

**EDIVANIA DO NASCIMENTO PEREIRA**

Comunicação acústica de *Sphaenorhynchus prasinus* Bokermann, 1973 (Anura: Hylidae)

RECIFE –PE  
2015

**EDIVANIA DO NASCIMENTO PEREIRA**

Comunicação acústica de *Sphaenorhynchus prasinus* Bokermann, 1973 (Anura: Hylidae)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Antonio da Silva Souto  
(Universidade Federal de Pernambuco)

Co-orientadores:

Dra. Nicola Schiel  
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Dra. Ednilza Maranhão dos Santos  
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

RECIFE - PE  
2015

**Comunicação acústica de *Sphaenorhynchus prasinus* Bokermann, 1973 (Anura: Hylidae)**

**Edivania do Nascimento Pereira**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de mestre.

Dissertação apresentada e \_\_\_\_\_ em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Orientador:

---

Prof. Dr. Antonio da Silva Souto – UFPE

Examinadores:

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Tacyana Pereira Ribeiro de Oliveira - UEPB

---

Dra. Maria Danise de Oliveira Alves - UFRPE

---

Prof. Dr. Pabyton Gonçalves Cadena – UFRPE

Suplente

---

Prof. Dr. Ana Carla Asfora El-Deir - UFRPE

*Dedico,  
a Deus pela sabedoria concedida e minha mãe pelo amor incondicional.*

Bem sei eu que tudo pode e nenhum dos teus pensamentos pode ser  
frustrado.

Jó 42:2

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela sabedoria concedida e força nos dias difíceis, sem sua permissão não teria conseguido. Ele sem sombra de dúvida proporciona mais do que pedimos ou pensamos, muito mais do que sonhamos. Obrigada Senhor!

A minha mãe que sempre ora por mim e aguentou meus dias de estresse e ausência, principalmente nas noites em campo. E mesmo com toda preocupação sempre torceu por mim e acompanhou de perto toda minha luta dentro e fora da universidade. Obrigada mainha por tudo.

A meu orientador Prof. Antonio, que de braços abertos me recebeu e creditou sua confiança. Obrigada prof. por horas de dedicação e aguentar minhas “afobações”.

A minha Co-ori., Prof. Nicola por abrir a porta do seu laboratório, me dar “moradia” durante esses dois anos e pelo aprendizado.

A minha segunda Co-ori., Prof. Ednilza, por ter me aguentado por mais dois anos, pelo aprendizado, companheirismo e paciência, dizendo sempre: “vai dar tudo certo Edivania”.

Um muito obrigada especial a Emerson, que me acompanhou nas coletas. Noites em claro, debaixo de chuva, na saúde e na doença. Sempre presente, paciente e esforçado, me dando força nas noites de cansaço. Sem sua ajuda e companheirismo não teria conseguido.

Ao pessoal do LETA: Luna, Dan, Filipa, Rafa, Mari, Shalana, Fefê, Natasha, Júlia, Pedro, Bárbara, Rayana e Yara, por aguentar eu falando de sapo em meio a tantos macacos kkk.

As meninas do LEPH: Priscila, Jéssica, Amanda, Vanessa, Katharina, Andrezza e Daliana, que vez ou outra me ajudavam em campo e sempre se fizeram presente me dando apoio.

A minha turma querida do mestrado (José Antonio, Fernando, Mauro e Rangel) e em especial a Paraibana arretada e eterna *Tropidurus*, Joanny e a tartaruga da Elô, amizades que quero carregar comigo para toda vida. Amo vocês!

A meus grudes Kamila (meu grupo), obrigada grupo por me aguentar por mais dois anos e sempre estar comigo em todos os momentos. E o outro grude Edilma, por mesmo sem entender nada de sapo me aguentou falando deles o tempo todo como se entendesse tudo, só pra aguentar meus desabafos kkkk. Obrigada também a Joanninha, por estar sempre me escutando e dizendo: “gata mestrado não é de Deus, só aperreio” kkkkkk.

Por fim, ao Parque Estadual Dois Irmãos pelo apoio e logística, em especial a Marina por sempre me ajudar. A CAPES pelo apoio financeiro e ao PPGE pela oportunidade.

A todos vocês: MUITO OBRIGADA!!!

## RESUMO

Os sinais acústicos em anuros são importantes para a comunicação, sendo eficaz na transmissão de informações. Esses cantos podem sofrer influências de fatores abióticos, como temperatura e umidade relativa do ar e fatores bióticos como o tamanho dos agregados reprodutivo, tamanho e massa corpórea dos animais. Este trabalho teve por objetivo analisar a estrutura física das diferentes vocalizações de *S. prasinus*, o contexto social em que ocorreram e a postura corporal dos indivíduos no momento da emissão dos sons. Além de verificar se fatores abióticos (temperatura e umidade relativa do ar) e bióticos (tamanho do corpo dos animais, massa corpórea, presença de machos e fêmeas sexualmente maduros na vizinhança, temperatura, e umidade relativa do ar) influenciam no canto de anúncio e na organização do coro sazonalmente. Para a gravação dos dados acústicos foi utilizando um gravador digital, através dos microfones omnidirecionais internos. Foram anotados os dados abióticos (temperatura e umidade relativa do ar), e bióticos (micro-habitat de vocalização, distância da margem, distância do indivíduo mais próximo, dados sobre o CRC (comprimento rosto cloacal) e massa corpórea dos indivíduos). Para auxiliar na identificação e diferenciação das vocalizações, além dos dados comportamentais foi realizado experimento de "playback". Foram analisados 200 cantos, de 22 indivíduos. Classificaram-se três tipos de vocalizações emitidos por machos de *S. prasinus*: canto de anúncio, corte e territorial. Foram encontradas distinções entre os cantos territoriais com os de anúncio e corte. Contudo, não existiriam diferenças entre os cantos de corte e de anúncio, o que pode ser importante para evitar o aviso da presença da fêmea no sítio de canto para outros machos. A amplitude média do canto de anúncio foi o parâmetro que obteve uma maior correlação com a presença de machos e fêmeas sexualmente maduros. Tendo por objetivo manter espaçamento mínimo entre vizinhos e aumentar o sucesso no acasalamento. Os picos de atividades do canto ocorreram nos meses de fevereiro e março (mais quentes), o que é comum em anuros tropicais, devido à ectotermia. Resultados valiosos sobre a comunicação acústica e a influência de fatores abióticos e bióticos nos parâmetros acústicos do som de *S. prasinus*, contribuindo com informações sobre a história natural da espécie, auxiliando com elementos importantes para conservação de grupos taxonômicos sensíveis as mudanças ambientais.

Palavras-chave: anuros; bioacústica; repertório vocal.

## ABSTRACT



## **SUMÁRIO**

INTRODUÇÃO GERAL	12
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
ARTIGO	22
INTRODUÇÃO	24
MATERIAIS E MÉTODOS	26
Área de estudo	26
Coleta de dados	27
Análise de dados	29
RESULTADOS	30
DISCUSSÃO	40
CONCLUSÃO	45
LITERATURA CITADA	45
ANEXO: Normas do periódico	51

## LISTA DE FIGURAS

- FIG. 1. Casal de *Sphaenorhynchus prasinus*, em amplexo. 13
- FIG.2.- Imagem ilustrativa da postura corporal relacionado ao contexto social do *Sphaenorhynchus prasinus* durante atividade de vocalização. (A) Macho ligeiramente arqueado para frente durante a emissão do canto de anúncio. (B) Macho à esquerda emitindo vocalização de corte na presença da fêmea à direita. (C) Dois machos emitindo a vocalização territorial. 31
- FIG.3.- Oscilograma e espectrograma dos cantos de *S. prasinus*, anúncio (A1), corte (A2) e territorial (A3). 32
- FIG.4.- Diferenças entre os três tipos de cantos (anúncio, territorial e corte) da espécie *S. prasinus* de acordo com os parâmetros físicos dos sons (A – Frequência mais baixa; B- Frequência dominante; C – Frequência inicial; D – Frequência final; E – Amplitude média; F – Duração da nota; G – Número de notas; H – Intervalo entre notas; I – Número de pulsos). As figuras Box-Whiskers apresentam as medianas e os intervalos interquartis; as barras representam a variabilidade fora das regiões interquartil superior e inferior e os os círculos são "outliers". Letras diferentes =  $P \leq 0.05$ ; letras iguais =  $P > 0.05$  35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. – Características físicas do repertório vocal (canto de anúncio, corte e territorial) de <i>Sphaenorhynchus prasinus</i> baseado nos valores de 22 indivíduos*.	33
Tabela 2. – Correlação entre canto de anúncio, de <i>Sphaenorhynchus prasinus</i> e os parâmetros bióticos* e abióticos** na audiência.	38

## INTRODUÇÃO GERAL

Em anfíbios anuros, os sinais acústicos estão relacionados com o isolamento reprodutivo, sendo a comunicação social a principal forma de comunicação, principalmente de hábitos noturnos, sendo eficaz na transmissão de informações (DUELLMAN & TRUEB, 1994; WELLS, 2007). Apesar da vocalização nesses animais ser o mecanismo de comunicação mais difundido e estudado, a maioria dos estudos vem demonstrando apenas a descrição física dos sons, com destaque para descrição do canto de anúncio (TOLEDO et al., 2014a). Porém, algumas espécies emitem cantos distintos, dependendo do contexto social (WELLS, 1977; LINGNAU & BASTOS, 2007; TOLEDO et al., 2014a). Essas vocalizações podem sofrer influência de fatores abióticos, como temperatura e umidade relativa do ar (TOLEDO & HADDAD, 2005; LINGNAU & BASTOS 2007), e fatores bióticos, como tamanho dos agregados reprodutivos (WAGNER, 1989; BOATRIGT-HOROWITZ et al., 2000) e a distância do macho cantor mais próximo (WAGNER, 1989).

Apesar de serem categorizados 13 tipos de cantos distintos nos anfíbios anuros (TOLEDO et al., 2014a), maioria das espécies apresenta entre três a quatro tipos, usadas para atrair parceiros sexuais, conhecido como canto de anúncio (DUELLMAN & TRUEB, 1994; WELLS, 2007; TOLEDO et al., 2014a), importantes para defesa de territórios, canto territorial (MARTINS & HADDAD, 1988), e utilizada também durante combates, canto de estresse (TOLEDO & HADDAD, 2005). Deste modo, pesquisas sobre os tipos de vocalizações e seus contextos comportamentais associados à emissão dos sons (LINGNAU & BASTOS, 2007), vêm sendo utilizadas para compreender sobre interações intra e interespecífica (MARSHALL et al., 2006).

Informações ecológicas sobre a bioacústica de *Sphaenorhyncus prasinus* Bokermann, 1973 (Figura 1) são pontuais e incipientes. Algumas informações sobre a descrição do canto de anúncio podem ser encontradas em Bokermann (1973), Vieira (2010) e Toledo et al., (2014b), porém, estudos sobre repertório vocal e influência dos fatores bióticos e abióticos no canto não foram documentados. Pertencente a família Hylidae, possui tamanho mediano (31mm), canto rostral castanho, polegar com calosidade nupcial, tímpano escondido e saco vocal único (BOKERMANN, 1973; VIEIRA, 2010).



FIG. 1. Casal de *Sphaenorhynchus prasinus*, em amplexo.

Devido à complexidade de vocalizações (TOLEDO et al. 2014a), este trabalho visa analisar a estrutura física das diferentes vocalizações de *S. prasinus*, o contexto social em que ocorreram e a postura corporal dos indivíduos no momento da emissão dos sons. Além de verificar se fatores abióticos (temperatura e umidade relativa do ar) e bióticos ( tamanho do corpo dos animais, massa corpórea, presença de machos e fêmeas sexualmente maduros na vizinhança, temperatura, e umidade relativa do ar) influenciam no canto de anúncio e na organização do coro sazonalmente.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Comunicação acústica em anuros

Os sinais acústicos podem ser influenciados pela eficiência com que modificam o comportamento dos receptores e por restrições ecológicas, à medida que esses sinais evoluem, a seleção melhora suas eficiências, essa coevolução pode tornar os sinais tanto inconfundível como manipulativo (DAVIES & JOHN, 1996). Em anfíbios anuros a emissão de sinais sonoros provavelmente tenha surgido no início da história evolutiva do grupo (DUELLMAN & TRUEB, 1994). Esses sinais ajudam no reconhecimento interespecífico (COCROFT & RYAN, 1995; GERHARDT & HUBER, 2002), também podem informar sobre características bióticas, como tamanho do indivíduo cantor, estrutura de habitat e espécies simpátricas (DUELLMAN & TRUEB, 1994). E informações abióticas, como por exemplo, temperatura (WELLS, 2007).

As vocalizações em anuros se agrupam em três classes principais de sons: os de anúncio, os territoriais e os de estresse. A vocalização de anúncio tem por objetivo atrair a fêmea para o acasalamento, sendo este tipo de canto o mais comum (WELLS, 1977; TOLEDO et al., 2014a). Por sua vez, o canto territorial é produzido por um macho residente, como uma resposta a um macho invasor e possui a função de repelir o intruso, sem que ocorram combates físicos entre eles (MARTINS & HADDAD, 1988). O canto de estresse ocorre no combate acústico e físico entre os indivíduos ou como resposta a um distúrbio no ambiente (DUELLMAN & TRUEB, 1994).

Essas vocalizações variam de acordo com os parâmetros acústicos, como por exemplo; a amplitude (BEE et al., 2001), número de notas (LOEBMANN et al., 2008) e número de pulsos (TOLEDO & HADDAD, 2005). Fatores ambientais, principalmente chuvas, temperatura, luminosidade e umidade relativa do ar também influenciam algumas características físicas do som (ALMEIDA-GOMES et al., 2007; BIONDA et al., 2008), como: frequência dominante, número de pulsos, duração do pulso, duração e taxa de repetição da nota, duração do canto (DUELLMAN & TRUEB, 1994; BIONDA et al., 2008).

Além dos fatores ambientais já citados, estudos têm evidenciado que as variáveis morfológicas (comprimento rosto cloacal - CRC e massa corpórea) podem alterar a estrutura física dos cantos, como, por exemplo, a frequência dominante, (GERHARDT, 2005; BIONDA, et al., 2008). McClelland et al., (1996) sugerem que o CRC é um indicador morfológico particularmente confiável de características vocais, William & Wagner (1992) e Poole & Murphy (2007), constataram que machos maiores, em geral, possuem uma frequência dominante

mais baixa que os machos de menores tamanho. Outros autores ressaltam ainda que a disponibilidade de recursos como, vegetação, água, machos e fêmeas sexualmente maduros e ativos, são fatores que também podem influenciar a vocalização e a organização de coros (DUELLMAN & TRUEB, 1994; WELL, 2007; TOLEDO & HADDAD, 2005).

Na região tropical, a maioria das espécies tem sua atividade vocal correlacionada com o início das chuvas (Duellman and Trueb, 1994). Durante esta época os machos escolhem seus sítios de canto, formam agregados reprodutivos, iniciando assembleias de cantos de anúncio, estimulando outras interações vocais entre coespecíficos, como cantos de corte e territorial (Duellman and Trueb, 1994; Pough et al. 1998; Almeida-Gomes et al. 2007).

Pesquisas com espécies da Mata Atlântica brasileira, como por exemplo, *Dendropsophus minutus*, tem demonstrado que os fatores bióticos (CRC e massa corpórea) e abióticos (temperatura e umidade relativa do ar) têm influenciado nos parâmetros acústicos dos cantos, Morais et al., (2012) constatou que quanto maior o CRC e massa corpórea dos indivíduos de *D. minutus*, mais baixa foi a frequência dominante.

Bastos & Haddad (1999), em estudo com *Scinax rizibilis*, na Mata Atlântica no Sudeste do Brasil, comentam que a distribuição espacial dos indivíduos influencia significativamente na organização do coro, com tendência a ser uniforme, demonstrando que diversos fatores podem influenciar a vocalização dos machos e, conseqüentemente a escolha do macho pela fêmea. Porém, alguns anuros tropicais ainda não possuem informações sobre suas peculiaridades acústicas e do contexto comportamental associado, a exemplo da espécie *Sphaenorhynchus prasinus*.

