaac, N. & Pearse, W. 2012. *Caper: comparative analysis of phylogenetics and evolution in R*.
- Pagel, M. 1999. Inferring the historical patterns of biological evolution. *Nature*, 401, 877–884.
- Panhuis, T. M., Butlin, R., Zuk, M. & Tregenza, T. 2001. Sexual selection and speciation. *Trends. Ecol. Evol.*, 16: 364–371.
- Paradis, E., Claude, J. & Strimmer, K. 2004. Ape: analyses of phylogenetics and evolution in R language. *Bioinformatics*, 20: 289–290.
- Pugliese, A., Pombal, J. P., Jr. & Sazima, I. 2004. A new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from rocky montane field of the Serra do Cipó, southeastern Brazil. *Zootaxa*, 688: 1–15.
- Pugliese, A., Baêta, D. & Pombal Jr., J. P. 2009. A new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from rocky montane fields in Southeastern and Central Brazil. *Zootaxa*, 2269: 53–64.
- Pyron, R. A. & Wiens, J. J. 2011. A large-scale phylogeny of Amphibia including over 2800 species, and a revised classification of extant frogs, salamanders, and caecilians. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 61: 543–583.
- R Development Core Team. 2010. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. *Available from:* <http://www.R-project.org>.
- Raven Pro 1.4. Interactive Sound Analysis Software. Bioacoustics Research Program. Cornell Lab of Ornithology. New York, Ithaca.
- Revell, L. J., Harmon, L. J. & Collar, D. C. 2008. Phylogenetic signal, evolutionary

- process, and rate. *Systematic Biology*, 57: 591–601.
- Revell, L. J. 2010. Phylogenetic signal and linear regression on species data. *Methods Ecol. Evol.*, 1: 319–329.
- Revell, L. J. 2012. Phytools: An R package for phylogenetic comparative biology (and other things). *Methods Ecol. Evol.*, 3: 217–223.
- Rezende, E. L. & Diniz-Filho, A. F. 2012. Phylogenetic analyses: comparing species to infer adaptations and physiological mechanisms. *Comprehensive Physiology*, 2: 639–673.
- Robillard, T., Höbel, G. & Gerhardt, C. 2006. Evolution of advertisement signals in North American hyliid frogs: vocalizations as end-products of calling behavior. *Cladistics*, 22: 533–545.
- Ryan, M. J. 1985. *The Tungara Frog: A Study in Sexual Selection and Communication*. Chicago: University of Chicago Press.
- Ryan, M. J. 1988. Constraints and patterns in the evolution of anuran acoustic communication (p. 637–677). In: *The Evolution of the Amphibian Auditory System*. Frittsch, B., Ryan, M. J., Wilczynski, W., Hetherington, T. E. & Walkowiak, W. New York, John Wiley.
- Schmidt, R. S. 1965. Larynx control and call production in frogs. *Copeia*, 1965: 143–147.
- Smith, J. M., Burian, R., Kauffman, S., Alberch, P., Campbell, J., Goodwin, B., Lande, R., Raup, D. & Wolpert, L. 1985. Developmental constraints and evolution. *Quart. Rev. Biol.*, 265–287.
- Sueur, J., Aubin, T. & Simonis, C. 2008. Seewave, a free modular tool for sound analysis and synthesis. *Bioacoustics*, 18: 213–226.
- Tárano, Z. 2010. Advertisement Calls and Calling Habits of Frogs from a Flooded Savanna of Venezuela. *S. Am. J. Herp.*, 5: 221–240.
- Tobias, M. L., Evans, B. J. & Kelley, D. B. 2011. Evolution of advertisement calls in African clawed frogs. *Behaviour*, 148: 519–549.
- Walkowiak, W. 2007. Call production and neural basis of vocalization. (p. 87–112). In: *Hearing and Sound Communication in Amphibians*. Narins, P. M., Feng, A. S., Fay, R. R. & Popper, A. N. New York, Springer.
- Wells, K. D. 1977. The social behavior of anuran amphibians. *Animal Behaviour*, 25: 666–693.
- Wells, K. D. 2007. *The ecology & Behaviour of Amphibians*. The University of Chicago

Press, Chicago and London.

Wenzel, J. W. 1992. Behavioral homology and phylogeny. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 23: 361–381.

Wiens, J. J., Kuczynski, C. A., Hua, X. & Moen, D. S. 2010. An expanded phylogeny of treefrogs (Hylidae) based on nuclear and mitochondrial sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 55: 871–882.

Wiley, E. O. 1981. “Phylogenetics. The Theory and Practice of Phylogenetic Systematics”. John Wiley and Sons, New York.

Apêndice 1. Tamanho amostral por espécie, fonte dos registros, localidade da gravação e temperatura do ar.

