

**Influência da heterogeneidade ambiental na
diversidade, uso de hábitat e bioacústica de
anuros de área aberta no noroeste paulista**

RODRIGO AUGUSTO SILVA

MESTRADO



PÓS GRADUAÇÃO
EM BIOLOGIA ANIMAL

2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS

São José do Rio Preto – SP

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

RODRIGO AUGUSTO SILVA

**Influência da heterogeneidade ambiental, uso de
hábitat e bioacústica de anuros de área aberta no
noroeste paulista**

Orientadora: Dra. Denise de Cerqueira Rossa-Feres

Co-orientador: Dr. Itamar Alves Martins

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO INSTITUTO
DE BIOCÊNCIA, LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS,
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM
BIOLOGIA ANIMAL.

Silva, Rodrigo Augusto.

Influência da heterogeneidade ambiental na diversidade, uso de
hábitat e bioacústica de anuros de área aberta no noroeste paulista /
Rodrigo Augusto Silva – São José do Rio Preto : [s.n.], 2007.

92 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Denise de Cerqueira Rossa Feres

Co-orientador: Itamar Alves Martins

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Instituto
de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Ecologia animal. 2. Anuro. 3. Diversidade biológica - Região
noroeste (SP) 4. Descritores ambientais. 5. Ecologia de comunidades.
6. Bioacústica. 7. Sítio de vocalização. I. Rossa-Feres, Denise de
Cerqueira. II. Martins, Itamar Alves. III. Universidade Estadual
Paulista. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. IV. Título.

CDU – 597.8

DATA DA DEFESA: 12/04/2007

Banca Examinadora

TITULARES:

PROFA. DRA. DENISE DE CERQUEIRA ROSSA-FERES (ORIENTADORA)
UNESP/ São José do Rio Preto – SP

PROF. DR. ROGÉRIO PEREIRA BASTOS
UFG/ Goiânia - GO

PROF. DR. ARIF CAIS
UNESP/ São José do Rio Preto - SP

SUPLENTE:

PROF. DR. CÉLIO F. B. HADDAD
UNESP/ Rio Claro - SP

PROF. DR. JORGE JIM
UNESP/ Botucatu

"Dedico este trabalho à Capelli, Nina e Ícaro, aos meus pais e irmãos".

AGRADECIMENTOS

Exponho aqui, meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Primeiramente, agradeço muito aos meus orientadores, Denise e Itamar, pela oportunidade de realizar este trabalho, pela orientação de meu caráter profissional e pelo agradável e prazeroso convívio.

Agradeço também:

- Ao Eduardo Torres Viana e família, por facilitar ao máximo a realização deste trabalho em sua propriedade. Agradeço pelo mesmo motivo ao “Seu Ricardo”;
- A toda equipe do Laboratório de Ecologia, pela ajuda nas coletas, análise e discussão dos dados (Fernando, Carol, Natacha, Luciana, Fausto, Vitor, Cadu, Tiago Vasconcelos, Tiago Gomes, Tiago vermelho, Rinneu, Motinha e Carlos);
- Ao curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, ao coordenador Prof. Dr. Classius de Oliveira, ao professores de disciplinas, especialmente às Profas. Dras. Lilian Casatti e Eliane G. Freitas pelas sugestões na qualificação, e companheiros de curso.
- À direção do Cursinho Alternativo por incentivar este trabalho e, aos meus alunos por agüentarem minhas “histórias de sapos”.

CONTEÚDO

General Abstract	8
Resumo Geral	9
Introdução Geral	12
Referências Bibliográficas	16
Capítulo 1. Influência do clima e da heterogeneidade ambiental na diversidade de anuros de área aberta no noroeste paulista	22
Abstract	24
Resumo	25
Introdução	26
Material e Métodos	27
Resultados	32
Discussão	34
Referências Bibliográficas	39
Capítulo 2. Bioacústica e sítio de vocalização em taxocenoses de anuros de área aberta no noroeste paulista	59
Abstract	61
Resumo	62
Introdução	63
Material e Métodos	65
Resultados	68
Discussão	72
Referências Bibliográficas	76
Conclusões Gerais	81

GENERAL ABSTRACT

The northwestern region of São Paulo state was exhaustively deforested during the agricultural expansion last century. The result nowadays is that there are only small areas of vegetation left. There are some 32 species considered for this region, but specific studies made on the importance of environment for the diversity of species, habitat use and bioacoustics are still rare. This current study was to investigate the influence of environment on the richness and abundance of anurans, as well as the habitat use and the acoustic space usage for anuran assemblages at the northwestern region of São Paulo state. To do so, anuran assemblages found in six ponds were studied during 12 months (september 2004 to august 2005). Eighteen different species of anurans were found in these ponds. The upper species richness was found in ponds which presented the higher environmental heterogeneity; the upper species abundance was found in the largest pond. Temporal distribution and species richness were practically limited to the rain season. The upper richness of calling mates occurred in November, and the upper abundance was observed in January, along with a higher volume of rainfall and relative humidity. The tested ponds presented similar structures, with a high overlap in structural features. However, there were similarities among the water bodies with high and low environmental heterogeneity. It was possible to notice features of the ponds that favor the occurrence of some species. The resemblance in call site for each pond showed a low overlap for this resource. There was a higher overlap in species that vocalized leaning on the floor or floating on water rather than those which vocalized when roosted in vegetation (Hylidae). This is possibly related to a lower capacity of space allocation in bi dimensional plan than in three dimensional one, since the presence of adhesive discs allow hylid frogs the use of a vertical layer. The dominant frequency of the announcement call was positively correlated to the snout-vent length of the species. Spectral and time differences in announcement call

and difference in preference of space allocation were found among the species found in the environment tested. Structural differences in the announcement call and the space share for vocalization were primarily important for the occurrence of species, what represents an efficient mechanism of segregating anuran assemblages.

RESUMO GERAL

A região noroeste do Estado de São Paulo foi intensivamente desmatada durante a expansão agrícola ocorrida no século passado resultando hoje, apenas pequenos fragmentos da vegetação original que a recobria. Cerca de 32 espécies de anuros estão registradas para essa região, mas estudos específicos sobre a importância do ambiente na diversidade de espécies, uso de hábitat e bioacústica ainda são escassos. O objetivo do presente estudo foi investigar a influência do ambiente na riqueza e abundância de anuros, bem como o uso de hábitat e a utilização do espaço acústico pelas taxocenoses de anuros da região noroeste do Estado de São Paulo. Foram estudados as taxocenoses de anuros de 6 corpos d'água ao longo de 12 meses, no período de setembro de 2004 a agosto de 2005. Foram registradas dezoito espécies de anuros utilizando estes corpos d'água. A maior riqueza de espécies ocorreu no corpo d'água com maior heterogeneidade ambiental, e a maior abundância de espécies ocorreu no corpo d'água com maior área. A distribuição temporal e riqueza das espécies foi praticamente restrito à estação chuvosa. A maior riqueza de machos em atividade de vocalização ocorreu em novembro, e a maior abundância em janeiro, juntamente com o maior volume de precipitação pluviométrica e de umidade relativa. Os corpos d'água amostrados foram estruturalmente semelhantes, com alta sobreposição nas características estruturais. Apesar disso, houve similaridade entre os corpos d'água com baixa e alta heterogeneidade ambiental. Foi possível perceber características dos corpos