### *Sphaenorhynchus prasinus*

A família Hylidae de acordo com Segalla et al., (2014) possui a maior riqueza de espécies de anuros no Brasil com 369 espécies descritas. Nesta, podemos destacar o gênero *Sphaenorhynchus* Tschudi, 1838 com 13 espécies. Destas, três possuem distribuição associada à bacia amazônica: *S. carneus* (Cope, 1868), *S. dorisae* (Goin, 1957) e *S. lacteus* (Daudin, 1800). Dez se encontram na Mata Atlântica brasileira: *S. botocudo* Caramaschi, Almeida e Gasparini, 2009; *S. bromelicola* Bokermann, 1966; *S. caramaschii* Toledo, Garcia, Lingnaue Haddad, 2007; *S. mirim* Caramaschi, Almeida e Gasparini, 2009; *S. orophilus* (Lutz e Lutz, 1938); *S. palustris*

Bokermann, 1966; *S. pauloalvini* Bokermann, 1973; *S. planicola* (Lutze Lutz, 1938); *S. prasinus* Bokermann, 1973 e *S. surdus* (Cochran, 1953) (FROST, 2014).

*Sphaenorhynchus* pertence a um grupo considerado monofilético (DUELLMAN & WIENS, 1992; VIEIRA, 2010), estando próximo ao gênero *Dendropsophus* Fitzinger, 1843 e *Xenohyla* Izecksohn, 1998 (FAIVOVICH et al., 2005). As espécies deste gênero estão associadas a ambientes aquáticos lênticos, do qual os machos vocalizam na vegetação flutuante em poças temporárias ou permanentes. Porém, existe registro de espécie ocupando bromélias, como é o caso de *Sphaenorhynchus bromelicola* (BOKERMANN, 1966, 1974).

Sobre o modo reprodutivo do gênero *Sphaenorhynchus*, algumas espécies como, *S. surdus*, *S. lacteus*, *S. dorisae*, *S. prasinus*, a postura dos ovos ocorre na água, associada à vegetação submergente (RODRIGUEZ & DUELLMAN, 1994; POMBAL-JÚNIOR & HADDAD, 2005). Entretanto *S. pauloalvini* e *S. carneus* põem os ovos em folhas fora da água (BOKERMANN, 1973; SUÁREZ-MAYORGA & LYNCH, 2001).

Foi evidenciado pedomorfose em *S. bromelicola* (BOKERMANN, 1974), em que foram observados machos adultos e girinos em metamorfose, vocalizando próximos a poças permanentes. Este fenômeno também foi registrado por Haddad & Prado (2005) em *S. palustris* e por Caramaschi et al., (2009), em *S. botocudo* e *S. mirim*.

A espécie *Sphaenorhynchus prasinus* foi encontrada pela primeira vez em Ilhéus na Bahia; posteriormente, sua distribuição geográfica foi ampliada a Minas Gerais, Alagoas e Pernambuco (SANTOS & MOURA, 2009). Possui tamanho mediano (31mm), canto rostral castanho, polegar com calosidade nupcial, tímpano escondido e saco vocal único (BOKERMANN, 1973; VIEIRA, 2010). Os machos cantam em plantas flutuantes, troncos e usualmente em vegetação muito emaranhada sobre águas. A espécie possui preferência por substratos verdes, dificultando sua visualização. Sua desova é aquática onde os girinos preferem águas relativamente frias e profundas (BOKERMANN, 1973). Em Pernambuco, a espécie foi registrada em duas localidades na Estação Ecológica do Tapacurá (SANTOS & MOURA, 2009) e no Parque Estadual Dois Irmãos (PEREIRA & SANTOS, 2014).

Essas são as únicas informações sobre a ecologia de *S. prasinus* ficando notória a necessidade de compreender como ocorre a comunicação acústica e a influência de fatores abióticos e bióticos nos parâmetros acústicos da espécie *S. prasinus*. Apresentando dados sobre a história natural da espécie contribuindo com informações valiosas para conservação de grupos taxonômicos sensíveis as mudanças ambientais.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA-GOMES, M.; VAN SLUYS, M.; ROCHA, C. F. D. Calling activity of *Crossodactylus gaudichaudii* (Anura: Hylodidae) in an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. Belg. J. Zool., 137 (2): 203-207. 2007.

BASTOS, R.P.; HADDAD, C.F.B. Atividade reprodutiva de *Scinax rizibilis* (Bokermann) (Anura, Hylidae) na Floresta Atlântica, sudeste do Brasil. Revista bras, Zool. 16 (2): 409 – 421. 1999.

BEE, M. A.; KOZICH, C. E.; BLACKWELL, K.J.; GERHARDT, H. C. Individual variation in advertisement calls of territorial male green frogs, *Rana clamitans*: implications for individual discrimination. Ethology. 107: 65-84. 2001.

BIONDA, C.; SALAS, N.; TADA, I. Effect of temperature on the advertisement call of *Physalaemus bilingonigerus* (Anura: Leptodactylidae). Bol. Asoc. Herpetol. Esp. 19. 19-22. 2008.

BOATRRIGHT-HOROWITZ S.L.; HOROWITZ S.S.; SIMMONS A.M. Patterns of vocal interactions in a bullfrog (*Rana catesbeiana*) chorus: preferential responding to far neighbors. Ethology 106, 701-712. 2000.

BOKERMANN, W. C. A. Two new species “*Sphaenorhynchus*” (Amphibia, Hylidae). Magazine Brazilian. biology. 26(1): 15-21. 1966.

BOKERMANN, W. C. A. Two new species of *Sphaenorhynchus* da Bahia Anura, Hylidae). Brazilian journal of Biology, 33(4): 589–594. 1973.

BOKERMANN, W. C. A. Comments on early development *Sphaenorhynchus bromelicola* Bok, 1966 (Anura, Hylidae). Magazine Brazilian. biology 36(1): 33-41. 1974.

CARAMASCHI, U, ALMEIDA, A. P., GASPARINI, J. L. Description of two new species of *Sphaenorhynchus* (Anura, Hylidae). *Zootaxa* 2115:34-46. 2009.

COCROFT, R.B.; RYAN, M.J. Patterns of advertisement call evolution in toads and chorus frogs. *Animal behavior*. 49: 283-303.1995.

DAVIES, N. B.; KREBS, JOHN R. *Introdução a Ecologia Comportamental*. Ed. Atheneu. Sao Paulo. 420p. 1996.

DUELLMAN, W.E.; TRUEB, L. *Biology of Amphibians*. McGraw-Hill, New York. 1994.

DUELLMAN, W. E. & WIENS, J.J. The status of the hylid frog genus *Oloolygon* and the recognition of *Scinax* Wagler, 1830. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas*. 15:1–23. 1992.

FAIVOVICH, F.; HADDAD, C. F. B.; GARCIA, P. C. A.; FROST, D. R.; CAMPBELL J. A.; WHEELER, W. C. 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, New York, NY*, 294, pp. 240. 2005.

FROST, D.R. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6.0 (22 Fevereiro, 2014). Electronic Database accessible at <<http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia>>. American Museum of Natural History, New York, USA, 2014.

GERHARDT, H.C. Acoustic spectral preferences in two cryptic species of grey treefrogs: implications for mate choice and sensory mechanisms. *Animal Behaviour*. 70. 39–48.2005.

GERHARDT, H.C.; HUBER, F. *Acoustic communication in insects and anurans*. Chicago and London. University of Chicago Press. 2002.

HADDAD, C.F.B.; PRADO, C.P.A. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic forest of Brazil. *BioScience* 55(3):207-217. 2005

LINGNAU, R.; BASTOS, R. P. Vocalizations of the brasilian torrent frog *Hylodes heyeri* (Anura: Hylodidae): Repertorie and influence of air temperature on advertisement call variation. *Journal of Natural Hystory*. 41 (17-20): 1227-1235. 2007.

LOEBMANN, D.; ZINA, J.; ARAÚJO, O. G. S.; TOLEDO, L. F.; HADDAD, C. F. B. Acoustic Repertory of *Hypsiboas exastis* (Caramaschi and Rodrigues, 2003) (Amphibia, Hylidae). *South American Journal of Herpetology*. 3: 96-100. 2008.

MARSHALL, V. T.; SCHWARTZ, J. J.; GERHARDT, H. C. Effects of heterospecific call overlap on the phonotactic behaviour of grey treefrogs. *Animal Behaviour*. 72 (2): 449-459. 2006.

MARTINS, M.; HADDAD, C.F.B. Vocalizations and reproductive behaviour in the Smith frog *Hyla faber* Wied (Amphibia, Hylidae) *Amphibia – Reptilia*. 9 49-60. 1988.

MCCLELLAND, B. E.; WILCZYNSKI, W.; RYAN, M. J. Correlations between call characteristics and morphology in male cricket frogs (*Acris crepitans*). *The Journal of Experimental Biology* 199: 1907–1919.1996.

MORAIS, A. R.; BATISTA, V.G.; GAMBALE, P. G.; Signorelli, L.; BASTOS, R. P. Acoustic communication in a Neotropical frog (*Dendropsophus minutus*): vocal repertoire, variability and individual discrimination. *The Herpetological Journal*, 22:(4). p. 249-257. 2012.

PEREIRA, E.N.; SANTOS, E.M. Herpetofauna do Parque Estadual Dois Irmãos. Plano de manejo – Parque Estadual de Dois Irmãos. 193p. 2014.

POMBAL JR, J.P.; HADDAD, C.F.B. Estratégias e modos reprodutivos de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, Sudeste do Brasil. *Papeis Avulsos Zoologia* (São Paulo). v.45 (15). 2005.

POOLE, K. G.; MURPHY, C. G. Preferences of female barking treefrogs, *Hyla gratiosa*, for larger males: univariate and composite tests. *Animal Behaviour*. 73(3). 513–524. 2007.

RODRIGUEZ, L. O.; DUELLMAN, W.E. Guide to the frogs of the Iquitos region, Amazonian Peru. The University of Kansas Natural History Museum Special Publication 22: i–ii, 1– 80. 1994.

SANTOS, E. M.; MOURA, G. J. B. Geographic distribution: *Sphaenorhynchus prasinus*. *Herpetological Review* 40: 362–363. 2009.

SEGALLA, M. V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A.G.; GRANT, T.; HADDAD, C.F. B.; LANGONE, J.A.; GARCIA, P. C. A. Brazilian amphibians – List of species. 2014. Acesso em: <http://www.sbherpetologia.org.br/images/LISTAS/2014.02-07-MudancasTaxonomicas.pdf>. Disponível em: 28 de março de 2015.

SUAREZ-MAYORGA, A. M.; LYNCH, J. D. Los renacuajos colombianos de *Sphaenorhynchus* (Hylidae): descripciones, anotaciones sistematicas y ecologicas. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 25: 411–420. 2001.

TOLEDO, L.F.; HADDAD, C.F.B. Acoustic repertoire and calling site of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). *Journal of Herpetology* 39(3), 455-464. 2005.

TOLEDO, L.F.; MARTINS, I. A.; BRUSCHI, D. P.; PASSOS, M. A.; ALEXANDRE, C. & HADDAD, C. F. B. The anuran calling repertoire in the light of social context. 2014a.

TOLEDO, L. F.; LUSIAC, D.; VIEIRA, C. A.; CORBOA, M. & MÁRQUEZ, R. Neither convergence nor divergence in the advertisement call of sympatric congeneric Neotropical treefrogs. *Bioacoustics*. 2014b.

VIEIRA, K. A. Phylogenetic analysis of *Sphaenorhynchus* Tschudi, 1838 (Anura: Hylidae). Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Zoologia. Porto Alegre RS. 120p. 2010.

WAGNER JR, W.E. Graded aggressive signals in Blanchard's cricket frog: vocal responses to opponent proximity and size. *Animal Behaviour* 38, 1025-1038. 1989.

WELLS, K.D. The social behaviour of anurans amphibians. *Animal Behavior*. 25. 666-693. 1977.

WELLS, K. D. *The Ecology and Behavior of Amphibians*. University of Chicago Press, Chicago. 2007.

WILLIAM, E.; WAGNER, JR. Deceptive or honest signaling of fighting ability? A test of alternative hypotheses for the function of changes in call dominant frequency by male cricket frogs. *Animal Behavior*. 44: 449-462. 1992.

Artigo a ser submetido à revista Herpetologica

ISSN: 0018-0831

Qualis Capes – A2 para Biodiversidade (em 29/06/2015)

Fator de impacto: 1,140 (JCR 2014)

Repertório acústico e comportamento vocal da perereca *Sphaenorhynchus prasinus* (Anura,  
Hylidae)

Resumo: Para melhor compreender a comunicação acústica em *Sphaenorhynchus prasinus* descrevemos o repertório vocal e verificamos se os fatores abióticos (temperatura e umidade relativa do ar) e bióticos (número de machos vocalizando, presença de fêmeas sexualmente maduras e número de amplexos), influenciam no canto de anúncio da espécie. Para a gravação dos dados acústicos foi utilizado um gravador digital, ajustado em 48 kHz a 16 bits, e com microfones omnidirecionais internos. Foram anotados os dados abióticos (temperatura e umidade relativa do ar) e bióticos (micro-habitat de vocalização, distância da margem, distância do indivíduo mais próximo, dados sobre comprimento rosto cloacal e massa corpórea dos indivíduos). Para auxiliar na identificação e diferenciação das vocalizações, além dos dados comportamentais, foi realizado experimento de "playback". Foram analisados 200 cantos, em 22 indivíduos com o auxílio do programa Raven Pro 1.4. Para testar se existiram diferenças entre os tipos de cantos foi usado ANOVA não paramétrica, Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dunn. Para testar uma possível correlação entre os cantos de anúncio e os fatores abióticos e bióticos, foi aplicada Spearman ( $r_s$ ),  $P \leq 0,05$  (bilateral). Classificaram-se três tipos de vocalizações emitidos por machos de *S. prasinus*: canto de anúncio, corte e territorial. Foram encontradas distinções objetivas entre a chamada territorial com as de anúncio e corte. Contudo, não existiriam diferenças entre as chamadas de corte e de anúncio, o que pode ser importante para evitar o anúncio da presença de uma fêmea a outros machos que possam interferir na reprodução. A amplitude média do canto de anúncio foi o parâmetro que obteve uma maior correlação com a presença de machos e fêmeas sexualmente maduros. Ela teria o objetivo de manter espaçamento mínimo entre vizinhos e aumentar o sucesso no acasalamento. Os picos de atividades do canto

ocorreram nos meses de fevereiro e março (mais quentes), o que é esperado em anuros tropicais.

Os dados aqui apresentados possuem informações importantes no que diz respeito ao comportamento vocal de *S. prasinus* contribuindo com a história natural da espécie

**Palavras-chave:** anuros; bioacústica; comunicação.

## Introdução

Os estudos em anfíbios têm considerado como aspectos importantes para caracterizar as vocalizações e as propriedades físicas dos sons (Duellman e Trueb, 1994), o contexto em que são emitidas (Toledo et al. 2014b) e a postura corporal do indivíduo no momento da emissão do canto (Wells, 2007; Toledo et al. 2014b).

Para os anfíbios anuros existem categorizados 13 tipos de cantos, com funções distintas (Toledo et al. 2014b). Contudo, a maioria das espécies apresenta um repertório vocal constituído por três a quatro tipos de cantos, usados para atrair parceiros sexuais (Duellman e Trueb, 1994; Wells, 2007; Toledo et al., 2014b), manter territórios (Martins e Haddad, 1988) ou durante combates entre oponentes (Toledo e Haddad, 2005). Dos tipos de vocalizações produzidos, reconhece-se que o mais comum é o que envolve a atração de parceiros, ou seja, o canto de anúncio (Toledo et al. 2014b).