Espécie	Nº ♂♂	Fonte dos Registros	Localidade dos Registros	T °C do ar
<i>S. rizibilis</i>	1	A. Kwet	Pirabeiraba, SC	20.8
<i>S. cf berthae</i>	1	Presente estudo	Itatiba, SP	23.0
<i>S. aromothyella</i>	3	V. Zaracho	San Vicente, Argentina	n.i.
<i>S. catharinae</i>	5	A. Kwet	Florianópolis, SC; São Francisco de Paula, RS	20.5 – 21.0
<i>S. albicans</i>	6	Presente estudo	PARNA Serra dos Órgãos, RJ*	16.1 – 21.7
<i>S. trapicheiroi</i>	5	Presente estudo	Maciço da Tijuca, RJ*	27.0 – 27.3
<i>S. longilineus</i>	8	Presente estudo	Poços de Caldas, MG*	18.0
<i>S. canastrensis</i>	4	Presente estudo	Perdizes, MG	20.0 – 21.0
<i>S. uruguayus</i>	2	A. Kwet	São Francisco de Paula, RS	18.5 – 19.0
<i>S. acuminatus</i>	3	Presente estudo	Aquidauana, MS	26.0
<i>S. quinquefasciatus</i>	3	S. Ron	Manabí, Equador	23.5 – 25.2
<i>S. rostratus</i>	1	Ibáñez et al., (1999)	Barro Colorado, Panamá	n.i.
<i>S. proboscideus</i>	1	Marty & Gaucher (1999)	Guiana Francesa	n.i.
<i>S. garbei</i>	1	Presente estudo	Manaus, AM	25.0
<i>S. boulengeri</i>	1	Ibáñez et al., (1999)	Barro Colorado, Panamá	n.i.
<i>S. pedromedinae</i>	1	Cocroft et al., (2001)	Tambopata, Peru	25.4
<i>S. nebulosus</i>	4	T.R. Carvalho	Belém, PA*	23.0
<i>S. crospeospilus</i>	6	Presente estudo	Teresópolis, RJ	20.0 – 22.0
<i>S. squalirostris</i>	10	Presente estudo	PARNA Bocaina, SP*	15.0 – 16.3
<i>S. elaeochrous</i>	5	W. E. Duellman	Limón/Heredia/Puntaneras, Costa Rica	23.3 – 26.1
<i>S. staufferi</i>	5	W. E. Duellman	Chiapas, México; Chepo, Panamá	25.6
<i>S. boesemani</i>	11	Presente estudo	Manaus, AM	20.0 – 26.0
<i>S. fuscovarius</i>	6	Presente estudo	Araguari/Uberlândia, MG	18.5 – 24.8
<i>S. nasicus</i>	4	Presente estudo	Manaus, Aquidauana	26.0 – 28.0
<i>S. ruber</i>	2	Marty & Gaucher (1999)	Guiana Francesa	n.i.
<i>S. duartei</i>	4	Presente estudo	PARNA Itatiaia, RJ	7.4
<i>S. caldarum</i>	8	Presente estudo	Poços de Caldas, MG*	12.9 – 20.8
<i>S. similis</i>	2	M. Bilate	Guapimirim, RJ	24.0
<i>S. granulatus</i>	7	A. Kwet	São Francisco de Paula, RS	15.0 – 19.0
<i>S. hayii</i>	4	Presente estudo	PARNA Serra dos Órgãos e Vale da Revolta, Teresópolis, RJ	21.0 – 22.0
<i>S. ictericus</i>	1	Cocroft et al., (2001)	Tambopata, Peru	22.2

n.i. dado não informado; * Registros obtidos na localidade-tipo; PARNA = Parque Nacional.

Dr. W. E. Duellman, Dr. M. Bilate, e MSc. T. R. Carvalho amigavelmente cederam seus registros para o presente estudo. Registros cedidos pelo Dr. A. Kwet, Dr. S. Ron e Dr. V. Zaracho fazem parte de trabalhos em parceria que estão em andamento.

Apêndice 2. Base de dados acústica (21 caracteres) e morfológica (CRC) para 31 espécies de pererecas do gênero *Scinax* utilizada nas análises comparadas filogenéticas.