d'água que favorecem a ocorrência de algumas espécies. A similaridade no sítio de vocalização em cada corpo d'água demonstrou pouca sobreposição para este recurso. Houve maior sobreposição entre as espécies que vocalizaram apoiados no solo ou flutuando na água do que entre aquelas que vocalizaram empoleirados (Hylidae). Isto está relacionado, provavelmente, à menor possibilidade de partilha espacial no plano bidimensional do que no plano tridimensional, já que a presença de discos adesivos permite aos hílideos o uso do estrato vertical. A frequência dominante do canto de anúncio foi correlacionada positivamente com o comprimento rostro-cloacal das espécies. Entre as espécies que ocorreram no ambiente estudado, foram encontradas diferenças espectrais e temporais no canto de anúncio e na preferência de ocupação do sítio de vocalização. Diferenças estruturais do canto de anúncio junto com a partilha do sítio de vocalização foram de importância primária para a ocorrência das espécies, representando um eficiente mecanismo de segregação nas taxocenoses de anuros.

INTRODUÇÃO GERAL

A fauna de anfíbios anuros da região neotropical é onde a maior riqueza deste grupo é registrada (CRUMP 1974, HEYER *et al.* 1990). Em território brasileiro foram catalogadas 776 espécies de anfíbios, sendo 748 espécies de anuros (SBH 2005), o que torna o país um dos mais diversos do mundo neste grupo. Trabalhos relacionados aos sítios de vocalização, habitats de reprodução, período reprodutivo e turnos de vocalização são registrados principalmente na região Sudeste (CARDOSO *et al.* 1989, ROSSA-FERES & JIM 1994, 1996, BERTOLUCI 1998, BERTOLUCI & RODRIGUES 2002, VASCONCELOS & ROSSA-FERES 2005, CONTE & ROSSA-FERES 2006).

Os adultos da maioria das espécies de anfíbios estão amplamente dispersos no ambiente, exceto no período reprodutivo, quando se congregam em ambientes aquáticos para a reprodução (MCDIARMID 1994). Assim, habitats aquáticos tornam-se fatores limitantes da reprodução, o que potencializa a ocorrência de interações entre as espécies (CRUMP 1974, 1982). Por outro lado, diversos estudos indicam que ambientes complexos permitem a coexistência de um maior número de espécies de anuros que ambientes homogêneos, por disponibilizar maior número de microhabitats (e.g. CARDOSO *et al.* 1989, POMBAL 1997, BRANDÃO & ARAÚJO 1998, BERNARDE & KOKUBUM 1999, VASCONCELOS & ROSSA-FERES 2005, CONTE & MACHADO 2005). Portanto, a heterogeneidade ambiental tem sido reconhecida como uma das melhores explicações para a variação na diversidade de espécies (HUSTON 1994, HAZELL *et al.* 2001), possibilitando segregação no uso de recursos e, conseqüentemente a coexistência de espécies (CARDOSO *et al.* 1989, VALLAN 2002, ROSSA-FERES & JIM 2001).

Outro mecanismo eficiente no isolamento reprodutivo é a atividade de vocalização (OLDHAM & GERHARDT 1990, BOURNE & YORK 2001). A atividade de vocalização é o

mecanismo primário de comunicação dos anfíbios (RYAN 2001, GERHARDT & HUBER 2002), produzido em vários contextos sociais (WELLS 1988, HADDAD 1995). Assim, vocalizações podem estar relacionadas com defesa de território, com encontro de machos competindo pelos sítios de canto e atração de fêmeas (WELLS 1988, BASTOS & HADDAD 2002).

Análises das variáveis acústicas das vocalizações de machos, do ponto de vista da comunidade, sugerem que espécies simpátricas exibem vocalizações com diferenças significantes e somente pequena sobreposição (ver referências em CRUMP 1982). Além da partilha acústica (DUELLMAN 1967, HÖDL 1977, CARDOSO & VIELLARD 1990), numerosos estudos realizados nas últimas três décadas evidenciaram que, dentro de uma determinada comunidade, diferentes espécies vocalizam em diferentes microhábitats (DUELLMAN & PYLES 1983, POUGH *et al.* 2001). A escolha dos sítios de vocalização pode estar relacionada a diferentes necessidades referentes aos modos reprodutivos, bem como a adaptações morfológicas, fisiológicas e/ou comportamentais das espécies (CRUMP 1971, CARDOSO *et al.* 1989). A segregação no uso dos sítios de vocalização entre as espécies parece ser comumente registrada em áreas florestadas (*e.g.* HEYER *et al.* 1990, HADDAD & SAZIMA 1992, POMBAL & GORDO 2004). Entretanto, os resultados obtidos em áreas abertas ainda não permitem generalizações, pois enquanto alguns estudos registram partilha (*e.g.* NASCIMENTO *et al.* 1994, ETEROVICK & SAZIMA 2000, BERTOLUCI & RODRIGUES 2002), outros relataram sobreposição (*e.g.* POMBAL 1997, CARDOSO *et al.* 1989, ROSSA-FERES & JIM 2001).

Em uma outra escala, a partilha de hábitats de reprodução e da temporada de vocalização dos machos também pode ser importante na coexistência das espécies (DUELLMAN 1978). Análises da partilha temporal e espacial dos ambientes de reprodução indicam que, além de competição, outros fatores causais como predação e hidroperíodo

podem organizar as comunidades de anuros (e.g. HEYER *et al.* 1975, CRUMP 1982, TOFT 1985, BEEBEE 1996).

As atividades humanas têm fragmentado os habitats e afetado a diversidade e distribuição dos anfíbios (BEEBEE 1996, KRISHNAMURTHY 2003), sendo que a composição da paisagem que rodeia os locais de reprodução pode influenciar a ocorrência das espécies (HUNTER & GUERRY 2002). A perda de habitats naturais é apontada como o provável fator de maior importância no declínio das populações de anfíbios (PECHMANN & WILBUR 1994). Dessa forma, a realização de inventários e a determinação de requisitos de habitats são urgentes e podem orientar ações subseqüentes de aproveitamento científico da biodiversidade e monitoramento das populações (LOPES 2000), além de subsidiar o conhecimento necessário para futuras ações conservacionistas.