Entretanto, os cantos podem sofrer influência de fatores abióticos, como temperatura e umidade relativa do ar (Toledo e Haddad, 2005; Lingnau e Bastos, 2007), e de fatores bióticos, como o tamanho dos agregados reprodutivos (Wagner, 1989; Boatright - Horowitz et al., 2000) e a distância do macho cantor mais próximo (Wagner, 1989), além do contexto social em que são emitidos (Vilaça et al. 2011).



Embora haja um número crescente de espécies de anfíbios sendo estudadas quanto ao repertório vocal (Martins e Haddad, 1988; Toledo e Haddad, 2005; Nali e Prado, 2014), informações sobre o contexto de emissão do som e o padrão de variação dos cantos ainda são escassas (ver exemplo Bee et al. 2013). Estudos com esse direcionamento auxiliam a entender os sistemas de comunicação em anuros.

A espécie brasileira *Sphaenorhynchus prasinus* possui ocorrência nos estados da Bahia, Minas Gerais, Alagoas e Pernambuco (Santos e Moura, 2009). Tem tamanho mediano (31mm), polegar com calosidade nupcial, tímpano escondido e saco vocal único (Bokermann, 1973; Vieira, 2010). Os machos cantam em vegetação flutuante, troncos e usualmente em vegetação emaranhada, preferencialmente em substratos verdes. Sua desova é aquática e os girinos preferem lugares sombrios com águas relativamente frias (Bokermann, 1973).

Quanto ao repertório vocal, apenas o canto de anúncio foi descrito para a espécie e, mesmo assim, com resultados conflitantes. Enquanto Bokermann (1973) relatou uma frequência dominante entre 1.300 e 1.500 Hz e duração da nota com ~0,04 segundos, Toledo et al. (2014a), obteve a frequência dominante em 2.378 Hz ( $\pm 112$  Hz) e duração de nota 0.001 ( $\pm 0.004$ ) segundos. Dessa forma, além dos poucos estudos não envolverem o repertório completo da espécie, o único canto descrito apresenta valores nitidamente diferentes, o que dificulta a sua caracterização e comparação com outras espécies.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivos principais analisar a estrutura física das diferentes vocalizações de *S. prasinus*, o contexto social em que ocorreram e a postura corporal dos indivíduos no momento da emissão dos sons. Além desses aspectos, verificamos se existiu uma correlação entre o canto de anúncio e o tamanho do corpo dos animais, massa corpórea, presença de machos e fêmeas sexualmente maduros na vizinhança, temperatura, e umidade relativa do ar. Por fim, examinamos se a organização temporal do coro possui uma correlação

com os fatores abióticos (temperatura e umidade relativa do ar) e bióticos (número de machos vocalizando, presença de fêmeas sexualmente maduras e número de amplexos).

## Materiais e Métodos

### Área de estudo

O Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI), é uma unidade de conservação integral em área urbana, está localizado no bairro de mesmo nome, a noroeste da cidade do Recife, com área de aproximadamente de 4,0 km<sup>2</sup>, paralela a rodovia BR-101 norte, km 69 (Machado et al. 1998). Possui uma altitude aproximada de 19 m acima do nível do mar, entre as coordenadas geográficas 08° 00'48.0" de latitude sul e 034° 56' 42.9" de longitude oeste. O clima da região é do tipo As'-tropical costeiro, quente e úmido. O regime de chuvas abrange o período de outono e inverno, a média anual de precipitação é de aproximadamente 2.460 mm e temperaturas médias mensais de 23°C (Machado et al. 1998).

No interior do PEDI, encontram-se quatro recursos hídricos (Açude do Prata, Açude do Meio, Açude de Dentro e Açude Dois Irmãos), que se interligam desaguando nas bacias hidrográficas do Rio Capibaribe. O açude escolhido para coleta de dados foi o açude Dois Irmãos, o qual possui uma área total de 161,456m<sup>2</sup>, composto por pequenas ilhas flutuantes com bancos de areias e vegetações emergentes como: *Fuirena umbellata* Rottb, *Homolepis isocalycia* (G.Mey.) Chase e *Paspalum millegrana* Schrad. ex Schult. No interior do açude são visualizadas predominantemente macrofitas aquáticas, dentre elas destacamos *Salvinia auriculata* Aubl e *Nymphaea* sp, sendo ambas ocupadas por *S. prasinus* no período do estudo. O sítio reprodutivo para a coleta de dados, compreendeu uma área de 16m<sup>2</sup> na margem direita, sentido nordeste do

açude de Dois Irmãos. Foi escolhida essa área, devido a uma melhor visualização do *S. prasinus*, facilitando a coleta de dados, os demais açudes possuem ocorrência da espécie, mas não é possível visualizá-la com precisão.

### Coleta de dados

A coleta de dados ocorreu *in loco*, mensalmente, durante quatro noites consecutivas. O esforço amostral foi das 18:00 h à 00:00 h (período de maior atividade da espécie) entre os meses de janeiro à dezembro de 2014. O projeto foi aprovado e autorizado pelo Sisbio, número de protocolo 11218-1, e pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal, expedido pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, com a licença de número 145/2014. O projeto foi também aprovado pelo Parque Estadual de Dois Irmãos, protocolo 205.

Para a gravação dos dados acústicos foi utilizando o gravador Zoom H4 (Zoom Corporation, Japão), ajustado para capturar os sons com uma taxa de amostragem de 48 kHz a 16 bits, através de microfones omnidirecionais internos (frequência linear: 150-18000 Hz,  $\pm 3$  dB (Grammerstorff, 2007)). A distância de gravação para o animal emissor foi de ~50 cm, sendo gravados de três a dez chamadas por indivíduo. Após as gravações dos cantos foram registrados os dados abióticos (temperatura e umidade relativa do ar), micro-habitat de vocalização, distância da margem (metros) e distância do indivíduo mais próximo (metros). Posteriormente, os animais foram capturados manualmente com o auxílio de um puçá e, com a utilização de paquímetro digital de precisão de 0,1mm, obtiveram-se os CRCs (comprimento rosto cloacal). Como última etapa os animais foram, pesados com balança de precisão digital 0,1g, e em seguida, foram soltos no local em que foram coletados.

Para auxiliar na identificação e diferenciação das vocalizações, além dos dados comportamentais no contexto da emissão do canto, foi realizado um experimento de "playback" utilizando-se uma caixa de som SME-AFS Portable Field Speaker (Saul Mineroff Eletronics, Inc., EUA; frequência de resposta: 100-12000 Hz). Para o "playback" foi utilizado o canto de anúncio de um indivíduo de outro sítio reprodutivo (distância de ~50 m do sítio estudado). A gravação do canto utilizada para o experimento ocorreu com o mesmo gravador empregado para a coleta de dados do presente estudo (Zoom H4), a ~50 cm de distancia do animal emissor, a uma temperatura de 26, 2 °C e 61% de umidade relativa do ar. Para ajuste do som na emissão do "playback", foi obtido o nível da pressão sonora com um decibelímetro analógico MESCO ASL-1125 (Mesco Tecnologia Ltda., Brasil). Após a gravação, o indivíduo emissor foi coletado, mensurado sua massa, CRC, fotografado e recolocado em seu local de origem. O "playback" ocorreu a uma distância de 2 m do indivíduo residente. O nível de pressão sonora foi ajustado a uma intensidade de 70 dB a 1 metro de distância, equivalente ao medido a partir de um animal vocalizando na mesma distância no local de amostragem.

Para as observações do comportamento social e vocal foi utilizado o método de amostragem por varredura ("*scan*"; Martin e Bateson, 1986). As sessões foram feitas a cada 30 minutos, por 5 minutos. Durante tais eventos observaram-se: distância mínima entre os indivíduos, distância da margem, micro-habitat do local em que o indivíduo estava vocalizando, interações interindividuais e ocorrência de algum novo indivíduo no sítio reprodutivo. As observações foram realizadas a uma distância de até ~ 2 m do indivíduo com o auxílio de uma lanterna (Afran FA-516, China). A identificação dos indivíduos ocorreu através de manchas individuais (Plăiașu et al. 2005). Cada indivíduo foi fotografado (dorso e ventre) e suas marcas identificadas. Optou-se por não utilizar métodos de marcação que pudessem mutilar ou causar possíveis interferências no comportamento dos animais.

Os dados abióticos (temperatura e umidade relativa do ar) foram obtidos através de um termohigrometro digital (Incoterm 7666.02.0.00, China), colocado no local dos estudos a uma altura de 1,50 m da área de ocupação dos animais e aproximadamente 2 m de distância do indivíduo. A cada 30 min foram anotados os dados abióticos para posterior obtenção dos valores médios para cada noite de coleta.

Para caracterização do sítio de canto e organização temporal do coro, foram registrados os seguintes aspectos: número de indivíduos presentes no sítio, número de machos vocalizando, número de fêmeas presentes no local e número de amplexos na noite.

#### Análise de dados

Foram analisados 200 cantos, distribuídos entre 22 indivíduos. Os sonogramas para as análises dos dados acústicos foram gerados com o programa Raven Pro 1.4 (FFT = 256). As características físicas de cada canto analisadas para o repertório vocal foram: (i) frequência mais baixa, (ii) frequência dominante, (iii) frequência inicial, (iv), frequência final, (v) amplitude média, (vi) duração, (vii) numero de notas, (viii) intervalo entre notas e (ix) número de pulsos.

Para testar se existiam diferenças entre os parâmetros acústicos dos tipos de cantos classificados via contexto em que ocorriam foi usada uma ANOVA não paramétrica, o teste Kruskal-Wallis (*KW*). Em caso de um resultado significativo, foi aplicado o teste de Dunn (com o intuito de se verificar entre quais pares ocorreram as diferença significativas). Para se testar uma possível correlação entre os cantos de anúncio e os fatores bióticos (CRC, massa corporal, número de machos e fêmeas sexualmente maduros) e fatores abióticos (temperatura e umidade relativa do ar), foi aplicada a correlação de Spearman ( $r_s$ ). Em ambos os testes foi utilizado o

programa InStat 3.0 (GraphPad, Inc., EUA), sendo considerados como significativos todos os valores finais de  $P \leq 0,05$  (bilateral).

## Resultados

### Classificação dos cantos em *S. prasinus* de acordo com o contexto social

Classificaram-se três tipos de vocalizações emitidos por machos de *S. prasinus* de acordo com o contexto em que ocorreram: (A) canto de anúncio, (B) corte e (C) territorial.

A) Canto de anúncio: ao emitir essa vocalização os machos de *S. prasinus* permaneciam parados. Contudo, ao longo da noite, mudavam de posição, em movimento circular no mesmo substrato (média = 7 movimentos,  $n = 22$ ). A cabeça erguida, membros anteriores levemente arqueados para frente na lâmina d'água e com o saco vocal inflado (Fig. 2A). Emitiam o canto, com ou sem a presença de um coespecífico nas proximidades.

B) Canto de corte: o mesmo foi emitido por um macho durante a corte, com a presença de uma fêmea, nos momentos que antecederam o amplexo. Os machos de *S. prasinus* na emissão da vocalização possuíam também postura corporal similar à vocalização de anúncio, porém, emitiam os cantos com a região gular voltado para a fêmea (Fig. 2B).

C) Canto territorial: emitido por um macho quando na presença de outro, no seu sítio de canto (distância mínima entre machos = 0.20 m; distância máxima entre machos = 1.15m). Geralmente, ao emitir a vocalização, os machos que se encontravam próximo ao macho emissor também a emitiam. Os indivíduos de *S. prasinus* ao emitir esse canto permaneciam com o corpo parado, cabeça e membros anteriores e inferiores arqueados, ligeiramente para frente, como em posição de combate, geralmente vocalizando em direção a outro macho (Fig. 2C).

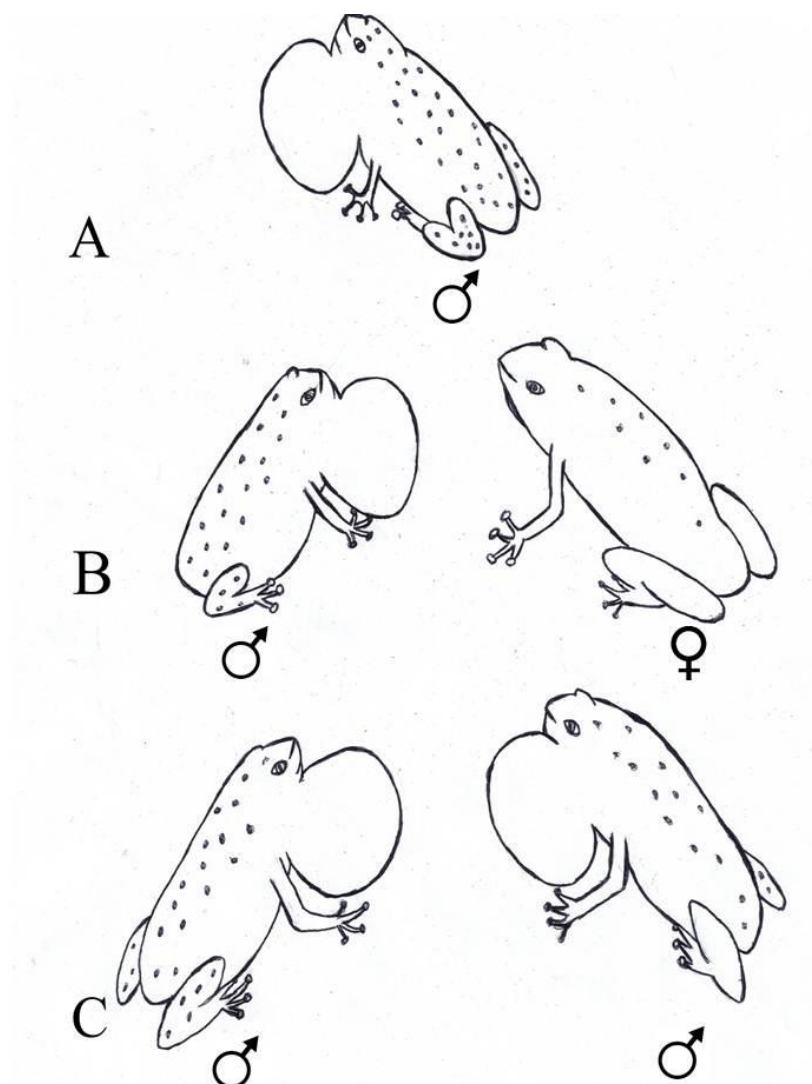


FIG.2.- Imagem ilustrativa da postura corporal relacionado ao contexto social do *Sphaenorhynchus prasinus* durante atividade de vocalização. (A) Macho ligeiramente arqueado para frente durante a emissão do canto de anúncio. (B) Macho à esquerda emitindo vocalização de corte na presença da fêmea à direita. (C) Dois machos emitindo a vocalização territorial.

Análise quantitativa e comparativa entre os parâmetros físicos dos tipos de canto emitidos por *S.*

*prasinus*

Uma distinção objetiva entre as características físicas dos três tipos de cantos ("corte", "anúncio" e "territorial"), através da análise dos espectrogramas, parece ser válida quando se compara a chamada territorial com as de anúncio e corte. Contudo, não existiram diferenças entre as chamadas de corte e de anúncio (Fig.3; Tabela 1 ).