Espécie	DC/P	MDC	MNP	DC	NP	AMC	FM _m	FM _x	DF	FDM _m	FDM _x	1PE	2PE _s	DP	PS	INP	PP	DP/IP	AMP	IC	CM	CRC
<i>S. rizibilis</i>	103.7	2478	25.0	2096	20.3	90	2160	7997	5837	3078	4585	4154	3323	80.0	12.5	26.3	106.3	3.1	22	23782	2.6	26.7
<i>S. cf berthae</i>	152.3	9945	64.0	8997	59.1	93	3112	10868	7756	4939	6719	5758	4327	69.2	14.5	76.8	146.0	0.9	81	60667	1.5	18.7
<i>S. aromothyella</i>	149.6	8437	58.3	7133	48.7	87	2914	9212	6298	4736	5991	5501	5658	65.2	15.4	84.2	149.5	0.8	67	61250	1.7	22.7
<i>S. catharinae</i>	83.3	784	8.8	606	7.2	88	1274	4168	2753	1780	2909	2349	2185	34.8	30.4	55.2	90.0	0.7	50	5158	9.8	37.6
<i>S. albicans</i>	49.3	896	17.8	820	16.5	86	2121	7535	5414	3199	4230	3670	4566	16.7	61.0	32.2	48.9	0.5	62	16566	2.1	29.0
<i>S. trapicheiroi</i>	32.4	820	25.4	702	21.5	91	1432	6456	5023	2461	4080	3247	2753	12.4	82.6	18.5	30.9	0.7	60	54739	1.9	27.5
<i>S. longilineus</i>	99.0	1421	12.4	812	8.0	92	1631	6446	4815	2300	3787	3155	2603	30.3	34.2	75.8	106.1	0.4	49	12183	7.4	27.2
<i>S. canastrensis</i>	61.3	708	11.5	612	9.9	90	1619	5996	4378	2194	3660	3037	2425	25.2	40.6	37.4	62.6	0.7	47	32894	4.8	22.6
<i>S. uruguayus</i>	18.8	21	1.0	19	1.0	16	2041	6167	4126	3320	4382	3920	2810	18.8	53.4	N.A.	N.A.	N.A.	16	192	264.0	25.3
<i>S. acuminatus</i>	20.6	1088	52.3	689	33.3	55	586	5065	4479	839	1552	1105	2998	12.8	78.6	7.5	20.3	1.9	43	907	25.2	38.1
<i>S. quinquefasciatus</i>	27.2	959	35.0	542	19.8	55	759	5428	4669	3030	4083	3656	1313	13.3	76.1	14.2	27.5	0.9	50	915	38.7	32.0
<i>S. rostratus</i>	18.1	2041	109.0	947	50.9	79	345	4246	3901	511	1396	820	2807	14.8	71.9	3.6	18.4	5.3	24	1947	22.7	42.5
<i>S. proboscideus</i>	13.7	2530	183.0	1560	113.4	40	505	4667	4162	2408	3303	2713	1003	10.9	92.3	2.8	13.7	5.5	40	4826	10.2	39.8
<i>S. garbei</i>	14.4	611	42.0	532	36.9	81	594	4556	3962	773	1507	1023	2768	11.8	84.8	2.0	13.8	5.9	54	22665	2.7	44.0
<i>S. boulengeri</i>	6.5	440	65.0	402	61.6	61	803	4764	3961	1415	2008	1690	2906	5.2	192.9	2.2	7.5	2.9	21	5957	11.5	41.6
<i>S. pedromedinae</i>	28.7	142	7.0	175	6.1	65	941	5705	4764	2983	4517	3750	3402	21.9	45.7	6.3	28.2	3.5	70	4103	15.5	26.4
<i>S. nebulosus</i>	20.5	191	9.3	159	7.8	81	1546	5095	3549	2278	3906	3149	2543	14.4	71.0	6.6	21.1	2.4	62	1102	45.7	29.9
<i>S. crosopedosilus</i>	37.7	266	7.2	249	6.6	55	1171	5137	3966	1298	1779	1550	3290	28.8	35.0	4.8	33.6	7.0	38	1023	29.8	30.8
<i>S. squalirostris</i>	5.8	591	101.9	567	98.4	58	2249	6321	4072	2966	4484	3957	3205	3.1	331.4	1.8	3.6	2.3	24	614	49.8	24.4
<i>S. elaeochrous</i>	22.6	214	9.2	178	7.9	82	1110	4266	3157	1241	1763	1503	3117	16.8	60.4	5.2	22.0	2.8	66	595	71.8	31.5
<i>S. staufferi</i>	7.7	166	21.0	157	20.3	47	1511	5598	4087	3457	4567	3937	2012	6.3	160.5	1.5	7.7	4.7	50	381	72.9	25.4
<i>S. boesemani</i>	19.3	539	27.7	317	16.4	76	823	5604	4781	1074	1700	1319	3333	15.8	63.6	3.4	19.2	4.9	75	1052	40.2	28.7
<i>S. fuscovarius</i>	20.1	212	10.3	187	9.3	65	489	5019	4530	632	1473	862	2591	16.6	60.5	3.9	20.2	4.6	72	802	44.6	40.8
<i>S. nasicus</i>	63.4	72	1.0	63	1.0	73	474	6036	5562	800	1572	986	3341	63.4	15.9	N.A.	N.A.	N.A.	73	161	258.3	30.0
<i>S. ruber</i>	12.5	240	19.5	220	17.6	83	852	4476	3623	1064	1808	1355	3179	11.0	91.3	1.6	12.6	8.1	68	783	56.3	27.0
<i>S. duartei</i>	56.4	610	10.5	538	9.5	49	872	4722	3850	2218	2887	2549	2323	32.1	31.6	27.6	59.7	1.2	61	2811	21.2	28.2
<i>S. caldarum</i>	29.6	308	10.3	277	9.3	64	1649	5115	3467	2653	3486	3119	2323	19.3	52.3	10.9	30.2	2.0	58	1646	27.3	29.0
<i>S. similis</i>	24.1	232	9.5	205	8.5	74	734	6151	5418	850	2298	1289	3721	19.8	50.7	4.7	24.5	4.4	70	894	36.6	30.9
<i>S. granulatus</i>	26.5	256	9.6	219	8.2	84	702	4601	3899	953	2482	1206	2814	19.0	52.8	8.0	27.0	2.5	69	1011	37.4	36.5
<i>S. hayii</i>	14.9	287	19.0	238	15.9	77	953	4399	3446	1132	1740	1368	2908	12.6	79.6	2.5	15.2	5.6	61	1302	26.1	38.2
<i>S. ictericus</i>	13.7	265	19.0	221	16.1	67	1094	5677	4583	3318	4862	3787	1588	9.7	103.7	3.6	13.4	3.5	56	1002	43.3	29.9