Na região noroeste do Estado de São Paulo foram desenvolvidos estudos sobre biologia (VIZOTTO 1967, CAIS 1992, MARTINS 2001, FREITAS 2001, NOMURA 2003) e ecologia de anuros (BERNARDE & KOKUBUM 1999, ROSSA-FERES *et al.* 1999, ROSSA-FERES & JIM 2001, VASCONCELOS & ROSSA-FERES 2005). Essa região representa uma das últimas franjas de ocupação do território paulista e experimentou uma rápida e desordenada expansão urbana e agrícola, com grave comprometimento ambiental (AB'SABER 2003). O clima é do tipo Cwa-Aw de Köppen, caracterizado por uma estação quente e úmida no verão e estiagem no inverno. A estação chuvosa (setembro a março) tem início variável ano a ano (ROSSA-FERES & JIM, 2001) e recebe 85% da precipitação pluviométrica anual, enquanto a estação fria e seca (abril a agosto) recebe apenas 15% da precipitação pluviométrica anual, que varia de 1100 a 1250 mm ($\pm$ 250 mm) (BARCHA & ARID 1971). A vegetação original constituída por Floresta Estacional Semidecidual e manchas de Cerrado (AB'SABER 2003) foi quase totalmente removida e substituída por cultivos diversos, com expectativa de até 2010 2/3 da área agrícola de São Paulo será ocupada por cana-de-açúcar.

Seu crescimento é estimado em 5,3% para 2007, representando 57% da produção nacional (NIPE – Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Estratégico). Os fragmentos remanescentes, a grande maioria de crescimento secundário, somam cerca de 7% da cobertura vegetal (PROBIO 1998, IPT 2000).

O presente estudo apresenta dados obtidos em seis corpos d'água, visitados no período entre setembro de 2004 e agosto de 2005 em Icém, SP. Os resultados obtidos são apresentados em dois capítulos, estruturados conforme as normas da Revista Brasileira de Zoologia:

- **NO CAPÍTULO 1 – INFLUÊNCIA DO CLIMA E DA HETEROGENEIDADE AMBIENTAL NA DIVERSIDADE DE ANUROS EM ÁREA ABERTA NO NOROESTE PAULISTA**

Neste capítulo procuramos determinar:

- (i) Qual a abundância e riqueza de adultos;
- (ii) Como ocorre a distribuição temporal dos adultos;
- (iii) A diversidade e equitabilidade da comunidade em cada corpo d'água (diversidade alfa);
- (iv) A variação na composição de espécies entre os corpos d'água (diversidade beta);
- (v) A relação entre os descritores da comunidade e os descritores climáticos e;
- (vi) A relação entre a heterogeneidade ambiental e a riqueza de espécies.

- **NO CAPÍTULO 2 – BIOACÚSTICA E SÍTIO DE VOCALIZAÇÃO EM TAXOCENOSES DE ANUROS DE ÁREA ABERTA NO NOROESTE PAULISTA**

O objetivo deste capítulo foi determinar qual a importância do uso de hábitat e do espaço acústico na organização de comunidades de anuros de área aberta e verificar se a variação acústica está relacionada ao comprimento rostro-cloacal das espécies.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. 2003. Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. **Ateliê editorial**, São Paulo.
- BARÇA, S.F. & ARID, F.M. 1971. Estudo da evapotranspiração na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. **Revista de Ciências da Faculdade de Ciências e Letras** 1: 94-122.
- BASTOS, R.P. & C.F.B. HADDAD. 2002. Acoustic and aggressive interactions in *Scinax rizibilis* (Anura: Hylidae) during the reproductive activity in southeastern Brazil. **Amphibia-Reptilia** 23: 97-104.
- BEEBEE, T.J.C. 1996. **Ecology and Conservation of Amphibians**. London, Chapman & hall. 213.
- BERNARDE, P.S. & M.N.C. KOKUBUM. 1999. Anurofauna do Município de Guararapes, Estado de São Paulo, Brasil (AMPHIBIA, ANURA). **Acta Biologia Leopoldensia**, São Leopoldo, 21: 89-97.
- BERTOLUCI, J. & M.T. RODRIGUES. 2002. Utilização de habitats reprodutivos e micro-habitats de vocalização em uma taxocenose de anuros (AMPHIBIA) da Mata Atlântica do Sudeste do Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**. São Paulo, 42(11): 287-297.
- BOURNE, G.R. & H. YORK. 2001. Vocal behaviors are related to nonrandom structure of anuran breeding assemblages in Guyana. **Ethology, Ecology and Evolution** 13: 313-329.
- BRANDÃO, R.A. & A.F.B. ARAÚJO. 1998. A herpetofauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas. P. 9-21. In: J. MARINHO-FILHO; F. RODRIGUES; M. GUIMARÃES (Eds.) **Vertebrados da Estação Ecológica de Águas Emendadas. História Natural e Ecologia em um fragmento de cerrado do Brasil Central**. Brasília, SEMATEC/IEMA, 92p.
- CAIS, A. 1992. **Aspectos biológicos e status taxonômico de *Hyla biobeba* Bokerman & Sazima, 1973 (Amphibia – Anura)**. Tese de Doutorado. UNESP, Rio Claro, 176p.
- CARDOSO, A.J.; G.V. ANDRADE & C.F.B. HADDAD. 1989. Distribuição espacial em comunidades de anfíbios (Anura) no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, 49(1): 241-249.

- CARDOSO, A.J. & J. VIELLARD. 1990. Vocalizações de anfíbios anuros de um ambiente aberto, em Cruzeiro do sul, Estado do Acre. **Revista Brasileira de Biologia**. São Carlos, **50**(1): 229-242.
- CONTE, C.E. & R.A. MACHADO. 2005. Riqueza de espécies e distribuição espacial e temporal em comunidade de anuros (Amphibia, Anura) em uma localidade de Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **22**(4): 940-948.
- CRUMP, M.L. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. **Miscellaneous Publications of Museum Natural History of University of Kansas**, Lawrence, **61**: 1-68.
- CRUMP, M.L. 1982. Amphibian reproductive ecology on the community level. P. 21-36. *In*: N.J. Scott Jr. (Ed.), **Herpetological Communities**. Washington, wildlife Research Report, 239p.
- DUELLMAN, W.E. 1967. Courtship isolating mechanisms in Costa Rica hylids frogs. **Herpetologica**, Springfield, **23**: 169-183.
- DUELLMAN, W.E. 1978. The biology of an herpetofauna in amazon Ecuador. **Miscellaneous Publications of Museum Natural History of University of Kansas**, Lawrence, **65**: 1-352.
- DUELLMAN, W.E. & R.A. PYLES. 1983. Acoustic resource partitioning in anuran communities. **Copeia**, (3): 639-649.
- DUELLMAN, W.E. & L. TRUEB. 1994. **Biology of Amphibians**. Baltimore and London, McGraw-Hill, 670p.
- ETEROVIC, P.C. & I. SAZIMA. 2000. Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat, and predation. **Amphibia-Reptilia**, Leiden **21**: 439-461.
- FREITAS, E.F.L. 2001. **Adaptações esqueléticas para escavação em *Leptodactylus fuscus* e *Physalaemus nattereri***. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 72p.
- GERHARDT, H.C. 2002. Acoustic Communication in Insects and Anurans. **Chicago University Press**, Chicago, Il.
- HADDAD, C.F.B. 1995. Comunicação em anuros (Amphibia). **Anais de Etologia** **13**: 116-132.
- HADDAD, C.F.B.; G.V. ANDRADE & A.J. CARDOSO. 1988. Anfíbios Anuros do Parque Nacional da Serra da Canastra, Estado de Minas Gerais. **Brasil Florestal**, Brasília, **64**: 9-20.