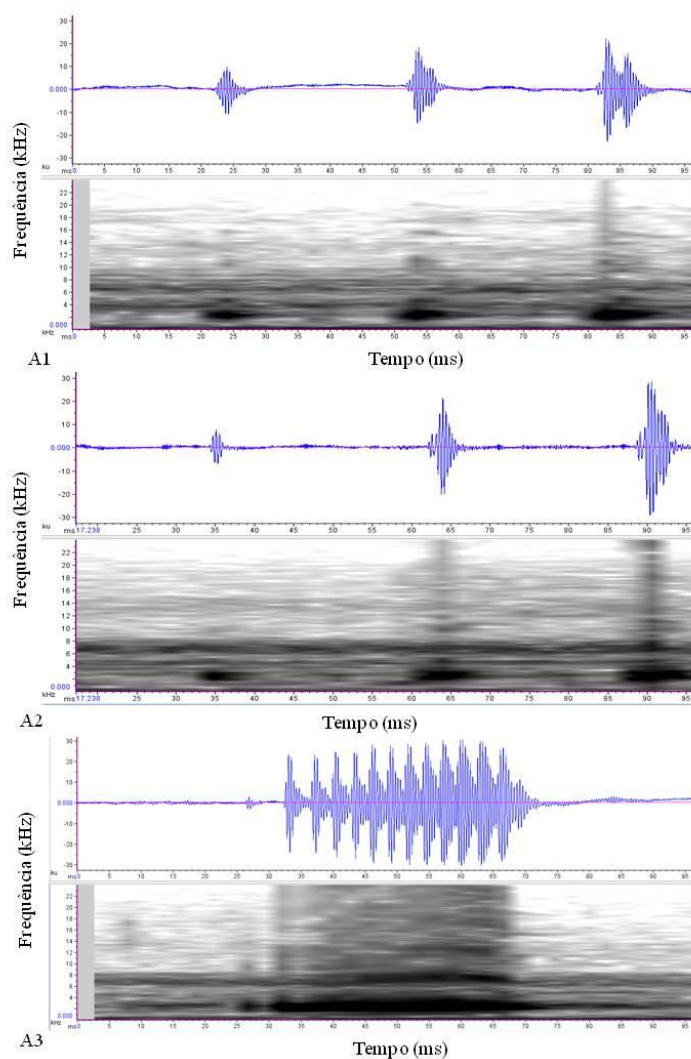


FIG.3.- Oscilograma e espectrograma dos cantos de *S. prasinus*, anúncio (A1), corte (A2) e territorial (A3).

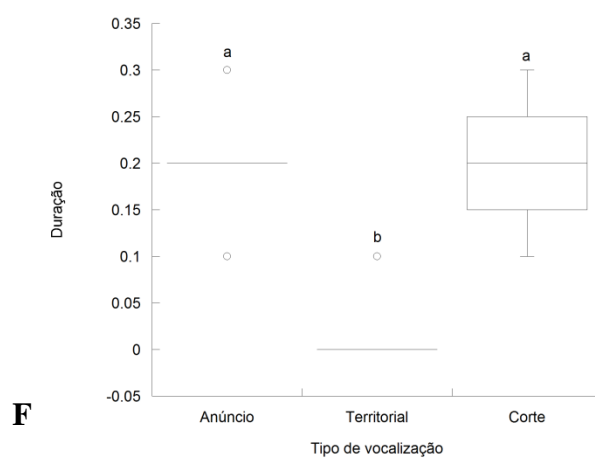
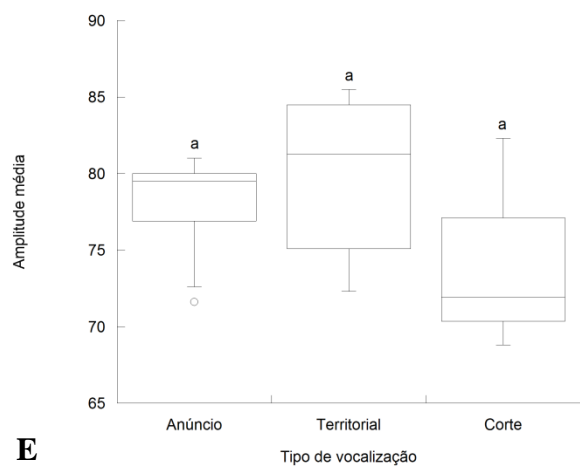
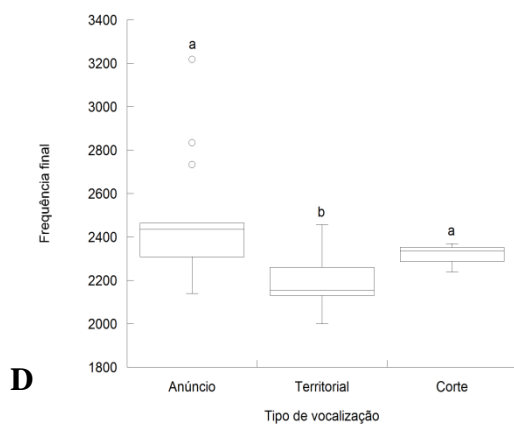
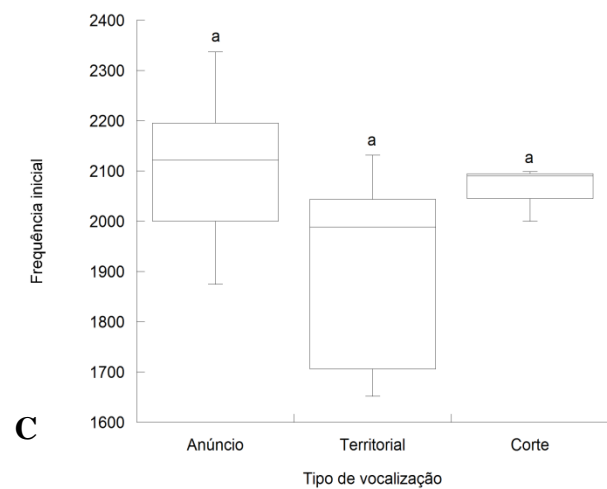
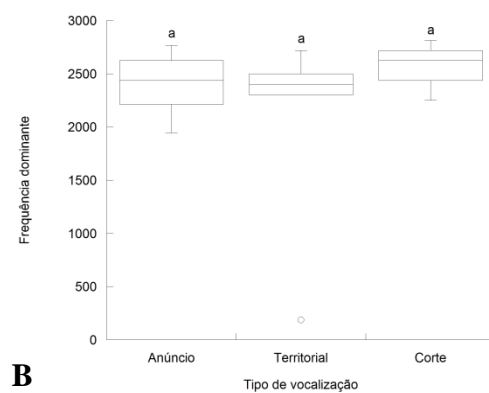
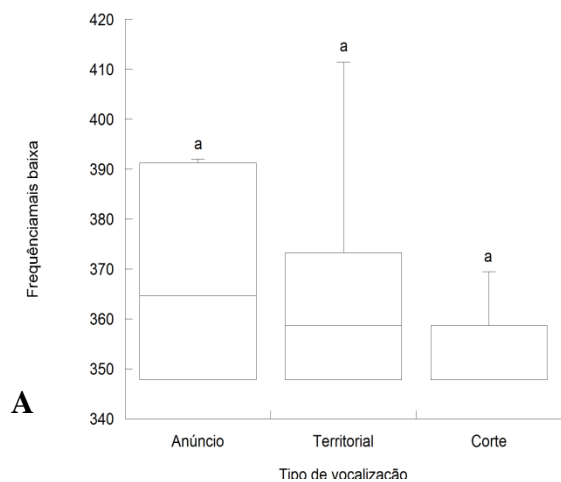


Tabela 1. – Características físicas do repertório vocal (canto de anúncio, corte e territorial) de *Sphaenorhynchus prasinus* baseado nos valores de 22 indivíduos\*.

Propriedades do canto	Canto de Anúncio			Canto de Corte			Canto Territorial		
	Média	DP	(mín - máx)	Média	DP	(mim - max)	Média	DP	(mim -max)
Frequência mais baixa (Hz)	369	37.7	347.8 - 434.8	353	21.7	347 - 434.8	382.3	56.5	347.8 - 521.7
Frequência dominante (Hz)	2281	721	187.5 - 2437	2519	416.2	2250 - 3937	2418.2	524.7	187.5 - 3750
Frequência inicial (Hz)	2013	238.6	1565 - 2957	2071	96	1913 - 2261	1933.8	329.8	1130 - 2522
Frequência final (Hz)	2346	391	1739 - 3304	2321	149	2174 - 2540	2295.1	429.1	1913 - 3913
Amplitude média (dB)	78.1	3.6	68.1 - 85.8	73.5	5.4	77.1 - 82.9	80.9	3.8	72.3 - 86.6
Duração da nota (ms)	0.2	0.1	0.1 - 0.5	0.2	0.1	0.1 - 0.4	0.1	0.0	0.0 - 0.8
Número de notas (notas/canto)	11	4.9	4 - 24	10.7	3.7	6 - 17	5.5	5.4	1 - 31
Intervalo entre notas (ms)	22.7	6.4	1.5 - 48.4	24.2	5.5	21.2 - 44.7	5.7	12.1	0 - 29.4
Número de pulsos (pulsos/notas)	22.6	5.9	3 - 126	21.1	6.3	1 - 71	40.8	27	8 - 103

\*DP = desvio padrão, mín = valor mínimo, max = valor máximo, ms = milissegundo; Hz = Hertz; dB = decibéis.

Foi encontrada uma diferença significativa quanto aos parâmetros: frequência final ( $n = 22$ ;  $KW = 6.305$ ;  $P = 0.0427$ ; Fig.4), duração da nota ( $n = 22$ ,  $KW = 12.682$ ,  $P = 0.0018$ ; Fig.4), números de notas ( $n = 22$ ,  $KW = 12.655$ ,  $P = 0.0018$ ; Fig.4), intervalo entre notas ( $n = 22$ ,  $KW = 10.808$ ,  $P = 0.0045$ ; Fig.4) e número de pulsos ( $n = 22$ ,  $KW = 8.313$ ,  $P = 0.0157$ ; Fig.4), entre os cantos de anúncio e territorial (Dunn:  $P < 0.05$ ), mas não foi encontrada entre anúncio e corte (Dunn:  $P > 0.05$ ), e território e corte (Dunn:  $P > 0.05$ ). Em relação aos parâmetros: frequência mais baixa, frequência dominante, frequência inicial e amplitude média, não foram encontradas diferenças significativas entre os tipos de cantos ( $KW$ :  $P > 0.05$ ; Fig.4).



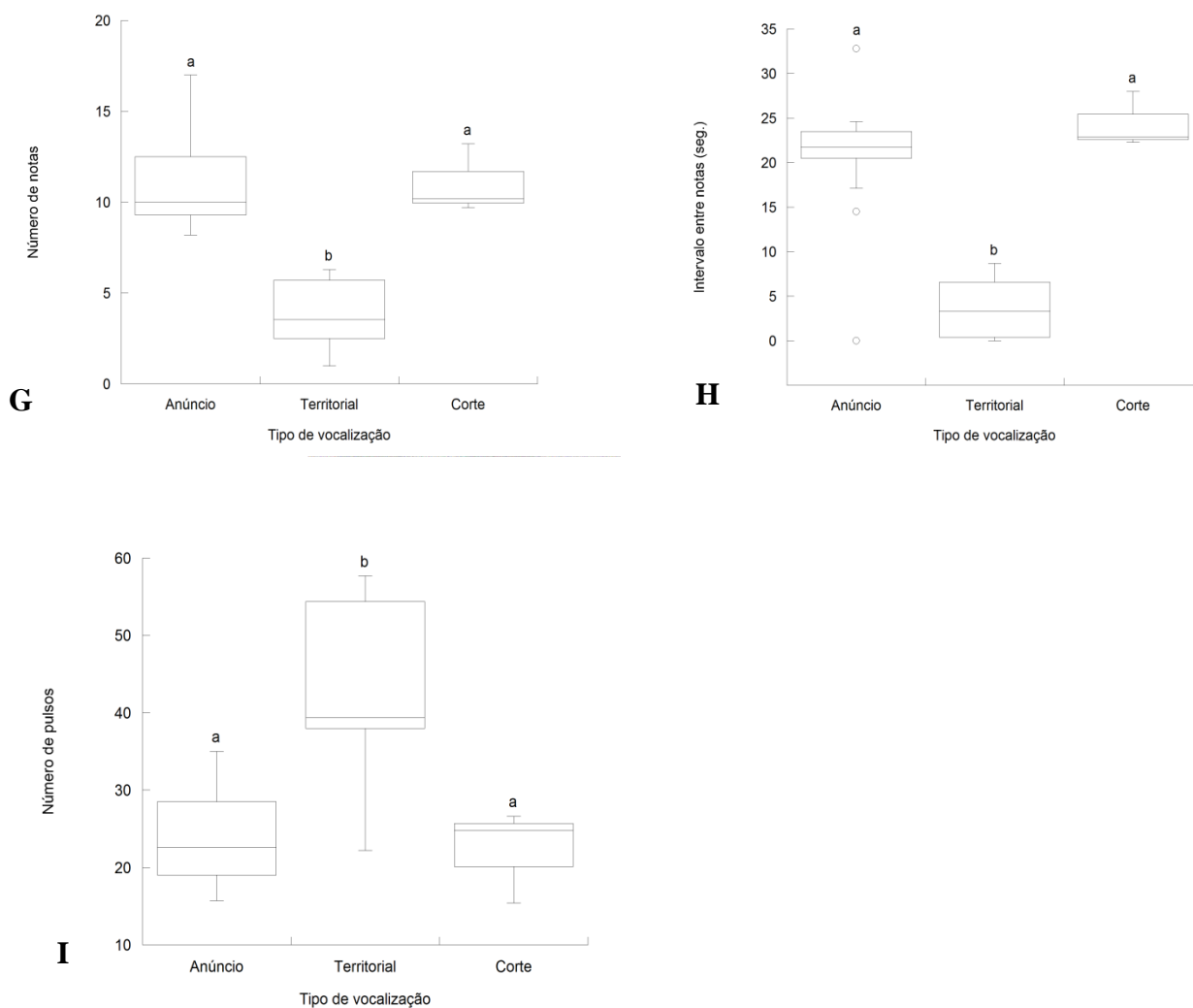


FIG.4.- Diferenças entre os três tipos de cantos (anúncio, territorial e corte) da espécie *S. prasinus* de acordo com os parâmetros físicos dos sons (A – Frequência mais baixa; B- Frequência dominante; C – Frequência inicial; D – Frequência final; E – Amplitude média; F – Duração da nota; G – Número de notas; H – Intervalo entre notas; I – Número de pulsos). As figuras Box-Whiskers apresentam as medianas e os intervalos interquartis; as barras representam a variabilidade fora das regiões interquartil superior e inferior e os os círculos são "outliers". Letras diferentes =  $P \leq 0.05$ ; letras iguais =  $P > 0.05$

### Influência dos fatores bióticos e abióticos no canto de anúncio de *S. prasinus*

A amplitude (dB) variou negativamente com o número de fêmeas presente no coro ( $n = 21$ ,  $r_s = -0.4557$ ,  $P = 0.0379$ , Tabela 2) e positivamente com o número de machos ( $n = 21$ ,  $r_s = 0.7482$ ;  $P = 0.0001$ , Tabela 2). A umidade relativa do ar ( $n = 21$ ,  $r_s = -0.5034$ ,  $P = 0.0200$ , Tabela 2) se correlacionou negativamente com a amplitude do canto de anúncio.

Foi encontrada uma correlação positiva entre o intervalo de notas com a massa corpórea do indivíduo ( $n = 21$ ,  $r_s = 0.4999$ ,  $P = 0.0210$ , Tabela 2) e a umidade relativa o ar ( $n = 22$ ,  $r_s = 0.4381$ ,  $P = 0.0470$ , Tabela 2). Os demais fatores abióticos e bióticos (temperatura e CRC) não se correlacionaram com o canto de anúncio em *S. prasinus*.

Tabela 2. – Correlação entre canto de anúncio, de *Sphaenorhynchus prasinus* e os parâmetros bióticos\* e abióticos\*\* na audiência.