DC/P = Duração do canto/nº de pulsos (ms); MDC = duração máxima do canto (ms); MNP = nº máximo de pulsos no canto; DC = duração do canto (ms); NP = número de pulsos; AMC = amplitude máxima do canto (%); FM_m = freq. mínima (Hz); FM_x = freq. máxima (Hz); DF = delta freq. (Hz); FDM_m = freq. dominante mínima (Hz); FDM_x = freq. dom. máxima (Hz); 1PE = 1ºPE (Hz); 2PE_s = 2ºPE (Hz); DP = duração dos pulsos (ms); PS = pulsos/seg.; INP = intervalo entre pulsos (ms); PP = período do pulso (ms); DP/IP = duração pulso/intervalo entre pulsos; AMP = amplitude máxima do pulso (%); IC = intervalo entre cantos (ms); CM = cantos por min.; CRC = comprimento rostro cloacal.

N.A. = caráter não se aplica a espécie (i.e. *S. uruguayus* e *S. nasicus* apenas um pulso no canto).

Apêndice 3. Fonte dos dados para o tamanho corporal (CRC) das espécies estudadas.

Espécie	Fonte de dados do CRC
<i>S. rizibilis</i>	Bastos & Haddad (1999)
<i>S. cf berthae</i>	Coleção AAG-UFU
<i>S. aromothyella</i>	Faivovich (2005)
<i>S. catharinae</i>	Kwet (2001b)
<i>S. albicans</i>	Lutz (1973)
<i>S. trapicheiroi</i>	Lutz (1973)
<i>S. longilineus</i>	Andrade & Cardoso (1991)
<i>S. canastrensis</i>	Coleção AAG-UFU
<i>S. uruguayus</i>	Kwet (2001b)
<i>S. acuminatus</i>	Coleção AAG-UFU
<i>S. quinquefasciatus</i>	Duellman (1971)
<i>S. rostratus</i>	Lescure & Marty (2000)
<i>S. proboscideus</i>	Duellman (1972)
<i>S. garbei</i>	Lima et al., (2008)
<i>S. boulengeri</i>	Duellman (1970)
<i>S. pedromedinae</i>	Duellman & Wiens (1993)
<i>S. nebulosus</i>	Duellman (1972)
<i>S. crospeospilus</i>	Coleção AAG-UFU
<i>S. squalirostris</i>	Coleção CFBH
<i>S. elaeochrous</i>	Duellman (1970)
<i>S. staufferi</i>	Duellman (1970)
<i>S. boesemani</i>	Coleção UFAM
<i>S. fuscovarius</i>	Coleção AAG-UFU
<i>S. nasicus</i>	Coleção AAG-UFU
<i>S. ruber</i>	Duellman & Wiens (1993), neótipo
<i>S. duartei</i>	Coleção ZUEC
<i>S. caldarum</i>	Coleção ZUEC
<i>S. similis</i>	Coleção ZUEC
<i>S. granulatus</i>	Kwet (2001b)
<i>S. hayii</i>	Coleção AAG-UFU
<i>S. ictericus</i>	Duellman & Wiens (1993)

Acrônimos das coleções:

AAG-UFU – Coleção Ariovaldo A. Giaretta, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia (MG)

CFBH – Coleção Célio F. B. Haddad, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rio Claro (SP)

UFAM – Coleção da Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM)

ZUEC – Museu de História Natural, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas (SP)

Apêndice 4. Informações apresentadas na **Tabela 1** do texto, com a inclusão do *Akaike criterion information corrected* (AICc) para as diferentes transformações aplicadas a filogenia, $\lambda=0$ (ausência de estrutura filogenética), e $\lambda=1$ (evolução esperada sob movimento Browniano).