- HADDAD, C.F.B. & I. SAZIMA. 1992. Anfíbios anuros da Serra do Japi. P. 188-211. *In*: L.P.C. Morellato. (Org.). **História Natural da Serra do Japi: Ecologia e Preservação de uma Área Florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas, Editora da UNICAMP/FAPESP, 321p.
- HAZELL, D.; R. CUNNINGHAM; D. LINDENMAYER; B. MACHEY & W. OSBORNE. 2001. Use of farm dams as frog habitat in an Australian agricultural landscape: factors affecting species richness and distribution. **Biological Conservation**, Liverpool, **102**: 155-169.
- HEYER, W.R.; R.W. MCDIARMID & D.L. WEIGMANN. 1975. Tadpoles, predation and pond habitats in the tropics. **Biotropica**, Connecticut, **7**: 100-111.
- HEYER, W.R.; A.S. RAND; C.A.G. CRUZ; O.L. PEIXOTO & C.E. NELSON. 1990. Frogs of Boracéia. **Arquivos de Zoologia**, São Paulo, **31**(4): 231-410.
- HÖDL, W. 1977. Call differences and calling sites segregation in anuran species from Central Amazonian floating meadows. **Oecologia**, Heidelberg, **28**: 351-363.
- HUNTER JR, M.L. & A.D. GUERRY. 2002. Amphibian distributions in a landscape of forests and agriculture: an examination of landscape composition and configuration. **Conservation Biology**, Malden, **16**(3): 745-754.
- HUSTON M.A. 1994. **Biological Diversity: the coexistence of species on changing landscape**. Cambridge, Cambridge University Press, 681p.
- IPT, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2000. Diagnóstico da situação atual dos Recursos Hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia São José dos Dourados – Relatório nº 40675 – Minuta. CD-Rom.
- KRISHNAMURTHY, S.V. 2003. Amphibian assemblages in undisturbed and disturbed areas of Kudremukh National Park, Central Western Ghats, India. **Environmental Conservation**, Cambridge, **30**(3): 274-282.
- LOPES, J.A.M. 2000. *In*: C. ALHO (Ed.). **Fauna Silvestre do rio Manso, MT**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 350p.
- MARTINS, I.A. 2001. Parental care behavior in *Leptodactylus podicipinus* (Cope, 1862) (Anura, Leptodactylidae). **Herpetological Journal**, London, **11**: 29-32.
- MCDIARMID, R.W. 1994. Data standard, p. 57-60. *In*: W.R HEYER, M.A. DONNELLY, R.W. MCDIARMID, L.A.C.; HAYEK & M.S. FOSTER (Eds.). **Measuring and Monitoring Biological Diversity – Standard Methods for Amphibians**. Washington, Smithsonian Institution Press, 367p.

- NASCIMENTO, L.B.; A.C.L. MIRANDA & T.A.M. BALSTAEDT. 1994. Distribuição estacional e ocupação ambiental dos anuros da área de proteção da captação da Mutuca (Nova Lima, MG). **BIOS**, Belo Horizonte, **2**(2): 5-12.
- NOMURA, F. 2003. **Comportamento de escavação e biologia reprodutiva de *Dermatonotus muelleri* (Boettger, 1885)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, SP, 86p.
- OLDHAM, R.S. & H.C. GERHARDT. 1975. Behavioral isolating mechanisms of the treefrogs *Hyla cinerea* and *H. gratiosa*. **Copeia**: 223-231.
- PECHMANN, J.H.K. & H.M. WILBUR. 1994. Putting declining amphibians populations into perspective. Natural fluctuations and human impacts. **Herpetologica**, Springfield, **50**: 65-84.
- POMBAL JR., J.P. 1997. Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **57**(4): 583-594.
- POMBAL, JR., J.P. & M. GORDO. 2004. Anfíbios Anuros da Juréia, p. 243-256. In: O.A.M. Marques & W. Duleba (Eds.). **Estação Ecológica Juréia-Itatins, Ambiente Físico, Flora e fauna**. Ribeirão Preto, Holos Editora, 386p.
- POUGH, F.H.; R.M. ANDREWS; J.E. CADLE; M.L. CRUMP; A.H. SAVITZKY & K.D. WELLS. 2001. **Herpetology**. New Jersey, Princet Hall, 612p.
- PROBIO. 1988. **Áreas de domínio do cerrado no Estado de São Paulo**. São Paulo, Imprensa Oficial da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, 84p.
- ROSSA-FERES, D.C. & J. JIM. 2001. Similaridade no sítio de vocalização em uma comunidade de anfíbios anuros na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **18**(2): 439-454.
- ROSSA-FERES, D.C.; M. MENIN & T. IZZO. 1999. Ocorrência sazonal e comportamento territorial de *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae). **Iheringia**, Porto Alegre, **87**: 93-100.
- RYAN, M.J. 2001. Anuran Communication. **Smithsonian Institution Press**, Washington, DC.
- SBH. 2005. Lista de espécies de anfíbios do Brasil. Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH). Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br/checklist/anfibios.htm>, acessado em 05/01/2007.
- TOFT, C.A. 1985. Resource partitioning in amphibians and reptiles. **Copeia**, Lawrence, **1**: 1-21.

- VALLAN, D. 2002. Effects of anthropogenic environmental changes on amphibian diversity in the rain forests of eastern Madagascar. **Journal of Tropical Ecology**. New York, **18**: 725-742.
- VASCONCELOS, T.S. & D.C. ROSSA-FERES. 2005. Diversidade, Distribuição Espacial e Temporal de Anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na Região Noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, **17**(2): 2-14.
- VIZOTTO, L.D. 1967. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Universidade de São Paulo, São Paulo, 166p.
- WELLS, K.D. 1988. The effects of social interactions on anurans vocal behaviour. *In*: B. FRITZSCH, M.J. RYAN *et al.* (Eds.). **The evolution of the amphibian auditory system**. New York: 433-454.

Capítulo 1

Influência do clima e da heterogeneidade ambiental na
diversidade de anuros de área aberta no noroeste
paulista

Influência do clima e da heterogeneidade ambiental na diversidade de anuros de área aberta no noroeste paulista

Rodrigo Augusto Silva¹, Denise de C. Rossa-Feres² & Itamar Alves Martins³

¹ Pós-Graduação em Biologia Animal, UNESP, São José do Rio Preto, Brasil

15054-000. E-mail: silva7554@yahoo.com.br

² Departamento de Zoologia e Botânica, UNESP, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.