Propriedades do canto	Umidade relativa do ar											
	CRC		Massa		Fêmeas		Machos		Temperatura		ar	
	$r_s$	$P$	$r_s$	$P$	$r_s$	$P$	$r_s$	$P$	$r_s$	$P$	$r_s$	$P$
Baixa frequência (Hz)	-0.1009	0.6635	-0.1662	0.4716	-0.3828	0.0867	-0.02426	0.9169	0.09234	0.6905	-0.1643	0.4767
Frequência dominante (Hz)	0.4036	0.8371	0.2469	0.2805	0.01348	0.9537	0.2422	0.2901	0.02489	0.9147	0.07328	0.7522
Frequência inicial (Hz)	-0.2660	0.2438	0.00723	0.9752	-0.05360	0.8175	0.1085	0.6397	0.2536	0.2674	-0.08785	0.7049
Frequência final (Hz)	-0.6852	0.1222	-0.1197	0.6051	0.2948	0.1946	0.1085	0.6397	0.2536	0.2674	-0.2583	0.2582
Amplitude média (dB)	-0.1932	0.4013	-0.1310	0.5715	-0.4557	<b>0.0379</b>	0.7482	<b>0.0001</b>	0.07034	0.7619	-0.5034	<b>0.0200</b>
Duração (ms)	0.1613	0.4847	-0.1414	0.5409	0.1245	0.5906	-0.3836	0.0861	-0.02610	0.9106	0.1734	0.4522
Número de notas	-0.102	0.6596	0.06579	0.7769	-0.2680	0.9082	-0.1008	0.6638	-0.2109	0.3587	-0.0006532	0.9978

(notas/canto)												
Intervalo entre notas (ms)	-0.1013	0.1115	0.4999	<b>0.0210</b>	-0.2679	-0.6354	-0.1935	0.4008	-0.4159	0.0608	0.4381	<b>0.0470</b>
Número de pulsos	-0.4222	0.9131	0.02862	0.9020	0.3752	0.0938	0.1919	0.4048	-0.1364	0.5555	0.05683	0.8067
(pulsos/notas)												

---

\*CRC, massa corpórea, número de machos e fêmeas sexualmente maduros;

\*\* Temperatura e umidade relativa do ar; estatística: correlação de postos de Spearman ( $r_s$ ); valores significativos:  $P \leq 0.05$ , em negrito.

A atividade vocal de *S. prasinus* ocorreu de janeiro a julho e em novembro e dezembro, não ocorrendo vocalizações nos meses de agosto, setembro e outubro, no sítio de canto estudado. Os picos de atividades ocorreram nos meses de fevereiro e março, com oito indivíduos vocalizando em cada mês. Foi observado que quanto menor a temperatura, menor o número de indivíduos vocalizando mensalmente ( $n = 12$ ,  $r_s = 0.7403$ ,  $P = 0.0078$ ). Houve também uma correlação positiva entre o número de machos vocalizando e a quantidade de fêmeas presentes ( $n = 12$ ,  $r_s = 0.8285$ ,  $P = 0.0013$ ), bem como o número de amplexos ( $n = 12$ ,  $r_s = 0.8780$ ,  $P = 0.0003$ ). Contudo, não houve correlação significativa com a quantidade de indivíduos vocalizando e a umidade relativa do ar ( $n = 12$ ,  $r_s = -0.0013$ ,  $P = 0.1928$ ).

Quanto ao sítio de canto, onde foram registrados os machos emitindo canto de anúncio, a preferência foi por folhas da macrofita aquática *Salvinia auriculata* (89.1%). Em alguns casos, contudo, a atividade foi registrada também em amontoados de vegetação e troncos flutuando na lâmina d'água do açude (10.9%). O coro era organizado a uma distância média da margem de  $2,3 \pm 1.1$  m e distância média de  $3,2 \pm 1.0$  m de um indivíduo macho para outro.

## Discussão

O canto de anúncio foi emitido independentemente da presença ou ausência de outro coespecífico no sítio de canto. Geralmente permaneciam no mesmo substrato durante o tempo observado, ou até cessar a atividade de canto e não buscavam ativamente (se deslocando no sítio) por fêmeas. Esse comportamento pode estar associado à territorialidade, como sugerido por Toledo e Haddad (2005). Entretanto, machos mudavam de posição, em movimento circular no mesmo substrato durante a noite, possivelmente aumentando a probabilidade de serem ouvidos por fêmeas, podendo aumentar o sucesso no acasalamento, e por outros machos, advertindo seus



vizinhos a respeito de sua posição no território ocupado, como comentado por Gerhardt et al. (1989) e Juncá (1998). Ao vocalizar a chamada de anúncio, os machos de *S. prasinus* permaneciam com a cabeça erguida e o saco vocal inflado. Essa postura pode auxiliar na propagação do som, e conseqüentemente, na delimitação do território, Rossa-Feres e Jim (2001) comentam que anuros que vocalizaram apoiados sobre o solo ou em vegetação flutuante em corpo d'água aumentam a competição por espaços acústicos, sendo importante essa postura para diminuir essa competição.

De forma espectral e estatística, o canto de anúncio de *S. prasinus* difere do descrito por Bokermman (1973) e assemelha-se ao descrito por Toledo et al. (2014a). Constituído de notas multipulsionadas, sendo similar a outras espécies do gênero, como, por exemplo, *S. mirim* (Lacerda et al. 2011), *S. surdus* (Toledo et al. 2007) e *S. palustres* (Nunes et al. 2007). Em relação aos demais parâmetros (frequência mais baixa, frequência dominante, número de notas e duração da nota) possui similaridade aos de *S. caramaschii*, *S. orophilus* e *S. pauloalvini* (Toledo et al. 2014a), espécies de CRC similar ao de *S. prasinus* (Toledo et al. 2007). McClelland et al. (1996) constatou que indivíduos com CRC similar possuem similaridades em seus parâmetros acústicos, o que justificaria a proximidade acústica de *S. prasinus* com estas três espécies pertencente ao mesmo gênero.

Diferentemente do canto de anúncio, o de corte em *S. prasinus* foi emitido apenas durante a presença de fêmea sexualmente madura precedendo o amplexo. Esta caracterização foi descrita por Wells (1977). O macho permanecia durante atividade de canto, posicionando-se de frente a fêmea, e vocalizando até o momento que ela se aproximava e permitia o amplexo. Outros autores também caracterizaram a vocalização de corte de acordo com esse contexto (Forti et al. 2010; Toledo et al. 2014b). Contudo, de forma audível e espectral, além de estatístico, o canto de corte de *S. prasinus* foi similar à vocalização de anúncio, essa similaridade pôde ser observada também

em *Epipedobates flavopictus* (Toledo et al. 2004), *Aplastodiscus perviridis* (Haddad et al. 2005) e *Hylodes phyllodes* (Hartmann et al. 2006), assim sugerimos que o canto de corte seja apenas uma variação do canto de anúncio. Wells (2007) diz que essa similaridade pode ser importante para evitar que machos alertassem a presença de uma fêmea a outros machos que possam interferir na reprodução.

Variações no canto de anúncio foram documentadas em algumas espécies de anuros (Martins e Jim, 2003; 2004; Baraquet et al. 2013; Bee et al. 2013; Grenat et al. 2013), bem como no gênero *Sphaenorhynchus*, onde foram registrados dois tipos de cantos de anúncio na espécie *S. palustres* (Lacerda e Moura, 2013), o que pode ser comum para o gênero. Martins e Jim, (2004) e Wells (2007) comentaram que essas variações podem estar atreladas ao contexto social da qual foram emitidas.

Em relação às chamadas territoriais de *S. prasinus* estas foram sempre emitidas na presença de um coespecífico também emissor, provavelmente com o objetivo de reduzir interações agonísticas que podem causar injúrias (Hermans et al. 2002; Nali e Prado, 2014), gasto energético (Robertson, 1986), e para limitar espaçamento no sítio de canto (Wells e Schwartz, 1984; Toledo e Haddad, 2005; Brunetti et al. 2015). O fato de vocalizar em direção a outro macho, e obter resposta com o mesmo tipo de canto está relacionado ao comportamento de combate vocal, mecanismo comum entre anfíbios anuros, especialmente entre hilídeos (Wells e Schwartz, 1984; Bastos e Haddad, 1995; Martins et al. 1998; Toledo e Haddad, 2005; Vilaça et al. 2011), servindo como advertência para o invasor (Wells, 1977). Tendo em vista que, não foram registradas interações agressivas durante a pesquisa, esse estudo sugere que assim com na espécie *Scinax rizibilis* (Bastos e Haddad, 2002), os machos de *S. prasinus* priorizam o comportamento vocal para o estabelecimento do território.

Foi encontrada diferença significativa do canto territorial com os demais cantos de *S. prasinus*, o que é comum em espécies da família Hylidae (ver exemplos em, Toledo e Haddad, 2005; Loebmann et al. 2008; Juncá et al. 2012; Brunetti et al. 2015), sendo importante para o reconhecimento e estabelecimento de território (Bee et al. 2001).

Os parâmetros relacionados à frequência (mais baixa, dominante e inicial) não apresentaram diferenças significativas. Gerhardt (1991), Tarano (2001) e Bee et al. (2001) categorizaram os parâmetros relacionados à frequência como "estáticos" devido à baixa variabilidade entre machos. Tal característica pode se revelar como um bom parâmetro taxonômico para *S. prasinus*, o que já é consolidado na literatura em relação a outras espécies (Duellman e Trueb 1994; Wells, 2007).

Apenas a amplitude e o intervalo entre notas do canto de anúncio variaram significativamente de acordo com os fatores bióticos e abióticos, em *S. prasinus*. Todavia, outras variáveis não mensuradas no presente estudo, como temperatura da água, pressão barométrica, velocidade do vento e fase lunar, também podem influenciar no canto (Oseen e Wassersug, 2002). Entretanto, o fato da amplitude do canto de anúncio de *S. prasinus* ter obtido uma alta correlação positiva com o número de machos vocalmente ativos no sítio de canto, teria por objetivo manter potenciais competidores afastados dos territórios ocupados, o que aumentaria o sucesso no acasalamento dos machos territorialmente bem sucedidos (Farris et al. 1997).

Contudo, fatores abióticos (temperatura) e bióticos (número de machos vocalizando e fêmeas sexualmente maduras) possuíram uma correlação positiva com a organização do coro sazonalmente, nos meses mais quentes do ano obtiveram-se picos de atividade vocal. Duellman e Trueb (1994) comentam que em anuros tropicais as atividades de canto aumentam com o aumento de temperatura e conseqüentemente o número de fêmeas sexualmente ativas, em busca

de machos para acasalar, tendo em vista que a temperatura do ambiente está diretamente relacionada à ectotermia nesses animais (Wells, 2007).

Em relação ao substrato de canto, *S. prasinus* foi encontrado vocalizando em microhabitat similar ao registrado por Bokermann (1973), compartilhando essas características com outras espécies do gênero: *S. lacteus* (Benício, et al. 2011), *S. palustris* (Nunes, et al. 2007), *S. pauloalvini* (Bokermann, 1973), *S. botocudo* (Lacerda et al. 2010). A distância média entre indivíduos vocalizando similar a espécie *S. mirim* (Lacerda et al. 2011), o que pode ser um padrão para o gênero, contudo, é necessário mais estudos com as demais espécies para confirmar a hipótese.

### Conclusão

Os dados aqui apresentados possuem resultados consistentes solucionando conflitos existente sobre a descrição do canto de anúncio descritas anteriormente por Bokermann (1973) e Toledo et al. (2014b). Além de obter resultados valiosos sobre a comunicação acústica e a influência de fatores abióticos e bióticos nos parâmetros acústicos do som de *S. prasinus*, contribuindo com informações sobre a história natural da espécie, auxiliando com elementos importantes para conservação de grupos taxonômicos sensíveis as mudanças ambientais.

### Literatura citada

Bastos, R.P. and 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., and C. F. B. Haddad. 1995. Vocalização e interações acústicas de *Hyla elegans* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva, *Naturalia* 20: 165–176.
- Baraquet, M., Salas, N.E., Martino, A. L. 2013. Advertisement Calls and Interspecific Variation in *Hypsiboas cordobae* and *Hypsiboas pulchellus* (Anura, Hylidae) from Central Argentina. *Acta Zoologica Bulgarica*, 65:479-486.
- Bee, M. A., Kozich, C. E., Blackwell, K. J. and Gerhardt, H. C. 2001. Individual variation in advertisement calls of territorial male green frogs, *Rana clamitans*: Implications for individual discrimination. *Ethology*, 107: 65 – 84.
- Bee, M. A., Suyesh, R. and Biju, S. D. 2013. Vocal Behavior of the Ponmudi Bush Frog (*Raorchestes graminirupes*): Repertoire and Individual Variation. *Herpetologica*. 69: 22-35.
- Benício, R. A., Silva, G. R., and Fonseca, M. G. 2011, *Amphibia*, Anura, Hylidae, *Sphaenorhynchus lacteus* (Daudin, 1800): First record of the genus and species for the state of Piauí, Brazil. *Check List*, 7: 196-197.
- Bokermann, W. C. A. 1973. Two new species of *Sphaenorhynchus* da Bahia Anura, Hylidae). *Brazilian journal of Biology*, 33: 589–594.
- Boatright-Horowitz S.L., Horowitz S.S. and Simmons A.M. 2000. Patterns of vocal interactions in a bullfrog (*Rana catesbeiana*) chorus: preferential responding to far neighbors. *Ethology* 106, 701-712.
- Brunetti, A.S E. , Taboada, C. and Faivovich, J. 2015. Extended Vocal Repertoire in *Hypsiboas punctatus* (Anura: Hylidae). *Journal of Herpetology*, 49: 46–52.
- Duellman, W.E. and Trueb, L. 1994. *Biology of Amphibians*. McGraw-Hill, New York.
- Farris, H. E., Forrest, T. G. and Hoy, R. R. 1997. The effects of calling song spacing and intensity on the attraction of flying crickets (Orthoptera: Gryllidae: Nemobiinae). *Journal of Insect Behavior*, 10, 639–653.

- Forti, L.R., Strüssmann, C. and Mott, T. 2010. Acoustic communication and vocalization microhabitat in *Ameerega braccata* (Steindachner, 1864) (Anura, Dendrobatidae) from Midwestern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* . 70: 211-216.
- Grammerstorff, G. 2007. Wer gibt den Ton an? *Video Aktiv Digital*. 3: 94-98.
- Gerhardt, H. C. 1991. Female mate choice in treefrogs: static and dynamic acoustic criteria. *Animal Behaviour*. 42: 615-635.
- Gerhardt, H.C., Diekamp, B. and Ptacek, M. 1989. Inter-male spacing in choruses of the spring peeper, *Pseudacris (Hyla) crucifer*. *Animal Behaviour*. 38:1012–1024.
- Grenat, P. R., Valetti, J. and A. Martino, A. L. 2013. Intra-specific variation in advertisement call of *Odontophrynus cordobae* (Anura, Cycloramphidae): a multilevel and multifactor analysis. *Amphibia-Reptilia*. 34: 471- 482.
- Hartmann, M. T., Hartmann, P. A. and Haddad, C. F.B. 2006. Vocal repertoire of *Hylodes Phyllodes* (Amphibia, Anura, Hylodidae). *Papeis avulsos de zoologia*. 46 :203-209.
- Haddad C.F.B., Faivovich J. and Garcia, P.C.A. 2005. The specialized reproductive mode of the treefrog *Aplastodiscus perviridis* (Anura: Hylidae). *Amphibia-Reptilia* 26:87–92.
- Hermans, K., Pinxten, R. and Eens, M. 2002. Territorial and vocal behavior in a captive dart-poison frog, *Epipedobates tricolor* Boulenger, 1899 (Anura: Dendrobatidae). *Belgian Journal of Zoology*. 132:105-109.
- Juncá, F. A. 1998. Reproductive biology of *Colostethus stepheni* and *Colostethus marchesianus* (Dendrobatidae), with the description of a new anuran mating behavior. *Herpetologica*. 54:377-387.
- Juncá, F. A., Napoli, M. F., Cedraz, J. and Nunes, Ivan. 2012. Acoustic characteristics of the advertisement and territorial calls of *Phyllodytes tuberculatus* Bokermann, 1966 (Amphibia: Anura: Hylidae). *Zootaxa* 3506: 87–88.