Variável	λ	p ($\lambda > 0$)	p ($\lambda < 1$)	AICc Observado	AICc ($\lambda = 0$)	AICc ($\lambda = 1$)	n
Dur. Canto/Nº Pulsos	1	< 0.001***	0.990	294.4	318.7	292.0	31
Dur. Canto	1	< 0.001***	1	547.9	561.3	545.4	31
Max. Dur. Canto	1	< 0.001***	1	555.4	569.5	552.9	31
Nº Pulsos	0.045	0.894	0.078	298.6	296.1	299.2	31
Max. Nº Pulsos	1	0.033*	0.999	316.6	318.7	314.1	31
Ampl. Máx. Canto (%)	0.691	< 0.01**	0.102	264.8	271.0	265.0	31
Freq. Min.	1	< 0.001***	0.999	483.0	498.7	480.6	31
Freq. Máx.	0.933	< 0.001***	0.667	533.2	544.6	530.9	31
Delta Freq.	0.633	0.035*	0.108	518.0	520.0	518.1	31
Freq. Dom. Min.	0.645	0.032*	0.154	528.4	530.6	528.0	31
Freq. Dom. Máx.	0.590	0.021*	0.101	539.9	542.7	540.1	31
1ºPE	0.757	< 0.01**	0.276	535.6	540.0	534.3	31
2ºPE	0.207	0.376	0.016	515.3	513.6	518.6	31
Dur. Pulso	0.874	< 0.001***	0.390	267.1	275.7	265.4	31
Pulsos/seg.	0.208	0.399	0.016	349.0	347.2	352.2	31
Interv. Pulso	0.913	< 0.001***	0.650	253.0	271.6	250.7	29
Periodo Pulso	1	< 0.001***	0.999	272.7	300.2	270.2	29
Pulso Dur./Interv. Pulso	0.773	< 0.01**	0.330	124.1	130.1	122.5	29
Ampl. Máx. Pulso(%)	0.435	0.165	0.140	270.2	269.7	269.9	31
Interv. Canto	0.761	< 0.001***	0.186	685.0	699.0	684.3	31
Cantos/min.	0.295	0.405	0.192	349.2	347.4	348.4	31
CRC	0.937	0.034*	0.862	205.5	207.5	203.1	31

Todas as variáveis com sinal filogenético significativo tiveram a variância esperada pelo modelo de evolução Browniano ($\lambda = 1$).

Apêndice 5. Estimativa de K de Blomberg e λ de Pagel para 21 características do canto de anúncio e para o CRC no clado *Scinax* avaliadas no presente estudo com base na hipótese filogenética de trabalho (**Figura 1**). Os comprimentos de ramo foram transformados utilizando (rho) $\rho = 0,5$ e $\rho = 1,0$.

Variável	k ($\rho = 0.5$)	k ($\rho = 1.0$)	λ ($\rho = 0.5$)	λ ($\rho = 1.0$)	N
Dur. Canto/Nº Pulsos	1.41***	0.49***	1***	0.90***	31
Dur. Canto	0.97***	0.38**	1***	1***	31
Max. Dur. Canto	1.00***	0.40**	1***	1***	31
Nº Pulsos	0.52**	0.16 ^m	0.05 ^{ns}	< 0.001 ^{ns}	31
Max. Nº Pulsos	0.67**	0.24**	1*	0.22 ^{ns}	31
Ampl. Máx. Canto (%)	0.70***	0.20**	0.69**	0.64**	31
Freq. Min.	1.08***	0.39***	1***	0.91***	31
Freq. Máx.	0.92***	0.30***	0.93***	0.83***	31
Delta Freq.	0.62**	0.17*	0.63*	0.51 ^m	31
Freq. Dom. Min.	0.64**	0.19*	0.65*	0.46 ^m	31
Freq. Dom. Máx.	0.64**	0.18*	0.59*	0.44*	31
1ºPE	0.71**	0.22**	0.76**	0.60*	31
2ºPE	0.49 ^m	0.13 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.12 ^{ns}	31
Dur. Pulso	0.83***	0.25*	0.87***	0.82***	31
Pulsos/seg.	0.49 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.14 ^{ns}	31
Interv. Pulso	1.24**	0.41***	0.91***	0.70***	29
Periodo Pulso	1.71***	0.70***	1***	0.96***	29
Pulso Dur./Interv. Pulso	0.78**	0.25***	0.77**	0.60**	29
Ampl. Máx. Pulso (%)	0.59*	0.19*	0.44 ^{ns}	0.31 ^{ns}	31
Interv. Canto	0.94**	0.27**	0.76***	0.63**	31
Cantos/min.	0.56*	0.17 ^m	0.30 ^{ns}	0.11 ^{ns}	31
CRC	0.67**	0.23**	0.94*	0.35 ^m	31

m = marginalmente significativo; **ns** = não significativo.

Asteriscos referem-se aos níveis de significância do sinal filogenético encontrado para as características estudadas: K e λ (i.e. K e $\lambda > 0$): * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Apêndice 6. Estimativa de K de Blomberg e λ de Pagel para 21 características do canto de anúncio e para o CRC no clado *Scinax* avaliadas no presente estudo com base na hipótese filogenética de trabalho (**Figura 1**). Os comprimentos de ramo foram transformados utilizando (rho) $\rho = 0,5$ e $\rho = 1,0$.