15054-000. denise@ibilce.unesp.br

³ Instituto Básico de Biociências - Laboratório de Zoologia - UNITAU, Taubaté, São Paulo,

Brasil. istama@uol.com.br

ABSTRACT

The northwestern region of São Paulo state was exhaustively deforested during the agricultural expansion last century. The result, nowadays, is that there are only small areas of vegetation left. There are some 32 species considered for this region, but specific studies made on the importance of environment for the diversity of species, habitat use and bioacoustics are still rare. The community structure is studied through the determination of (i) abundance and richness of adults, (ii) adults time distribution, (iii) alfa diversity and equitability in each pond, (iv) beta diversity among the ponds, (v) relationship between community descriptors and climate descriptors, and (vi) relationship between environmental heterogeneity and species richness. To do so, anuran assemblages found in six ponds were studied during 12 months (september 2004 to august 2005). Eighteen different species of anurans were found in these ponds. The upper species richness was found in ponds which presented the higher environmental heterogeneity; the upper species abundance was found in the largest pond. Temporal distribution and species richness were practically limited to the rain season. The upper richness of calling mates occurred in November, and the upper abundance was observed in January, along with a higher volume of rainfall and relative humidity. The tested ponds presented similar structures, with a high overlap in structural features. However, there were similarities among the water bodies with high and low environmental heterogeneity. It was possible to notice features of the ponds that favor the occurrence of some species.

KEYWORDS: community ecology, resource partitioning, environment descriptors, niche breadth, anuran.

RESUMO

A região noroeste do Estado de São Paulo foi intensivamente desmatada durante a expansão agrícola ocorrida no século passado, resultando hoje, apenas pequenos fragmentos da vegetação original que a recobria. Cerca de 32 espécies de anuros estão registradas para essa região, mas estudos específicos sobre a importância do ambiente na diversidade de espécies, uso de hábitat e bioacústica ainda são escassos. A estrutura da comunidade é analisada pela determinação da (i) abundância e riqueza de adultos, (ii) distribuição temporal dos adultos, (iii) diversidade alfa e equitabilidade em cada corpo d'água, (iv) diversidade beta entre os corpos d'água (v) relação entre os descritores da comunidade e os descritores climáticos e (vi) relação entre a heterogeneidade ambiental e a riqueza de espécies. Para tal, foram estudados as taxocenoses de anuros de 6 corpos d'água ao longo de 12 meses, entre setembro de 2004 a agosto de 2005. Foram registradas dezoito espécies de anuros utilizando estes corpos d'água. A maior riqueza de espécies ocorreu no corpo d'água com maior heterogeneidade ambiental, e a maior abundância de espécies ocorreu no corpo d'água com maior área. A distribuição temporal e riqueza das espécies foi praticamente restrito à estação chuvosa. A maior riqueza de machos em atividade de vocalização ocorreu em novembro, e a maior abundância em janeiro, juntamente com o maior volume de precipitação pluviométrica e de umidade relativa. Os corpos d'água amostrados foram estruturalmente semelhantes. Apesar disso, houve similaridade entre os corpos d'água com baixa e alta heterogeneidade ambiental. Foi possível perceber características dos corpos d'água que favorecem a ocorrência de algumas espécies.

PALAVRAS CHAVE: ecologia de comunidades, partilha de recursos, descritores ambientais, amplitude de nicho, anuros.

INTRODUÇÃO

Por décadas, os ecólogos têm se esforçado para desemaranhar e delinear as forças envolvidas no agrupamento de comunidades biológicas (BROOKS & MCLENNAN 1993). Assim, uma questão muito importante na ecologia de comunidades é a caracterização e explicação de combinações de espécies que coexistem em determinadas situações ambientais (LEWINSOHN 1990). Para anuros diversos, estudos têm demonstrado segregação reprodutiva entre as espécies de uma mesma comunidade. As espécies podem apresentar desde partilha espacial e/ou temporal completa, até sobreposição total (*e.g.* POMBAL JR 1997, BERNARDE & KOKUBUM 1999 e ROSSA-FERES & JIM 1996 e 2001, BERTOLUCI 1998, BERTOLUCI & RODRIGUES 2002, VASCONCELOS & ROSSA-FERES 2005).

Para certas espécies, a temporada reprodutiva está diretamente correlacionada com a temperatura ambiente e a disponibilidade de ambientes aquáticos temporários (*e.g.* BERNARDE & ANJOS 1999). Mas, embora a partilha temporal tenha grande importância como mecanismo de isolamento reprodutivo, sua influência na segregação das espécies de regiões neotropicais sazonais é menor, já que a maioria das espécies tem grande sobreposição durante a estação chuvosa (BLAIR 1961, POMBAL JR 1997).

A relação entre as propriedades das poças e sua ocupação por anfíbios tem uma longa história de pesquisa (COOKE & FRAZER 1976, BEEBEE 1977, DE FONSECA & JOCQUÉ 1982). A segregação das espécies nas comunidades pode ocorrer em função da estrutura vegetal, da hidroperíodo da poça, da velocidade da água entre outros fatores (ARZABE *et al.* 1998). A seleção ativa de sítios de reprodução em resposta a fatores bióticos e abióticos tem sido demonstrada em numerosos estudos (*e.g.* RESETARITS & WILBUR 1989, 1991, CRUMP 1991, SPIELER & LINSENMAIR 1997), sendo que a heterogeneidade ambiental e a plasticidade comportamental de algumas espécies foram parâmetros importantes na

diversidade e coexistência de anuros em uma mesma área (CARDOSO *et al.* 1989, ROSSA-FERES & JIM 1996, POMBAL JR 1997, BERNARDE & KOKUBUM 1999). Ambientes complexos parecem possibilitar a coexistência de um maior número de espécies de anuros que ambientes homogêneos, por disponibilizar maior número de microhabitats. (e. g. CARDOSO *et al.* 1989, POMBAL JR. 1997, BRANDÃO & ARAÚJO 1998).

Em uma abordagem regional e geográfica, a heterogeneidade ambiental tem sido reconhecida como uma das melhores explicações para a variação na diversidade de espécies (HOUSTON 1994), sendo o componente que melhor explica a riqueza da herpetofauna na Estação Ecológica de Águas Emendadas, GO (BRANDÃO & ARAÚJO 1998) e em outras localidades (e. g. CARDOSO *et al.* 1989, POMBAL JR 1997, BERNARDE & KOKUBUM 1999, VASCONCELOS & ROSSA-FERES 2005).