- Lacerda, J.V. A., Santana, D. J., Silva, E.T. and Feio, R. N. 2010. Amphibia, Anura, Hylidae, *Sphaenorhynchus botocudo* Caramaschi, Almeida and Gasparini, 2009: First state record and first record out of the type locality. Check List. 6: 242 – 243.
- Lacerda, J. V. A., Bilate, M. and Feio, R. N. 2011. Advertisement Call of *Sphaenorhynchus mirim* Caramaschi, Almeida and Gasparini, 2009, (Anura: Hylidae). South American Journal of Herpetology. 6:211-214.
- Lacerda, J.V. A. and Moura, M. R. 2013. Vocal repertoire of *Sphaenorhynchus palustris* (Anura, Hylidae), with notes on *S. botocudo*. Salamandra 49: 105–108.
- Lingnau, R. and Bastos, R. P. 2007. Vocalizations of the Brazilian torrent frog *Hylodes heyeri* (Anura: Hylodidae): Repertoire and influence of air temperature on advertisement call variation. Journal of Natural History. 41 (17-20): 1227-1235.
- Loebmann, D., Zina, J., Araújo, O. G. S., Toledo, L. F., Haddad, C. F. B. 2008. Acoustic Repertoire of *Hypsiboas exastis* (Caramaschi and Rodrigues, 2003) (Amphibia, Hylidae). South American Journal of Herpetology. 3: 96-100.
- Machado I.C., Lopes A.V., Porto K.C. and Coutinho, R.Q. 1998. Ecological Reserve of Two Brothers: studies in a remnant of Atlantic forest in urban area (Recife-Pernambuco-Brazil). Recife: Ed. Universitária da UFPE. Brazil.
- Martin, P. and Bateson, P. 1986. Measuring behavior. An introductory guide. Cambridge, Cambridge Univ. Press.
- Martins, M and Haddad, C.F.B. 1988. Vocalizations and reproductive behaviour in the Smith frog, *Hyla faber* Wied (Amphibia; Hylidae). Amphibia-Reptilia, 9:49-60.
- Martins, I. A. and Jim, J. 2003. Bioacoustic analysis of advertisement call in *Hyla nana* and *Hyla sanborni* (Anura, Hylidae) in Botucatu, São Paulo, Brazil. Brazilian Journal of Biology. 63: 507-516

- Martins, I. A. and Jim, J. 2004. Advertisement call of *Hyla jimi* and *Hyla elianeae* (Anura, Hylidae) in the Botucatu Region, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 64: 645-654.
- Martins, M., Pombal, J. P. and Haddad, C. F.B. 1998. Escalated aggressive behaviour and facultative parental care in the nest building gladiator frog, *Hyla faber*. *Amphibia-Reptilia* 19:65-73.
- McClelland, B. E., Wilczynski, Walter and Ryan, M. J. 1996. Correlations between call characteristics and morphology in male cricket frogs (*Acris crepitans*). *The Journal of Experimental Biology* 199: 1907–1919.
- Murphy, C. G. and Floyd, S.B. 2005. The effect of call amplitude on male spacing in choruses of barking treefrogs, *Hyla gratiosa*. *Animal Behaviour*. 69:419–426.
- Nali, R. C. and Prado, C. P. A. 2014. The fight call of *Bokermannohyla ibitiguara* (Anura: Hylidae): first record for the genus. *Salamandra* 50: 181–184.
- Nunes, I., Fusinato, L. A. and Cruz, C.A. G. 2007. The tadpole and advertisement call of *Sphaenorhynchus palustris* Bokermann, 1966 (Amphibia, Anura, Hylidae). *South American Journal of Herpetology*. 2: 123-128.
- Ossen, K.L. and Wassersug, R. 2002. Environmental factors influencing calling in sympatric anurans. *Oecologia* 133: 616-625.
- Plăiașu, R., Hartel, T., Băncilă, R. I. and Cogălniceanu, D. 2005. The use of digital images for the individual identification of Amphibians. *Studii și Cercetări. Biologie*. 10: 137-140.
- Robertson, J. G. M. 1986. Male territoriality, fighting and assessment of fighting ability in the Australian frog *Uperoleia rugosa*. *Animal Behaviour*. 34:763–772.
- Rossa-Feres, D. C. and Jim, J. 2001. Similaridade do sítio de vocalização em uma comunidade de anfíbios anuros na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 18: 439 – 454.



- Santos, E. M. and Moura, G. J. B. 2009. Geographic distribution: *Sphaenorhynchus prasinus*. Herpetological Review 40: 362–363.
- Tárano, Z. 2001: Variation in male advertisement call in the neotropical frog *Physalaemus enesevae*. Copeia 2001(4): 1064–1072.
- Toledo, L. F. and Haddad, C.F. B. 2005. Acoustic Repertoire and Calling Behavior of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). Journal of Herpetology. 39:455-464.
- Toledo L.F., Guimarães L.D., Lima L.P., Bastos R.P., Haddad, C.F.B. 2004. Notes on courtship, egg-laying site, and defensive behavior of *Epipedobates flavopictus* (Anura: Dendrobatidae) from two mountain ranges of central and southeastern Brazil. Phyllomedusa 3:145–147.
- Toledo, L. F., Garcia, P. C. A., Lingnau, R. and Haddad, C. F. B. 2007. A new species of *Sphaenorhynchus* (Anura; Hylidae) from Brazil. Zootaxa 1658: 57–68.
- Toledo, L. F., Llusia, D., Vieira, C. A., Corboa, M. and Márquez, R. 2014a. Neither convergence nor divergence in the advertisement call of sympatric congeneric Neotropical treefrogs. Bioacoustics. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1080/09524622.2014.926831> em 03 janeiro 2015.
- Toledo, L.F., Martins, I. A., Bruschi, D. P., Passos, M. A., Alexandre, C. and Haddad, C. F. B. 2014b. The anuran calling repertoire in the light of social context. Disponível em [doi:10.1007/s10211-014-0194-4](http://dx.doi.org/10.1007/s10211-014-0194-4) em 03 Janeiro 2015.
- Vieira, K. A. 2010. Phylogenetic analysis of *Sphaenorhynchus* Tschudi, 1838 (Anura: Hylidae). Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Zoologia. 120p. Porto Alegre RS.
- Vilaça, T. R. A., Silva, J. R.S. and Solé, M. 2011. Vocalization and territorial behaviour of *Phyllomedusa nordestina* Caramaschi, 2006 (Anura: Hylidae) from southern Bahia, Brazil. Journal of Natural History. 45: 1823–1834.

Wagner Jr, W.E.1989. Graded aggressive signals in Blanchard's cricket frog: vocal responses to opponent proximity and size. *Animal Behaviour* 38, 1025-1038.

Wells, K.D. 1977: The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour*. 25: 666-693.

Wells, K. D. 2007. *The Ecology and Behavior of Amphibians*. University of Chicago Press, Chicago.

Wells, K.D. and Schwartz , J.J. 1984. Vocal communication in a neotropical treefrog, *Hyla ebraccata*: aggressive calls. *Behaviour*. 91: 128-145.

## ANEXO

### Normas do periódico

Herpetologica and Herpetological Monographs Instructions for Authors – 2015a

#### RECENT CHANGES

- Beginning with the March 2015 issue, changes to the trim size and format of both *Herpetologica* and *Herpetological Monographs* have necessitated changes to the Instructions for Authors. Prospective authors should follow the entire set of new guidelines given below. References cited in these instructions are available at the end of this document.
- Published pages other than the title page will have running heads—the left running head lists the author surname(s), whereas the right running head provides an abbreviated title.

#### GENERAL INFORMATION

*Herpetologica* and *Herpetological Monographs* publish original papers dealing largely or exclusively with the biology of amphibians and reptiles. Manuscripts are especially encouraged that quantitatively test important hypotheses, address important theoretical issues, and carefully analyze the diversity, systematics, and evolution of amphibians and reptiles. *Herpetologica* publishes manuscripts that are approximately 35 or fewer pages, including title, text, appendices, tables, figures, and captions. [The total page count of 35 manuscript pages does not include files that will be supplemental online-only files]. *Herpetological Monographs* publishes manuscripts that are longer than 35 manuscript pages.

*Herpetologica* and *Herpetological Monographs* do not publish notes or short communications, although short manuscripts may be considered for *Herpetologica* by the Editor on a case-by-case basis. Submitted manuscripts will be evaluated for the appropriateness of the topic for the journal and on their scientific merit, including the importance of hypotheses or theories addressed and quality of the experimental design and writing.

Authors are accountable for legal and proper acquisition and use of study animals. Therefore, the corresponding author should indicate in a submitted cover letter that all contributors observed appropriate ethical and legal guidelines and regulations. Applicable guidelines and regulations include: (1) the ASIH-HL-SSAR Guidelines for Use of Live Amphibians and Reptiles in Field Research (Beaupre 2004); (2) state, federal, and international laws concerning the collection and transport of live or preserved specimens; (3) legal acquisition of animals from reputable dealers; and (4) Institutional Animal Care and Use Committee approval for the care of animals and study procedures used (OLAW 2002). All relevant permit and protocol numbers should be cited in both the cover letter and Acknowledgments of the manuscript). Submitted studies that deviate from acceptable practices are subject to rejection.

#### MANUSCRIPT SUBMISSION AND PROCESSING

Manuscripts must be submitted electronically using the online submission system:

For *Herpetologica*: <http://www.edmgr.com/herpetologica/> For *Herpetological Monographs*:  
<http://www.edmgr.com/herpmonographs/>

In preparing the manuscript and graphics, follow the guidelines given below. Manuscripts ready for submission should be uploaded in MSWord (\*.doc or \*.docx) or rich text format (\*.rtf). Manuscripts can also be uploaded as PDF files, but these must be accompanied by the file(s) originally generated with word-processing software. If any figures accompany the manuscript, each must be uploaded as a graphics file separately from the manuscript text file and should be in TIFF, GIF, JPG, Postscript, or EPS format (not as PDF). All figures should be in order and clearly labeled. Captions for any figures should be provided in the manuscript file only. Authors should retain a copy of the original manuscript file and all original artwork and photographs until the review and decision process is complete.

Authors who have attractive or interesting images (such as photographs or photographs overlaid with data figures) that relate to their manuscripts may suggest their use on the cover of the journal. Mention such images in the cover letter accompanying the manuscript submission, or submit images to the Editor for consideration.

We also encourage submission of supporting material associated with a manuscript to an online database or repository; whenever possible, accession or catalog numbers for such materials should be given in the manuscript. The supporting material should not be essential for inclusion in the manuscript, but should be beneficial to readers. Examples of such materials include more detailed methods, data sets, additional tables or figures (including color images), video and audio files, etc. Allen Press (AP; our publisher) provides an online repository, as do other web sites such as GenBank, Dryad, etc. For additional information about preparing or submitting supplementary information, please contact the Editor.

### Pre-publication Verification of Figures

Allen Press offers complimentary access to figure-verification software online—Allen veriFig™ v12.04 allows editors and authors to quickly determine if digital images are correctly prepared for production according to AP publication specifications. Navigate your web application to <http://verifig.allenpress.com> and log in with an email address and password (“figcheck”). There, authors can submit multiple files and receive a report that provides details about the resolution, figure size, fonts, and color mode of the files. For additional information about using veriFig, consult the Guide to Allen veriFig in the Education Library on the AP website (<http://allenpress.com/resources/library>), or click on the Contact Help Desk link on the veriFig login page.

### Reprints, Proofs, and Revisions

Once accepted manuscripts have been typeset, page proofs are sent to the corresponding author prior to publication. The corresponding author should distribute the proofs to coauthors. Each author should carefully check the proofs against the edited manuscript. The authors assume all responsibility for detecting errors at this stage. Revision of content, wording, or style should not be made in the proofs; all such revisions should be made prior to the proofing stage. Authors will be invoiced for charges resulting from changes in proofs other than correction of printer’s and editor’s errors.

Reprints and high-quality PDF files of articles may be purchased from AP, using information provided to the corresponding author at the time that page proofs are received.

**Publication Charges.**—Authors who are current members of the Herpetologists' League (HL) are requested to pay page charges of \$25<sup>00</sup> per printed page up to 15 pages, and \$75<sup>00</sup> per printed page beyond 15 pages. Authors who are not members of HL are required to pay full page charges of \$75<sup>00</sup> per page of published article. In the case of multi-authored papers, at least one of the authors must be a member of HL before a manuscript is finally accepted in order to be eligible for the reduced page charges for members. All authors are assessed costs for any special handling that may be required for their illustrations, such as color photographs. The charge is \$450<sup>00</sup> for each page containing color content. Color figures may be published online at no charge.

Authors may opt to purchase “Open Access” for their article. For HL members, the price for open access is \$2,000<sup>00</sup> per article. For non-members, the price is \$2,500<sup>00</sup> for open access.

Open access fees are paid in lieu of page charges; that is, authors will pay either open access fees or page charges, but not both.

## MANUSCRIPT PREPARATION

Herpetologica and Herpetological Monographs do not follow a published style manual. For specific guidance on preparing the manuscript, follow the instructions given here. For additional examples of appropriate formatting and style, see recent (2015) issues of Herpetologica or Herpetological Monographs, or contact the Editor.

### Overall Document Format

All manuscripts must use American English spelling and grammar conventions. Use active voice consistently throughout the manuscript. Submit the manuscript as a Word (\*.doc or .docx) or rich text format (\*.rtf) document, having the following format:

- North American letter page size (8.5 by 11 inches; 21.6 by 27.9 cm).
- Portrait page orientation unless landscape orientation is needed to accommodate wide tables or figures.
- 1 inch (2.5 cm) margins on all sides.
- 12 point font size.
- Double-spacing throughout entire manuscript (including literature cited, table and figure captions, and table contents).
- Each paragraph indented 0.5 inch.
- Continuous line numbers.
- Left-justification.
- No additional spaces or line breaks between paragraphs. • No automatic hyphenation.
- All pages, including tables and figure captions, labeled in the upper right-hand corner with the author's name and page number (e.g., using the header function in wordprocessing application).
- If an author submits a supplemental file that will be posted online only, the file must be in final format. Neither the editorial staff nor AP will make any changes to the content or format of the supplemental file. If the article is accepted, the supplemental file will be posted online "as is."

## MANUSCRIPT SECTIONS AND FORMATTING

Manuscripts are usually arranged in the following order: title page, abstract and key words, narrative text (usually with sections described below), literature cited, appendices, tables, figure captions (figures are submitted as separate files, discussed below).

**Title Page.**—Include the title, author's name(s), and author's address(es), and a right running head; no periods at the end of any line.

- Title centered, bold-faced, in title format (no full-caps); title should be brief and informative (ideally  $\leq 15$  words)
  - If included, genus and species names should be italicized and standard common names should be treated as plural proper nouns (i.e., capitalized).
- Author names are centered, in small caps and title case (i.e., first letter of each name in large cap, remaining letters in small caps), with commas appearing outside any superscripts (if used).

o Multiple author names should be matched to addresses by superscript numbers, with no space between author name and superscript number or between superscript numbers.

o E-mail address of corresponding author and any address changes noted by superscript number.