Variável	$\rho = 0.5$		$\rho = 1.0$	
	k	PIC.variance.P	k	PIC.variance.P
Dur. Canto/Nº Pulsos	1.41	< 0.001***	0.49	< 0.001***
Dur. Canto	0.97	< 0.001***	0.38	< 0.01**
Max. Dur. Canto	1.00	< 0.001***	0.40	< 0.01**
Nº Pulsos	0.52	< 0.01**	0.16	0.071 ^m
Max. Nº Pulsos	0.67	< 0.01**	0.24	< 0.01**
Ampl. Máx. Canto (%)	0.70	< 0.001***	0.20	< 0.01**
Freq. Min.	1.08	< 0.001***	0.39	< 0.001***
Freq. Máx.	0.92	< 0.001***	0.30	< 0.001***
Delta Freq.	0.62	< 0.01**	0.17	0.036*
Freq. Dom. Min.	0.64	< 0.01**	0.19	0.010*
Freq. Dom. Máx.	0.64	< 0.01**	0.18	0.013*
1ºPE	0.71	< 0.01**	0.22	< 0.01**
2ºPE	0.49	0.083 ^m	0.13	0.140
Dur. Pulso	0.83	< 0.001***	0.25	0.012*
Pulsos/seg.	0.49	0.125	0.15	0.172
Interv. Pulso	1.24	< 0.01**	0.41	< 0.001***
Periodo Pulso	1.71	< 0.001***	0.70	< 0.001***
Pulso Dur./Interv. Pulso	0.78	< 0.01**	0.25	< 0.001***
Ampl. Máx. Pulso(%)	0.59	0.014*	0.19	0.018*
Interv. Canto	0.94	< 0.01**	0.27	< 0.01**
Cantos/min.	0.56	0.048*	0.17	0.072 ^m
CRC	0.67	< 0.01**	0.23	< 0.01**

m = marginalmente significativo; Em negrito estão destacadas as variáveis que não apresentaram sinal filogenético significativo sob cada transformação ($\rho = 0,5$ e $\rho = 1,0$). Asteriscos referem-se aos níveis de significância do sinal filogenético encontrado para as características estudadas (i.e. $K > 1$): * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Apêndice 7. Análises de correlação realizadas no presente estudo utilizando ‘PGLS’ – *Phylogenetic generalized least square*. A estrutura do erro dos resíduos foi simultaneamente otimizada ajustando o modelo da regressão via GLS (i.e. Grafen, 1989) através do λ de Pagel (Pagel, 1999) para recuperar a performance do melhor modelo – OLS ou PGLS – cf. Revell (2010).

PGLS	p	R ²	Estatística F	λ
Nº Pulsos vs. Dur. Canto	< 0.01**	0.175	6.13	0.25 ^{ns}
Max. Nº Pulsos vs. Max. Dur. Canto	< 0.01**	0.176	6.20	1.00*
Freq. Min. vs. CRC	< 0.001***	- 0.412	20.32	0.74**
Freq. Máx. vs. CRC	< 0.001***	- 0.380	17.75	0.88**
Delta Freq. vs. CRC	< 0.01**	- 0.189	6.76	0.63 ^{ns}
Freq. Dom. Min. vs. CRC	< 0.001***	- 0.488	27.64	0.57*
Freq. Dom. Máx. vs. CRC	< 0.001***	- 0.527	32.33	0.61*
1ºPE vs. CRC	< 0.001***	- 0.544	34.66	0.71**
2ºPE vs. CRC	0.019*	- 0.136	4.56	0.00 ^{ns}
Dur. Canto vs. CRC	> 0.13 ^{ns}	0.069	2.15	1.00***
Max. Dur. Canto vs. CRC	> 0.13 ^{ns}	0.048	1.46	1.00***
Dur. Canto/Nº Pulso vs. CRC	> 0.13 ^{ns}	0.019	0.59	0.99****
Dur. Pulso vs. CRC	> 0.13 ^{ns}	0.019	0.57	0.82*
Interv. Pulso vs. CRC	> 0.13 ^{ns}	-0.034	0.94	0.82***
Periodo Pulso vs. CRC	> 0.13 ^{ns}	0.009	0.25	1.00***
Pulso Dur./Interv. Pulso vs. CRC	> 0.13 ^{ns}	0.013	1.37	0.63*
Canto/min. vs. CRC	> 0.13 ^{ns}	0.048	2.16	0.53 ^{ns}

Níveis de significância: ^{ns} = não significativo; * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001.

Evolução do canto de anúncio, i.e. freq. dominante mínima do canto, para 31 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e **fig. 1**) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam a raiz quadrada dos valores médios do caráter (em Hz) para cada espécie. Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter transformado (i.e. raiz quadrada).

Apêndice 9

Evolução do canto de anúncio, i.e. freq. dominante máxima do canto, para 31 espécies do clado *Scinax* mapeado sobre a filogenia de trabalho do presente estudo (ver Materiais e Métodos, e fig. 1) sob o critério de verossimilhança máxima. Números representam o logaritmo natural dos valores médios do caráter (em Hz) para cada espécie. Barra colorida abaixo representa o limite inferior e superior observado para o caráter transformado (i.e. logaritimizado).

Suplemento. Arquivos Sonoros analisados.