Assim, no presente estudo procuramos verificar: (i) qual a abundância e riqueza de adultos; (ii) como ocorre a distribuição temporal dos adultos; (iii) a diversidade e equitabilidade da comunidade em cada corpo d'água (diversidade alfa); (iv) a variação na composição de espécies entre os corpos d'água (diversidade beta); (v) a relação entre os descritores da comunidade e descritores climáticos e; (vi) a relação entre a heterogeneidade ambiental e a riqueza de espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Ambiente de estudo

Este estudo foi desenvolvido no município de Icém (20°20'31''S, 49°11'42''W – 449 m altitude), região noroeste do Estado de São Paulo (Fig 1). Segundo dados da Divisão Regional Agrícola (DIRA) de São José do Rio Preto, o clima desta região é do tipo Cwa-Aw de Köppen, caracterizado por uma estação quente e úmida no verão e estiagem no

inverno. A estação chuvosa (setembro a março) tem início variável ano a ano (ROSSA-FERES & JIM 2001) e recebe 85% da precipitação pluviométrica anual, enquanto a estação fria e seca (abril a agosto) recebe apenas 15% da precipitação pluviométrica anual, que varia de 1100 a 1250 mm (± 250 mm) (BARCHA & ARID 1971). A vegetação original desta região, composta por Floresta Estacional Semidecidual e manchas de Cerrado (AB'SABER 2003), foi intensamente devastada em função do solo propício à agricultura, restando pequenos fragmentos dispersos em sua área de ocorrência natural (São Paulo 2000). Foram amostrados seis corpos d'água com características estruturais e fisionômicas diferentes, caracterizados em função da duração e do tamanho do corpo d'água, do tipo e perfil de margem, porcentagem de cobertura da vegetação no interior do corpo d'água, altura predominante da vegetação e número de agrupamentos de vegetação no interior do corpo d'água (Tab I). Os corpos d'água foram separados em: açudes permanentes (AP1, AP2, AP3 e AP4 – Figs. 2, 3, 4, 5, respectivamente) e brejos (BP e BT permanente e temporário, respectivamente – Figs. 6 e 7).

Metodologia

Foram efetuadas 72 amostragens entre setembro de 2004 e agosto de 2005, com frequência quinzenal na estação chuvosa e mensal na estação seca, entre 17h e 24h, sendo que a sequência de amostragem não foi a mesma nos diversos corpos d'água. A abundância de cada espécie foi estimada pelo método de levantamento em sítio de reprodução (*Survey at breeding site*; SCOTT JR & WOODWARD 1994), contabilizando todos os indivíduos em atividade de vocalização, durante o percurso do perímetro dos corpos d'água. A abundância de cada espécie foi considerada, segundo GOTTSBERGER & GRUBER (2004), como o número máximo de indivíduos contabilizado; a abundância mensal de cada espécie, segundo BERTOLUCI & RODRIGUES (2002), foi considerada igual à maior abundância quinzenal registrada e a abundância total em cada corpo d'água ao longo de todo período

estudado do mês com maior abundância. As espécies que ocorreram em apenas um corpo d'água e em baixa abundância foram consideradas raras e especialistas. Já as espécies que ocorreram em todos os corpos d'água foram consideradas espécies generalistas.

Dados sobre pluviosidade e temperatura foram fornecidos pela Divisão Regional Agrícola (DIRA) de São José do Rio Preto, SP, de um posto meteorológico distante 800 m da área amostrada. Os dados sobre a umidade relativa foram coletados com um termohigrômetro (Tonka Tech, modelo HT 100).

Análises estatísticas

Para verificar a eficiência da metodologia de amostragem, foi construída a curva do coletor e as curvas de rarefação de espécies (Krebs 1999). A riqueza de espécies da área amostrada foi estimada por extrapolação da curva de acumulação de espécies, pelos estimadores Bootstrap e ACE (Abundance-based Coverage Estimator), com 500 aleatorizações, no Programa EstimateS, versão 7.0 (COLWELL 2004).

A diversidade em cada corpo d'água (diversidade α) foi determinada pela aplicação do índice de Shannon–Wiener ($H' = \log$ base e; KREBS 1999), utilizando o programa computacional BioDiversity Professional 2.0 (MCALECEE *et al.* 1997). Para a análise, foi considerada a abundância máxima dos machos de cada espécie, em cada hábitat. Segundo VASCONCELOS e ROSSA-FERES (2005), esse procedimento foi adotado para evitar a super estimativa de abundância promovida pela recontagem dos indivíduos, que ocorre quando se considera a abundância total das espécies como o somatório da abundância em amostragens repetidas ao longo de uma estação e sub-estimativas decorrentes do uso da média de abundância entre amostragens sucessivas. A equitabilidade na abundância das espécies foi calculada, para cada corpo d'água, pelo índice de Pielou (e; ZAR, 1999; MORIN, 1999). Quanto maior a equitabilidade, maior a homogeneidade na abundância das espécies. A mudança na composição faunística entre os corpos d'água (diversidade β) foi determinada

pelo índice de Jaccard (C_j ; KREBS 1999). Valores de $C_j > 0,5$ foram considerados como indicativo de alta substituição de espécies entre os pares de corpos d'água comparados.

O uso de habitats (corpos d'água) foi determinado para cada espécie por sua amplitude de nicho, calculada pelo índice de Levins (KREBS 1999).

Para verificar possíveis efeitos do clima, a abundância e a riqueza de espécies foram correlacionadas com descritores climáticos (umidade, temperatura do ar e pluviosidade) pelo coeficiente de correlação cofenético (correlação de Pearson) (ZAR 1999), utilizando o programa BioEstat 3.0 (AYRES 2003).

A similaridade entre os corpos d'água com relação a composição de espécies e a heterogeneidade ambiental foi determinada pela aplicação do índice de Bray-Curtis no programa Past (ZAR 1999). Foram considerados como agrupamentos válidos todos os agrupamentos com similaridade $\geq 0,70$. A relação entre a diversidade de espécies e os descritores da heterogeneidade estrutural foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético de (correlação de Spearman) (ZAR 1999), utilizando o programa computacional BioEstat 3.0 (AYRES 2003). Para verificar a influência dos descritores da heterogeneidade estrutural sobre a anurofauna foi utilizada a Análise de Correspondência Canônica (CCA) no programa Past (ZAR 1999). A CCA permite representar simultaneamente a ordenação espacial das amostras, espécies e variáveis ambientais, que mostram como o ótimo do conjunto de espécies varia de acordo com o ambiente (TER BRAAK & SMILAUER 2002). Para tal, duas matrizes foram construídas: uma contendo os descritores ambientais de cada corpo d'água e outra contendo a abundância das espécies em cada corpo d'água.