- Addresses are centered, with major words capitalized and postal codes used for states; country names are used; no periods in state and country abbreviations.
- Footnotes are used to designate present address and correspondence e-mail address. o Indented, with space between superscripted number and first word of footnote o Small caps, no underline or hyperlink, hyphen in “e-mail”
- The right running head should be an abbreviated title for the manuscript that does not exceed 70 characters, including spaces. o Skip a line after address/footnotes and begin indented line with “RRH:” followed by the text for the running head in small caps and title case (i.e., first letter of each major word in large cap, remaining letters in small caps).
- Sample title page:

**Effects of Population Density on Patterns of Movement and Behavior of Gopher Tortoises**  
**(Gopherus polyphemus)**

CRAIG GUYER<sup>1</sup> , VALERIE M. JOHNSON<sup>2</sup> , AND SHARON M. HERMANN

Department of Biological Sciences, Auburn University, Auburn, AL 36849, USA

<sup>1</sup> CORRESPONDENCE: e-mail, [guyercr@auburn.edu](mailto:guyercr@auburn.edu)

<sup>2</sup> PRESENT ADDRESS: US Geological Survey, Western Ecological Research Center, 6924  
Tremont Road, Dixon, CA 95687, USA

RRH: BEHAVIORAL ECOLOGY IN GOPHERUS

**Abstract.**—The abstract follows the author’s name and address. It should state the major points of the paper as clearly and concisely as possible without referencing the text, and without in-text citations or detailed statistical results. The abstract heading should be indented and in

small caps, followed by a colon—e.g., “ABSTRACT: Patterns of habitat selection ...”). A second abstract in any modern language may be included.

**Key words.**—Key words separate the abstract from the introduction. They are used for indexing the article, and hence should identify the major aspects of the manuscript, such as the study location, organism, subfield, important methods or variables, or theory addressed. Close attention should be given to choosing key words because they will be used to index the article in online databases that are used by potential readers to find the article. Key words should not include any words or phrases appearing in the manuscript title.

- The phrase “**Key words:**” is indented and set in bold (including the colon); key words are listed in alphabetical order, and each word or phrase is separated by a semicolon; only the initial word in each phrase is capitalized.
- Example: “**Key words:** Density dependence; Home range; Overlap; Reproductive costs”

**Body of the manuscript.**—The text should begin after the key words. The text usually includes sections for the introduction (without a heading), materials and methods, results, discussion, and acknowledgments. However, some manuscripts work best with a different arrangement of sections (e.g., separate headings for multiple experiments if they use substantially different methods from one another); authors should use their best judgment in this matter.

- Introduction: No heading used for this section; first word in large and small caps; if first word is short then also use small caps for second word (e.g., DEFENSIVE behaviors ..., ENERGY use ..., VIPERID snakes ..., A METHOD for ..., THE THEORY that ..., ONE CONCEPTUAL framework ..., etc.).
- Headings: Three levels of headings are allowed.
  - Primary: Centered, in small caps and title case (i.e., each major word begins with a capital letter and all other letters are small caps—e.g., “MATERIALS AND METHODS”)
  - Secondary: Centered, in title case (i.e., each major word capitalized—e.g., “Genetic Divergence and Monophyly Tests”)
  - Tertiary: Indented, bold-faced, sentence case (i.e., only first word begins with a capital letter), followed by a period and em dash—e.g., “Mountain area.—This site is...”)
- Sample headings:

## MATERIALS AND METHODS

Experimental Condition 1: *Anaxyrus americanus* Collection and maintenance.—We collected 50 adults of ...

- Acknowledgments: The narrative ends with the acknowledgments.
  - Use a tertiary heading and be as concise as possible
  - Use initials instead of first names for individuals
  - Example: “Acknowledgments.—We thank K. Wadsworth...” not “Acknowledgements.—We would like to thank Katherine N. Wadsworth....”)

**In-text citations and the Literature Cited section.**—The Literature Cited section follows the acknowledgments. All in-text citations, including those of taxonomic authorities, must be provided in the Literature Cited section, and all references in the Literature Cited section must be cited

somewhere in the manuscript. Confirm that dates and spelling of in-text citations correspond with the Literature Cited entries. Authors should adhere to the entire set of guidelines that follows.

#### Guidelines for in-text citations

- o Limit citation strings to three or four key references.
- o Whenever possible, place citations at the end of the sentence rather than interspersed between phrases.
- o Do not use formatted text (no bold, italics, etc.).
- o Cite references in chronological order, using a semicolon to separate citations by different authors—e.g., “(Smith 1975; Jones 1987).” Use a comma only to separate multiple citations by the same author—e.g., “(Wallace 1858a,b; Mayr 1985, 1993).”
- o Provide surnames for up to two authors—e.g., “(Gould and Vrba 1982).” For three or more authors, provide the surname of the first author, followed by "et al."—e.g., “(Williams et al. 1963).” Note that et al. is not italicized.
- o Papers accepted for publication should be cited as “(Smith, in press)” and placed in the Literature Cited.
- o Do not cite "unpublished data." Instead, observations, data, or manuscripts that have not been accepted or published should be cited as personal observations—e.g., “(A.B. Clark, personal observation)”—and should not appear in the Literature Cited.
- o Non peer-reviewed sources such as meeting abstracts and most web sites should be avoided. Dissertations and theses should be cited, unless the information has also been published in a peer-reviewed source.
- o For all commercial software mentioned in the text, specify the version and publisher/source—e.g., “SPSS (v13.0, SPSS Inc., Chicago, IL).” Where appropriate, provide a citation in the text—e.g., in the case of Program MARK “(White and Burnham 1999)”—and give the full reference in the Literature Cited section.
- o For commercial equipment provide the model and manufacturer—e.g., “Thermochron iButton DS1921 Kit (Maxim Integrated).” Do not include these references in the Literature Cited section.
- o Peer-reviewed electronic resources should be cited in the same manner as paper-based ones.
- o For web sites not subject to peer review, use WebCite® (a free service) to archive the web site first: Enter the URL you want to cite at [www.webcitation.org](http://www.webcitation.org). The system generates a "snapshot" of the webpage for future access. Then, cite as you would other sources. See below for how to format the reference in the Literature Cited section.
- o If taxonomic authorities are cited, be careful to use parentheses around the name or just the year as needed, because parentheses around the author and year indicate that the species was originally described as part of a different genus.

#### • Guidelines for the Literature Cited section

This section is a frequent source of errors in formatting. Follow all format instructions and examples below, and confirm that all included entries are cited within the body of the manuscript, or a table/figure/appendix. Check a recent issue (2015) or contact the Editor if anything remains unclear.

- o Do not use bold, underlined, or italicized text other than for scientific names.
- o Do not use manual line breaks or tabs. Instead, use the ruler in a word-processing application to create hanging indents.



- o List single-author references first in alphabetical order, two-author references next in alphabetical order, and then references with three or more authors in chronological order regardless of the number of authors.

- o An in-text citation of “(Smith 2001a,b)” should be listed in the Literature Cited in the same order, with “a” and “b” following the year. Because Smith 2001a is cited prior to Smith 2001b, that dictates the order listed in the Literature Cited section.

- o Author names should be presented as “Smith, A.B.” Spell out all author surnames, even if they are repeated from a previous reference. For all references with more than one author, the last author’s name should be preceded by “and” (no comma).

- o If an author name includes a generational title (e.g., Jr., III, etc.) those suffixes should be included in Literature Cited entries only (not in-text citations)—e.g., “Brodie, E.D., III and E.D. Brodie, Jr. 1999. Costs of exploiting poisonous prey:...”

- o Follow author names with the year of publication—e.g., “Darwin, C. 1859.” If you cite a reprinted version, indicate this by listing both years, giving the reprint date within brackets—e.g., “Gates, D.M. 1980 [reprinted 2003].” For articles that are accepted, state “In press” in place of the year and provide the journal name after the article title—e.g., “Smith, A.B. In press. How green is your frog? Herpetological Miscellanea.”

- Formatting for most common types of references

- o Article in a print journal

- § Provide the names of journals in full. Do not include issue numbers. Separate page numbers with an en-dash, not a hyphen.

- § Example:

May, P.G., and T.M. Farrell. 2012. Growth patterns of Dusky Pygmy Rattlesnakes

(*Sistrurus miliarius barbouri*) from central Florida. *Herpetological Monographs* 26:58-79.

- o Article in an online-only journal

- § Follow the format above, but also provide the digital object identifier (DOI) for the article.

- § Example:

Linkem, C.W., and R.M. Brown. 2013. Systematic revision of the *Parvoscincus decipiens*

(Boulenger, 1894) complex of Philippine forest skinks (Squamata: Scincidae: Lygosominae) with descriptions of seven new species. *Zootaxa* 3700:501–533. DOI:

<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3700.4.1>

- o Chapter in a book

- § After chapter title (sentence case), list pages, book title (title case), and then the editor(s); provide the publisher and publication country, but not the city or state.

- § Example:

McDiarmid, R.W., and R. Altig. 2010. Morphology of amphibian larvae. Pp. 39– 53 in *Amphibian Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques* (C.K. Dodd, Jr., ed.). Oxford University Press, UK.

- o Books

- § Provide complete title (title case), publisher, the publication country, but not the city or state.

- § Edited book example:

- Gans, C., A.d'A. Bellairs and T.S. Parsons (eds.). 1969. *Biology of the Reptilia*, Volume 1, Morphology A. Academic Press, USA.
  - § Book example: Stebbins, R.C., and N.W. Cohen. 1995. *A Natural History of Amphibians*. Princeton University Press, USA.

- o Thesis or dissertation

- § Indicate the degree and university; include state only when needed to distinguish university from others with similar names.

- § Example:

- Magnusson, W.E. 1978. *Nesting Ecology of Crocodylus porosus* Schneider, in Arnhem Land, Australia. Ph.D. dissertation, University of Sydney, Australia.

- o Software

- § Provide a named citation to the definitive description of the software, if given in the text.

- § Example:

- White, G.C., and K.P. Burnham. 1999. Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46(Supplement):120–138.

- Cite non peer-reviewed technical reports only when unavoidable.

- § Example:

- Reed, R.N., and G.H. Rodda. 2009. *Giant Constrictors: Biological and Management Profiles and an Establishment Risk Assessment for Nine Large Species of Pythons, Anacondas, and the Boa Constrictor*. Open-File Report 2009–1202. U.S. Geological Survey, USA.

- o Cite non peer-reviewed print media only when unavoidable.

- § Example:

- Guam Economic Review. 1998. Statistical highlights. *Guam Economic Review* 20:11–32.

- o For citations of web sites, use WebCite® ([www.webcitation.org](http://www.webcitation.org)) to archive the web site. Provide the citation, followed by the archival site provided by the service.

§ Example:

Frost, D.R. 2004. Amphibian species of the world: An online reference. American

Museum of Natural History, USA. Available at

<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Archived by WebCite at

<http://www.webcitation.org/T8g8UVs14> on 4 July 2011.

- If using a citation management software application when incorporating literature into your manuscript (e.g., EndNote, ProCite, etc.), be certain to remove the field codes that these applications often generate within the manuscript file.

- Additional sample references (more examples can be found at end of this document):

AmphibiaWeb. 2014. AmphibiaWeb: Information on amphibian biology and conservation.

University of California, USA. Available at <http://amphibiaweb.org/>. Archived by WebCite at

<http://www.webcitation.org/6Q3XzbHVB> on 3 June 2014.

Baird, T.A. 2004a. Reproductive coloration in female collared lizards, *Crotaphytus collaris*, stimulates courtship by males. *Herpetologica* 60:337–348.

Baird, T.A. 2004b. Natural history notes: *Crotaphytus collaris* (homing after displacement).

*Herpetological Review* 35:167.

Corn, P.S., and R.B. Bury. 1990. Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles.

USDA Forest Service Pacific Northwest Research Station, General Technical Report PNW-GTR-256. United States Department of Agriculture, USA.

Gans, C., A.d'A. Bellairs and T.S. Parsons (eds.). 1969. *Biology of the Reptilia, Volume 1, Morphology A*. Academic Press, USA.

Greene, H.W. 1997. *Snakes: The Evolution of Mystery in Nature*. University of California Press, USA.

Peterson, J.C., J.C. Adamski, R.W. Bell, J.V. Davis, S.R. Femmer, D.A. Freiwald, and R.L.

Joseph. 1998. *Water Quality in the Ozark Plateaus, Arkansas, Kansas, Missouri, and Oklahoma:*

1992-95. Circular 1158. United States Geological Survey, USA.

- Savitzky, A.H. 1974. The Relationships of the Xenodontine Colubrid Snakes Related to *Ninia*. M.S. thesis. University of Kansas, USA.
- Shine, R. 1993. Sexual dimorphism in snakes. Pp. 49–86 in *Snakes: Ecology and Behavior* (R.A. Seigel and J.T. Collins, eds.). McGraw-Hill, USA.
- Shine, R., and D.J. Slip. 1990. Biological aspects of the adaptive radiation of Australasian pythons (Serpentes: Boidae). *Herpetologica* 46:283–290.

**Appendices.**—Detailed information not essential to the text should be placed in appendices, which follow the Literature Cited section. When used, APPENDIX (with Roman numerals I, II, III, only when needing more than one) is set as a primary heading. A secondary heading such as “Specimens Examined” may follow the primary heading.

#### Citing Tables and Figures in the Text

In addition to the guidelines below, see examples of published tables and figures in a recent issue of *Herpetologica* or *Herpetological Monographs*.

- Capitalize but do not abbreviate the word “Table”.
- Capitalize and abbreviate the word “figure”—e.g., “(Fig. 1)”; except spell out at the beginning of a sentence.
- When two figures or tables are referenced, use a comma to separate numbers—e.g., “(Tables 2, 3; Figs. 6, 7).”
- When a range of figures or tables are referenced, use an en dash—e.g., “(Tables 2–4; Figs. 6–9).”

**Tables.**—Each table should be double-spaced and start on a new page. The table caption should follow the table number and should be on the same page as the table. Captions should not be indented, and should begin with the table number in small caps, followed by a period and an em dash (see example below).

In the table content, only the initial letter of the first word is capitalized (e.g., “Grand mean”). Use horizontal lines only above and below the column headers (1st row) and at the end of the table, to isolate column labels if needed, and where subgroups of columns require additional clarification. Do not use vertical lines within the table or place a plot frame around its content. Footnotes (indicated by superscripted symbols or numbers) may follow table content when detailed information is needed; the footnotes are placed below the table and are indented.

- Sample table:

TABLE 1.—Number of female and male first authors publishing in three of the subdisciplines covered by North American herpetological journals. P-values are based on Chi-square

comparisons between genders within time periods. [Note the formatting details, such as use of horizontal lines, indented footnote, etc.].

**Figures.**—Figure captions should appear on a separate page following the tables. An electronic file of each figure should be submitted along with the manuscript. Figures should not be pasted as images into the Word file. In preparing graphics, follow the guidelines from Allen Press (summarized below). Before submission, authors should print figures and inspect them for clarity and size.

- Figure captions

- o Grouped together on separate page following the tables, indented, double spaced, with two lines of space between captions

- o The word “FIG.” is abbreviated in small caps, followed by number, period, em dash with no spaces, and then the rest of the legend—e.g., “FIG. 1.—Mean weekly temperatures...”

- o Caption content: Be brief, but provide enough content to allow the interpretation of the figure independent of the manuscript narrative.

- Figure graphics

- o In preparing graphics, follow the guidelines below and those provided by Allen Press ([http://allenpress.com/system/files/pdfs/library/apmk\\_digital\\_art.pdf](http://allenpress.com/system/files/pdfs/library/apmk_digital_art.pdf), or go to [www.allenpress.com](http://www.allenpress.com), then link to Resources, Education Library, How-To Guides, Guide to Digital Art Specifications). Use VeriFig application to confirm suitability.

§ Key specifications: grayscale or color images at 300 dpi, line art at 1200 dpi, combination of both at 600 dpi, CMYK color (RGB files are accepted but will be converted to CMYK and may undergo color shifts), TIFF or EPS format or native files for several common applications (e.g., Acrobat, Illustrator, Photoshop, Corel Draw, and others). Be certain to check colors carefully because changing color mode can alter their appearance.

- o If a figure includes more than one image or panel, then the images should be arranged together in one electronic file, with adjacent images butted together, and each image identified by a letter (A, B, C). Each image or panel should be identified clearly in the figure caption.