- Clado *Scinax catharinae*:

Scinax albicans

- *Scinax_albicans*TeresopRJ6aLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ6bLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ12aLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ12bLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ12cLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ13aLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ13bLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ13cLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ13dLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ15aLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ15bLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ15cLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ17aLM_AAGmt; (01/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ17cLM_AAGmt; (01/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ17dLM_AAGmt; (01/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ17eLM_AAGmt; (01/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ17fLM_AAGmt; (01/2011)
- *Scinax_albicans*TeresopRJ17gLM_AAGmt; (01/2011)

Scinax aromothyella (registros de V. Zaracho)

- *Scinax_aromothyella*_R103b_San_Vicente; (2012)
- *Scinax_aromothyella*_R104a_San_Vicente; (2012)
- *Scinax_aromothyella*_R104b_San_Vicente; (2012)
- *Scinax_aromothyella*_R105_San_Vicente; (2012)

Scinax cf. berthae (= *S. berthae* 'Itatiba', Cap. II)

- *Scinax*_ItatibaSP1aAAGmt; (12/2009)
- *Scinax*_ItatibaSP1bAAGmt; (12/2009)
- *Scinax*_ItatibaSP1cAAGmt; (12/2009)
- *Scinax*_ItatibaSP1dAAGmt; (12/2009)
- *Scinax*_ItatibaSP1eAAGmt; (12/2009)

Scinax canastrensis

- *Scinax_canastr*PerdizesMG1aAAGmt; (10/2009)
- *Scinax_canastr*PerdizesMG2aAAGmt; (10/2009)
- *Scinax_canastr*PerdizesMG3aAAGmt; (10/2009)
- *Scinax_canastr*PerdizesMG3bAAGmt; (10/2009)
- *Scinax_canastr*PerdizesMG4aAAGmt; (12/2011)
- *Scinax_canastr*PerdizesMG4bAAGmt; (12/2011)

Scinax catharinae (registros de A. Kwet)

- *Scatharinae*01; (02/1997)
- *Scatharinae*01; (02/1997)
- *Scatharinae*03; (20/2002)
- *Scatharinae*Pnanus01; (20/2002)

Scinax longilineus

- *Scinax_longilineus*PocosMG17aAAGm; (03/2011)
- *Scinax_longilineus*PocosMG19aAAGm; (03/2011)
- *Scinax_longilineus*PocosMG1aIAH_LM_AAGt; (10/2012)
- *Scinax_longilineus*PocosMG1bIAH_LM_AAGt; (10/2012)
- *Scinax_longilineus*PocosMG2aIAH_LM_AAGt; (10/2012)
- *Scinax_longilineus*PocosMG2bIAH_LM_AAGt; (10/2012)
- *Scinax_longilineus*PocosMG3aIAH_LM_AAGt; (10/2012)
- *Scinax_longilineus*PocosMG4aIAH_LM_AAG; (10/2012)
- *Scinax_longilineus*PocosMG4bIAH_LM_AAG; (10/2012)
- *Scinax_longilineus*PocosMG5aIAH_LM_AAG; (10/2012)
- *Scinax_longilineus*PocosMG5bIAH_LM_AAG; (10/2012)

Scinax rizibilis (registros de A. Kwet)

- *threespchorus*21; (01/2006)

Scinax trapicheiroi

- *Scinax_trapicheiroi*RioRJ8aLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_trapicheiroi*RioRJ8bLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_trapicheiroi*RioRJ9aLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_trapicheiroi*RioRJ10aLM_AAGmt; (12/2011)
- *Scinax_trapicheiroi*RioRJ11aLM_AAGmt; (12/2011)

- *Scinax*_trapicheiroiRioRJ12aLM_AAGmt; (12/2011)

- Clado *Scinax ruber*:

Scinax boesemani

- *Scinax*_boesemaniManausAM1aLM_AAGmt; (01/2012);
- *Scinax*_boesemaniManausAM2aLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax*_boesemaniManausAM3aLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax*_boesemaniManausAM4aLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax*_boesemaniManausAM5aLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax*_boesemaniManausAM7aLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax*_boesemaniManausAM9aLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax*_boesemaniManausAM10aLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax*_boesemaniManausAM11bLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax*_boesemaniManausAM12bLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax*_boesemaniManausAM13aLM_AAGmt; (01/2012)

Scinax boulengeri

- Faixa 31, *Scinax boulengeri*, em Vocalizations of frogs and toads from Barro Colorado Nature Monument; Ibáñez et al., (1999)

Scinax caldarum

- *Scinax*_caldarPocosMG2bAAGmt; (10/2008)
- *Scinax*_caldarPocosMG3aLM_AAGmt; (10/2008)
- *Scinax*_caldarPocosMG3bLM_AAGmt; (10/2008)
- *Scinax*_caldarPocosMG4aLM_AAGmt; (10/2008)
- *Scinax*_caldarPocosMG5aLM_AAGmt; (10/2008)
- *Scinax*_caldarPocosMG6aLM_AAGmt; (10/2008)
- *Scinax*_caldarPocosMG7aLM_AAGmt; (10/2008)
- *Scinax*_caldarPocosMG8aAAGmt; (01/2009)
- *Scinax*_caldarPocosMG9bAAGmt; (01/2009)

Scinax crospedospilus

- *Scinax*_crospedosTeresopRJ4bLM_AAGmt; (01/2011)
- *Scinax*_crospedosTeresopRJ5bLM_AAGmt; (01/2011)
- *Scinax*_crospedosTeresopRJ7cLM_AAGmt; (01/2011)
- *Scinax*_crospedosTeresopRJ7dLM_AAGmt; (01/2011)
- *Scinax*_crospedosTeresopRJ8aLM_AAGmt; (01/2011)

- *Scinax_crospedos*TeresopRJ8bLM_AAGmt; (01/2011)
- *Scinax_crospedos*TeresopRJ9dLM_AAGmt; (01/2011)