A determinação da heterogeneidade estrutural de cada corpo d'água foi realizada na estação chuvosa com base na determinação dos seguintes descritores ambientais:

a) tamanho do corpo d'água: 1 = pequeno (até 300 m²), 2 = médio (de 301 a 600 m²) e 3 = grande (acima de 601 m²);

- b) número de perfis de margens: 1 = plana, 2 = inclinada e 3 = barranco;
- c) número de tipos de margens: seca com vegetação, seca sem vegetação, alagada com vegetação, alagada sem vegetação. 1 = apenas um tipo de margem, 2 = dois tipos de margens, 3 = três tipos de margens e 4 = quatro tipos de margens;
- d) altura predominante da vegetação: 1 = 0 a 30 cm, 2 = 31 a 60 cm, 3 = 61 a 90 cm ou 4 = 91 a 120 cm;
- e) porcentagem da superfície do corpo d'água recoberta por vegetação: 1 = 0%, 2 = 25%, 3 = 50%, 4 = 75% ou 5 = 100%;
- f) número de agrupamentos de plantas no interior do corpo d'água: 1 = um agrupamento, 2 = 2 a 4 agrupamentos e 3 = 5 a 7 agrupamentos.
- g) tipos de vegetação no interior do corpo d'água: VAr = Vegetação Arbustiva, VAb = Vegetação Arbórea, M = Macrófita, VHE = Vegetação Herbácea Ereta, VHR = Vegetação Herbácea Rasteira, SN = Solo Nu.
- h) tipos de vegetação marginal: Vegetação: VAr = Vegetação Arbustiva, VAb = Vegetação Arbórea, M = Macrófita, VHE = Vegetação Herbácea Ereta, VHR = Vegetação Herbácea Rasteira, SN = Solo Nu;
- i) profundidade: 1 = rasa (até 30 cm), 2 = média (de 31 a 60 cm) e 3 = profunda (acima de 61 cm);
- j) duração: 1 = permanente e 2 = temporário.

Os corpos d'água caracterizados com pelo menos 3 dos descritores de pontuação 1 foram considerados de baixa heterogeneidade ambiental, enquanto os corpos d'água com pelo menos 6 descritores de pontuação 3 ou 4 foram considerados de alta heterogeneidade ambiental. O grau de heterogeneidade dos corpos d'água com pontuação variável entre 1 e 4 para os descritores ambientais foi considerado intermediário.

RESULTADOS

Foram registradas 26 espécies pertencentes a 12 gêneros de cinco famílias. Destas, 18 espécies ocorreram nos corpos d'água amostrados (Tab. II), sendo distribuídas em cinco famílias: Leptodactylidae (4), Hylidae (7), Leiuperidae (5), Microhylidae (1) e Bufonidae (1). Oito espécies (*Dermatonotus muelleri*, *Hypsiboas raniceps*, *Dendropsophus sanborni*, *Trachycephalus venulosus*, *Pseudis paradoxa*, *Leptodactylus mystacinus*, *Leptodactylus cf. ocellatus* e *Physalaemus marmoratus*) foram registradas somente em corpos d'água próximos aos selecionados.

A curva do coletor, construída com base na abundância das espécies apresentou tendência à estabilização (Fig. 8). O índice Bootstrap estimou uma riqueza total de 20,15 ($\pm$ 0) espécies e o ACE de 18 ($\pm$ 2) espécies para a área.

A ocorrência das espécies foi praticamente restrita à estação chuvosa, entre outubro de 2004 e abril de 2005, período em que foram registradas 86% das espécies e 85% da precipitação pluviométrica anual (Figs. 9 e 10, Tab. III), havendo correlação entre a diversidade de espécies e os descritores climáticos.

Physalaemus centralis e *Scinax similis* (11% do total das espécies registradas) apresentaram curto período de atividade reprodutiva (novembro), e baixa abundância, enquanto que 5 espécies (28% do total das espécies registradas) vocalizaram ao longo de toda a temporada de chuva (outubro a abril) (Tab. II e III). Machos de apenas duas espécies (*Dendropsophus nanus* e *D. minutus*) vocalizaram também na estação seca, mas a abundância foi muito baixa neste período (Tab. II).

A maior riqueza de machos em atividade de vocalização ocorreu em novembro ($n = 15$ espécies), e a maior abundância em janeiro, juntamente com o maior volume de precipitação pluviométrica (354,3 mm) e de umidade relativa (83,75%) (Tab. III). A

abundância das espécies foi correlacionada com a temperatura ($r = 0,77$; $p = 0,03$) e com a pluviosidade ($r = 0,63$; $p = 0,03$) e a riqueza foi correlacionada apenas com a temperatura ($r = 0,79$; $p = 0,002$). Nenhum dos descritores da comunidade foi correlacionado com a umidade (Tab. IV).

A maior riqueza de espécies foi registrada no AP2 (13 espécies) e a maior abundância total no AP3 (106 indivíduos), mas os maiores valores de diversidade ($H' = 2,34$) e de equitabilidade ($e = 1,67$) foram registrados no AP1 (Tab. V). *Leptodactylus furnarius*, *Physalaemus centralis*, *Scinax fuscovarius*, *S. similis*, *S. fuscomarginatus* e *Chaunus schneideri* (33% do total das espécies registradas) ocorreram em apenas um corpo d'água. Apenas *Pseudopaludicola aff. falcipes* ($B = 0,84$), *Hypsiboas albopunctatus* ($B = 0,62$) (11% do total das espécies registradas) ocorreram em todos os corpos d'água amostrados, sendo consideradas espécies generalistas (Tab. V).

Os corpos d'água amostrados são estruturalmente semelhantes, com alta sobreposição nas características estruturais. Apesar disso, houve maior similaridade entre os corpos d'água com baixa (BT e AP4) e com alta (AP1 e AP2) heterogeneidade ambiental (Fig. 11). Além disso, a diversidade β foi alta ($C_j \geq 0,5$) para 8 (53%) das 15 possíveis combinações de pares de corpos d'água. A maior diversidade β ocorreu entre os corpos d'água AP3 e AP4 (Tab. VI). Consistente com esse último resultado, a riqueza e a abundância das espécies foram influenciadas pela complexidade estrutural dos ambientes. Os ambientes BT e AP4 que apresentaram a menor heterogeneidade ambiental, também apresentaram os menores valores de diversidade e riqueza de espécies, e apresentaram composição de espécies semelhante. Os ambientes AP1 e AP2, que apresentaram alta heterogeneidade estrutural, também apresentaram alta diversidade e riqueza de espécies e compartilharam apenas 50% das espécies similares (Fig. 12), sendo a diversidade de espécies correlacionada com a heterogeneidade estrutural ($r_s = 0,90$; $p = 0,04$).

Foi possível perceber características dos corpos d'água que favorecem a ocorrência de algumas espécies: *Leptodactylus podicipinus*, *L. labyrinthicus*, *L. furnarius*, *Scinax fuscovarius* e *Chaunus schneideri* foram associadas com o perfil da margem dos corpos d'água; *Elachistocleis bicolor* e *Pseudopaludicola aff. falcipes* com o número de agrupamentos de vegetação nos corpos d'água; *Leptodactylus furnarius* ocorreu em corpos d'água temporários, *Physalaemus cuvieri* foi associada com o tamanho do corpo d'água e *Hypsiboas albopunctatus* com a vegetação marginal do corpo d'água (Fig. 13). Assim, a ocorrência de 56% das espécies foi associada a 50% dos descritores ambientais determinados.