- o Figures should be planned to fit the width of one or two columns in *Herpetologica* or *Herpetological Monographs*. Authors should insure that lines are one point thick, fonts and symbols are 1.5–2.0 mm high, and decimals are visible after reduction. Overlapping symbols should be counter-shaded (i.e., surround each overlapping solid black symbol with a 1 point thick white line).

- o Plot frames should not surround any type of figure except a map, which should always be surrounded by a frame having indications of latitude and longitude. If a legend to symbols or shading is included within a figure, then it can be set within a small frame.

- o Include a scale to indicate distance or size when appropriate.

- o All axes of graphs should be labeled, with a larger font size used for major labels than for minor labels or quantitative values.

- o Abbreviations on figures should follow the conventions given in these instructions, such as for measurement units and statistical abbreviations (detailed below).

**Footnotes.**—Footnotes are used only to denote present address of an author, e-mail address for correspondence, and to clarify content of tables. Other footnotes should be avoided.

## GENERAL STYLE AND USAGE GUIDELINES

This section provides general guidance for common word usage, style, punctuation, the use of numbers and mathematical symbols, abbreviations, etc. Authors are encouraged to review examples provided in Toft and Jaeger (1998) for appropriate narrative style.

### Scientific and Standard Names

Standard English names are capitalized, given as plural nouns (de Quieroz 2011) and should follow the nomenclature of Crother (2012). Scientific names that are valid under the International Code of Zoological Nomenclature (<http://www.iczn.org>) may be used as needed for each paper. In formatting scientific names, the genus is capitalized and italicized; the specific epithet is lower case and italicized (e.g., *Drymobius margaritiferus*). Unless the binomial is used at the start of a sentence, the genus can be abbreviated after first use (e.g., *D. margaritiferus*) unless another genus is mentioned that starts with the same letter.

### Avoid Common Errors in Word Usage

- Affect vs. effect: “Affect” is usually used as a verb and means “to influence, or have an effect on” whereas “effect” is usually used as a noun that means an outcome or result.
- Because vs. since vs. due to: “Because” usually means “for the reason that,” whereas “since” usually means “from a time in the past,” whereas “due to” implies something that is owed.
- Data: The word “data” is plural; “datum” is singular—e.g., “The data are presented; the data showed that...”; not “The data is...”
- Different from vs. different than: “Different from” is usually preferable, as that usage is consistent with how the word “differ” is typically used (e.g., Item A differs from Item B).
- Farther vs. further: “Farther” indicates a physical or measurable distance; “further” indicates a figurative distance, such as in advancing, elaborating, or developing an explanation or argument.
- Indicate vs. suggest: Data or results “indicate” whereas authors “suggest.”
- Infer vs. imply: “Infer” means to deduce or conclude; “imply” means to hint or suggest.
- May vs. might: When not meaning the fifth month of the year, “may” implies permission whereas “might” implies a probability of occurrence.
- That vs. which: Usually, “that” is used with restrictive clauses, and “which” is used with nonrestrictive clauses—e.g., “The snakes that we captured had all eaten frogs, which were common in the area.”
- Therefore vs. thus: “Therefore” usually means “as a consequence” or “for these reasons” whereas “thus” usually means “in this way” or “in that way.”
- While vs. although: “While” usually means “at the same time” whereas “although” usually means “in spite of the fact that” or “even though.”

### Dashes and Hyphenation

- “Non” words are not hyphenated—e.g., “nonparametric.”
- Other common prefixes such as neo-, co-, and re- are not hyphenated except where necessary to prevent misreading or ambiguity (e.g., co-occur).
- Avoid using long hyphenated phrases as adjectives.
- Use hyphen (dash) for modifiers and two-word phrases used as an adjective—e.g., 20-mL syringe, 24-hour clock, t-test results, or life-history strategy.

- Use the longer en dash in the place of the minus sign; to replace the word “to” in ranges of numbers or years, as in snout–vent length and 15–20 g; and, in hyphenated phrases in which both words are equal in importance rather than one word modifying the other (e.g., true–false, presence–absence, product–moment correlation).
- Use the long em dash to separate independent clauses for emphasis within a sentence, as in “The town—more of a village—was the nearest encroachment to the sampled transect.” Also use an em dash to separate a tertiary heading from the initial text, and as part of table and figure captions.

### Italics

- Used italics only for names of genera and species, and for common statistical abbreviations (e.g.,  $n = 10$ ,  $P < 0.05$ ).
- Common foreign words are not italicized (e.g., “sensu” or “et al.”).

### Numbers

- Always spell out a number used at the beginning of a sentence (e.g., “Twenty species...”).
- Spell out all whole numbers less than 10, except as noted below.
- Use Arabic numerals: o for numbers of 10 or greater o when the number is followed by a unit of measurement (e.g., 9 mm; 30°C) o when the number is a designator (e.g., “Experiment 2”) o when the number is separated by a dash, as in a range of values (e.g., “2–3 scutes”) o when numbers of 10 or more are compared to numbers less than 10 within a sentence (e.g., “We collected 7 frogs, 9 salamanders, and 20 lizards...”) o for decimal values; if decimal value is less than one, always use a leading zero (e.g., “0.5”)
- Numbers with four digits are not separated by a comma (e.g., “5280”).
- Include commas for values having five or more digits (e.g., “15,280”).
- Numbers or letters in a list should be fully enclosed in parentheses—e.g., “(1)..., (2)..., (3)...”
- Subscripts are useful for reporting sample sizes upon which a statistic is based—e.g., “Males have longer tails than females ( $t_{35,66} = 2.55$ ,  $P < 0.001$ ).” Note that reporting the statistic and probability allows you to omit the phrase “statistically significant”—i.e., do not write “Size differences between the sexes were statistically significant.”
- Geographic coordinates can be in any standard format (e.g., decimal degrees, or degrees minutes seconds), without spaces between numbers (e.g., 38.965667°N, 95.226639°W; datum = WGS84).
- The datum must be specified for geographic coordinates because the same coordinates can have different locations when they are based on different geodetic networks.

### Punctuation for Mathematical Symbols

- Mathematical operators are separated by spaces (e.g., “ $\alpha = 0.05$ ;  $P < 0.025$ ”).
- A plus sign or minus sign (en dash) is separated from text by spaces when used to indicate mathematical operation (e.g., “ $1 + 1 = 2$ ”); no space is used when the symbol indicates positive or negative values (e.g., “...a value of +2”).
  - A plus-or-minus sign ( $\pm$ ) is separated from text by spaces when used to indicate a mean  $\pm$  a measure of variation (e.g., “ $12 \pm 0.02$ ”).
- Symbols for “similar to” or “nearly equal to” are not followed by space (e.g., “ $\sim 12$ ,  $\approx 24$ ”).

## Measurement Units and Abbreviations

- Follow the International System of Units (SI) and use SI abbreviations in the text, tables, and figures for units of measured variables or data. Common measurement units and their abbreviations include:
  - o Millimeters = mm
  - o Centimeters = cm
  - o Meters = m
  - o Kilometers = km
  - o Milliliters = mL
  - o Liters = L o Grams = g
  - o Seconds = s o Minutes = min
  - o Hours = h
  - o Days = d (or day)
  - o Week = wk o Month = mo
  - o Years = yr o Time of day: use 24-hour clock (e.g., “1300 h”)
  - o Dates: use Day Month Year with no commas (e.g., “7 May 2006”)
  - o Temperatures: Celsius, with a degree symbol and no spaces (e.g., “30°C”)
  
- Statistical abbreviations
  - o  $n$  = sample size; lower case and italicized
  - o  $\bar{X}$  = mean; capitalized and italicized; or use the word "mean"
  - o SD = standard deviation, SE = standard error; often indicated as  $\pm 1$  SD,  $\pm 3$  SE, etc., not italicized
  - o  $r$  or  $r^2$  (Pearson product–moment correlation),  $R^2$  (coefficient of determination from regression analysis),  $F$ ,  $t$  (from t-test),  $U$ ,  $W$  = statistical symbols; all italicized o Greek letters are not italicized—e.g., “ $\phi$ ,  $\chi^2$ ”
  - o  $df$  = degrees of freedom; not italicized
  - o  $P$  = probability; capitalized and italicized
  - o NS (not significant); capitalized, not italicized, no periods between letters
  
- Other common abbreviations
  - o ca. = "circa" (meaning “around”); lower case, not italicized, followed by period
  - o cf. = "compare with"; lower case, not italicized, followed by period
  - o e.g., = "for example"; lower case, not italicized, period after each letter, followed by comma
  - o i.e., = "that is"; lower case, not italicized, period after each letter, followed by comma
  - o  $N$  = chromosome number; capitalized, not italicized
  - o no. = number; lower case, not italicized, followed by period
  - o Ph.D., M.A., M.S., M.Sc., A&M o sp. nov. and gen. nov. = "new species" and "new genus"; lower case, no comma before these terms
  - o SVL = snout–vent length; define this and similar abbreviations at first usage
  - o vs. = "versus"; can be abbreviated in lower case without italics, or can be spelled out
  
- Do not abbreviate “male” or “female,” “personal communication,” “personal observation,” dates, or undefined terms.



- States are usually abbreviated using standard postal abbreviations, but can be spelled out; use must be consistent throughout manuscript.

## SPECIAL CONSIDERATIONS FOR TAXONOMIC PAPERS

Consult the International Code of Zoological Nomenclature (<http://www.iczn.org>) for rules regarding formation, conservation, and application of zoological names. The information below is intended to standardize the overall style and format of taxonomic descriptions appearing in *Herpetologica* and *Herpetological Monographs*. In some cases, it might be preferable or necessary to diverge from this format.

Taxonomic papers in *Herpetologica* and *Herpetological Monographs* generally follow the standard sequence of sections (Introduction, Materials and Methods, Results, and Discussion). In the Materials and Methods section, authors should include a version of the following statement: “We use the museum acronyms of Sabaj-Perez (2013)” and only define any museum acronyms that are absent from that source. In the Results section, describe the results of analyses (e.g., morphometric, morphological, molecular) that support the proposed taxonomy. The formal description(s) may be included in the Results section, instead of a Results section, or may follow the Discussion as a separate section entitled Species Account(s) or Systematic Accounts for describing higher taxa. As with the Results section, the Discussion section of taxonomic papers may be used, or in some cases might not be appropriate.

Many systematists prefer telegraphic style for diagnoses and descriptions. Text in telegraphic style should be devoid of articles and verbs. Ordinarily, one or more modifying terms follow a noun—e.g., “ventrals 167–189” (not “167–189 ventrals”). Commas are used to separate modifiers and semicolons to separate nouns plus their modifiers. Periods are only used at the end of paragraphs. For example, “...head wider than long, round in dorsal and lateral aspects; canthus rostralis sharp; ...” In this style, paragraphs are used to organize descriptive information about regions of the organism. For example, the first paragraph might describe the head, the second might describe the body, etc. A change in style from telegraphic style to standard narrative necessitates the addition of parentheses, a new section, or a new paragraph.

In studies where the discovery and description of the new species is based on a broad review of molecular or morphological variation in a group (e.g., revision of a species complex or analysis of variation in widespread species), it is preferable for such a review to be presented in the manuscript prior to the presentation of the formal species description(s), in which case the analysis of variation can serve as a justification for the recognition of new species.

- *Herpetologica* and *Herpetological Monographs* use two formatting conventions to identify new names. The new name(s) should be in bold and followed by the designator sp. nov., gen. nov., fam. nov., unranked clade, or similar. The designators should follow the new name only at the beginning of the taxon’s formal description. These designators may also be used if the new name(s) appears in the key words, but they should not appear anywhere else in the manuscript, including captions and illustrations.
- An example of the heading format for a new taxon appears below.

### SPECIES DESCRIPTION

*Uraeotyphlus* **gansi** sp. nov.

(Figs. 1–4, Tables 1, 2)

*Uraeotyphlus malabaricus* (Beddome 1870): Boulenger (1882:92), in part; Taylor (1968:697–700), in part;

Pillai and Ravichandran (1999:64–66, Fig. 31, map VII), in part.

*Uraeotyphlus malbarica* (Beddome 1870): Jones (2015:29), in part. [misspelling and unjustified emendation].

*Uraeotyphlus oxyurus* (Duméril and Bibron 1841): Pillai and Ravichandran (1999:74–77, map IX), in part.

**Holotype.**—This brief section identifies the holotype and provides the specimen’s sex, museum number, and basic locality information: “An adult male (museum catalog number and original field number, if available) collected at locality on date by collector (Fig. #).”

**Paratypes.**—The list of paratypes may be organized by sex or geographical locality, whichever is most concise and clear. See recent journal issues for examples using relevant taxa.

**Referred specimens.**—List nontype specimens examined here if the list is brief or in an Appendix if the list is lengthy.

**Diagnosis.**—State clearly and concisely those characters that distinguish the new taxon from others within the same clade (e.g., species complex or genus).

**Comparisons.**—Make comparisons to any species with which the new species might be confused—e.g., “Unlike species B (characters in parentheses), the new species has a wider head (narrower), 167–178 ventrals (180–199), ...”

**Description.**—A general description of the type series or a description of the holotype should follow the comparisons. This section should provide concise descriptions of as many characteristics as needed to give a clear mental picture of the organism. The description may also be given in telegraphic style.

**Description of holotype.**—An explicit description of all aspects of the type specimen, following the general style and format of other recent, important literature on related species. Include here (as per style for taxon under study): measurements of the holotype, color in preservative, and other aspects of the holotype deemed important.

**Variation.**—A summary of evident variation among the holotype, paratypes, and other referred specimens, including reference to sexual dimorphism, geographic variation, or ontogenetic changes.

**Coloration.**—Most authors divide this section into separate paragraphs, reporting color in life and in preservative.

**Etymology.**—A brief description of the derivation and meaning of the new name and, perhaps, the rationale for choosing it. The etymology section should explicitly state the gender of the new name and whether it is a noun in apposition, a patronym, or an adjective. A suggested name in English or the author’s native language may be included, but is not necessary.

**Distribution.**—Relevant summary of and commentary on the distribution, habits, habitats, life history, and ecology of the new taxon. Alternate heading names may be used, such

as "Distribution and ecology" or "Natural history," or such headings may be used in addition to one for distribution.

**Larva.**—Description of the tadpole or larval stage of a new species of amphibian, following recent style and format for the group being described.

**Remarks.**—Concise discussion of any additional aspects of the new taxon that are deemed important, such as synonyms and phylogenetic relationships.

**Appendices.**—Appendices should be used for listing specimens examined when numerous. Include locality data (but not date of collection) and museum numbers of all specimens used in the study. When multiple species are examined, start a new paragraph for each species in the appendix.

#### LITERATURE CITED

- Beaupre, S.J. (ed.). 2004. Guidelines for Use of Live Amphibians and Reptiles in Field and Laboratory Research, 2nd edition. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, USA.
- Crother, B.I. (ed.). 2012. Scientific and Standard English Names of Amphibians and Reptiles of North America North of México, with Comments Regarding Confidence in Our Understanding, 7th edition. SSAR Herpetological Circular 39:1–92.
- de Queiroz, K. 2011. Plural versus singular common names for amphibian and reptile species. *Herpetological Review* 42:339–342.
- OLAW (Office of Laboratory Animal Welfare). 2002. Institutional Animal Care and Use Committee Guidebook, 2nd edition. National Institutes of Health, USA.
- Sabaj-Perez, M.H. (ed.). 2013. Standard symbolic codes for institutional resource collections in herpetology and ichthyology: An online reference (v4.0). American Society of Ichthyologists and Herpetologists, USA. Available at <http://www.asih.org/resources>. Archived by WebCite at <http://www.webcitation.org/6Qzfl6ZjN> on 11 July 2014.
- Toft, C.A., and R.G. Jaeger. 1998. Writing for scientific journals I: The manuscript. *Herpetologica* 54(Supplement):S42–S54.
- Wilson, D.S. 1998. Patterns in publishing in three North American herpetological journals: Gender biases. *Herpetologica* 54(Supplement):S35–S42.