Scinax duartei

- *Scinax_duartei*ItatiaiaRJ1aLM_AAGmt; (09/2009)
- *Scinax_duartei*ItatiaiaRJ2aLM_AAGmt; (09/2009)

Scinax elaeochrous (registros de W.E. Duellman)

- Coleção FonoZoo N° 6986; (05/1961)
- Coleção FonoZoo N° 6987; (05/1961)
- Coleção FonoZoo N° 6988; (05/1961)
- Coleção FonoZoo N° 6994; (06/1961)
- Coleção FonoZoo N° 7315; (08/1965)

Scinax fuscovarius

- *Scinax_fuscova*MG12aAAGm; (10/2010)
- *Scinax_fuscova*MG2aLM_AAGb; (12/2007)
- *Scinax_fuscova*MG3aAAGmt; (10/2008)
- *Scinax_fuscova*MG4aLM_AAGb; (12/2007)
- *Scinax_fuscova*MG10aAAGmt; (01/2010)

Scinax garbei

- *Scinax_aff_garbei*ManausAM1bLM_AAGmt; (02/2012)
- *Scinax_aff_garbei*ManausAM1dLM_AAGmt; (02/2012)

Scinax granulatus (registros de A. Kwet)

- *Sgranulatus*03; (11/1995)
- *Sgranulatus*04; (11/1995)
- *Sperereca_and_Scinax granulatus*; (01/1997)
- *SgranSpereDminut*01; (10/1996)
- *Sgranulatus*06; (10/1996)

Scinax hayii

- *Scinax_hayii*RJ1aLM_AAGmt; (01/2011)
- *Scinax_hayii*RJ2aLM_AAGmt; (01/2011)
- *Scinax_hayii*RJ5aLM_AAGmt; (01/2011)

- *Scinax hayii*RJ7aLM_AAGmt; (01/2011)

Scinax ictericus

- Faixa 41, *Scinax ictericus*, em Frogs of Tambopata, Peru; Cocroft et al., (2001)

Scinax nasicus

- *Scinax_nasicus*MS1dLM_AAGmt; (12/2010);

- *Scinax_nasicus*MS2bLM_AAGmt; (12/2010)

- *Scinax_nasicus*MS3aLM_AAGmt; (12/2010)

- *Scinax_nasicus*MS4bLM_AAGmt; (12/2010)

Scinax nebulosus

- *Scinax_nebulosus*BelemPA1aTRC_AAGmt; (01/2011)

- *Scinax_nebulosus*BelemPA1bTRC_AAGmt; (01/2011)

- *Scinax_nebulosus*BelemPA2aTRC_AAGmt; (01/2011)

- *Scinax_nebulosus*BelemPA3aTRC_AAGmt; (01/2011)

- *Scinax_nebulosus*BelemPA4aTRC_AAGmt; (01/2011)

Scinax pedromedinae

- Faixa 42, *Scinax pedromedinae*, em Frogs of Tambopata, Peru; Cocroft et al., (2001)

Scinax proboscideus

- Faixa 49, *Scinax proboscideus*, em Tailless Amphibians of French Guiana; Marty & Gaucher (1999)

Scinax quinquefasciatus (registros de S. Ron)

- LS1-0572; (02/2011)

- LS1-0575; (02/2011)

- LS1-1572; (02/2011)

Scinax boulengeri

- Faixa 30, *Scinax boulengeri*, em Vocalizations of frogs and toads from Barro Colorado Nature Monument; Ibáñez et al., (1999)

Scinax rostratus

- Faixa 30, *Scinax boulengeri*, em CD Vocalizations of frogs and toads from Barro Colorado Nature Monument; Ibáñez et al., (1999)

Scinax ruber

- Faixa 50, *Scinax ruber*, em Tailless Amphibian of French Guiane; Marty & Gaucher (1999)

Scinax similis (registros de M. Bilate)

- *similis1*_MBilate
- *similis2*_MBilate

Scinax squalirostris

- *Scinax_squalir*BocainaSP1cAAGm671; (01/2012)
- *Scinax_squalir*BocainaSP2cAAGm671; (01/2012)
- *Scinax_squalir*BocainaSP3aAAGm671; (01/2012)
- *Scinax_squalir*BocainaSP4bLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax_squalir*BocainaSP6aLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax_squalir*BocainaSP6cLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax_squalir*BocainaSP8bLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax_squalir*BocainaSP9aLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax_squalir*BocainaSP11aLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax_squalir*BocainaSP12aLM_AAGmt; (01/2012)
- *Scinax_squalir*BocainaSP13bLM_AAGmt; (01/2012)

Scinax staufferi (registros de W.E. Duellman)

- Coleção FonoZoo N° 6977; (08/1960)
- Coleção FonoZoo N° 7328; (06/1966)
- Coleção FonoZoo N° 7329; (06/1966)
- Coleção FonoZoo N° 7330; (06/1966)
- Coleção FonoZoo N° 7331; (06/1966)

Scinax uruguayus (registros de A. Kwet)

- *Suruguayus01*; (01/1997)
- *Suruguayus02*; (01/1997)