DISCUSSÃO

Apesar da curva de acumulação de espécies apresentar tendência à estabilização e da estimativa de riqueza total não diferir da riqueza observada, não é possível descartar a possibilidade de incremento no número de espécies para a região. Na maioria dos inventários, principalmente em ecossistemas tropicais, as curvas de acumulação não se estabilizam (SANTOS 2003). Além disso, o número de visitas ao campo pode ter sido insuficiente para a realização de um inventário completo, pois, além de limitações nos métodos utilizados, algumas espécies já registradas na região (VASCONCELOS & ROSSA-FERES 2005) podem não ter sido encontradas em decorrência de seus padrões reprodutivos explosivos (p. ex. *Dermatonotus muelleri*). Hylidae foi a família com maior número de espécies em Icém, SP, repetindo o padrão encontrado na América tropical (DUELLMAN 1988) e em diversos biomas do Brasil como Mata Atlântica e Floresta Estacional (e.g. HADDAD & SAZIMA 1992, BRANDÃO & ARAÚJO 1998, BERNARDE & MACHADO 2001, POMBAL JR. & GORDO 2004, CONTE & MACHADO 2005), mostrando a adaptação destas

espécies em ocupar o estrato de vegetação emergente de ambientes aquáticos de áreas abertas (*e.g.* ROSSA-FERES & JIM 2001). Mas foi no estrato horizontal que apresentou maior riqueza de espécies devido à maior disponibilidade de locais utilizados como sítios de vocalização, quando comparados com áreas fechadas (área de mata) (*e.g.* ROSSA-FERES & JIM 2001).

A riqueza de espécies foi correlacionada com as condições climáticas (temperatura e chuva), como já registrado em outras localidades na região noroeste de São Paulo (ROSSA-FERES & JIM 2001, VASCONCELOS & ROSSA-FERES 2005) e em outras localidades (*e.g.* AICHINGER 1987, BERTOLUCI 1998, BERNARDE & ANJOS 1999, BERNARDE & KOKUBUM 1999). A influência do clima na ocorrência e atividade reprodutiva de comunidades de anuros de regiões tropicais é determinada, principalmente, pela distribuição e volume de chuva (DUELLMAN & TRUEB 1994). Em regiões tropicais sazonais, a ocorrência e reprodução de grande parte das espécies são restritas à estação chuvosa (*e.g.* DONNELLY & GUYER 1994, ROSSA-FERES & JIM 1994, 2001, BERTOLUCI & RODRIGUES 2002, PRADO *et al.* 2004, VASCONCELOS & ROSSA-FERES 2005). Em regiões mais úmidas, como na Mata Atlântica, BERTOLUCI & RODRIGUES (2002) registraram que entre 11 e 16% das espécies se reproduziram ao longo do ano, enquanto em regiões com estação seca severa, como na Caatinga brasileira, nenhuma espécie teve reprodução contínua (ARZABE 1999). A região estudada tem uma pronunciada estação seca que recebe, em média, 15% da precipitação pluviométrica anual (BARCHA & ARID 1971). Nos ambientes estudados apenas duas das 18 espécies (11%) ocorreram ao longo da estação seca e, 16 espécies (89%) tiveram ocorrência limitada ao período de chuva. Assim, o período de atividade de vocalização da anurofauna local segue o padrão sazonal, no qual a maioria das espécies é encontrada em atividade de vocalização durante os meses mais quentes e chuvosos do ano. Este padrão também foi observado em comunidades de anuros da região Sul do Brasil (BERTOLUCI & ANJOS 1999) e

da região sudeste de São Paulo (HEYER *et al.* 1990, ROSSA-FERES & JIM 1994, POMBAL JR. 1997, BERTOLUCI 1998, BERNARDE & KOKUBUM 1999), embora nem todos esses autores tenham testado a correlação entre as variáveis bióticas e abiótica. Dentre os estudos acima citados, apenas BERTOLUCI (1998) encontrou correlação entre o número de machos em atividade de vocalização com a temperatura média mensal, e BERNARDE & KOKUBUM (1999) entre o número de espécies em atividade de vocalização com a pluviosidade. Segundo POMBAL JR. (1997) a falta de correlação sugere a existência de um conjunto de fatores climáticos influenciando a atividade de vocalização. Apesar da grande influência da chuva e da pequena amplitude de variação térmica nesses ambientes sazonais, alguns estudos têm encontrado correlação entre o número de espécies em atividade reprodutiva e a temperatura (*e.g.* TOLEDO *et al.* 2003, PRADO *et al.* 2004, VASCONCELOS & ROSSA-FERES 2005), contrariando a idéia corrente de que temperatura tem maior importância em comunidades de anuros de regiões temperadas (DUELLMAN & TRUEB 1994). No entanto vale ressaltar que, em região tropical, as maiores temperaturas ocorrem na estação chuvosa e, assim temperatura e chuva são variáveis relacionadas.

A diversidade tem sido medida através da aplicação de vários índices (MAGURRAN 1988), que integram a riqueza de espécies e a equitabilidade na abundância populacional (KREBS 1999). Entretanto, estudos comparativos são escassos, dificultando a interpretação dos resultados obtidos com a aplicação desses índices. No presente estudo, a diversidade foi maior nos corpos d'água com maior heterogeneidade ambiental, diminuindo nos corpos d'água com grau intermediário de heterogeneidade e, foi baixa nos corpos d'água com menor heterogeneidade ambiental. Uma explicação plausível para essa possível relação é que com a diminuição da heterogeneidade ambiental o número de microhabitats diferentes também diminui, bem como a possibilidade de partilha de espacial (McArthur & Levins 1967). Os ambientes de baixa heterogeneidade ambiental tiveram alta equitabilidade

porque, provavelmente, a capacidade de suporte desses habitats é menor, limitando tanto o número de espécies, quanto a abundância das poucas espécies que esse ambiente pode suportar. Então, a maior equitabilidade decorre da baixa abundância das populações que ocupam esses ambientes, causada pela possível ausência de microhabitats específicos.

Segundo ODUM (2001) comunidades setentrionais e de regiões tropicais com estações bem definidas (épocas úmidas e secas, como na região estudada) são caracterizadas por possuírem poucas espécies comuns ou dominantes associadas com muitas espécies raras. Cerca de 33% ($n = 6$) das espécies registradas foram consideradas especialistas e apresentaram pequena amplitude de nicho, ocorrendo em apenas um ambiente. Uma minoria das espécies (11%) foi generalista e apresentou grande amplitude de nicho, ocorrendo em todos os corpos d'água. Portanto, na área amostrada um menor número de espécies generalistas e maior número de espécies especialistas, concordando com a proposta de ODUM (2001).

Os corpos d'água amostrados são açudes e brejos localizados em área de pastagem. Apesar disso, a análise das características estruturais desses corpos d'água, evidenciou diferenças entre eles, com pares de corpos d'água em três níveis de heterogeneidade ambiental: alta, média e baixa. Isso demonstra que, mesmo em uma paisagem homogênea como se apresenta a área de estudo, corpos d'água podem oferecer microhabitats diferentes, influenciando a abundância e riqueza de espécies local. Considerando a composição de espécies de cada ambiente, houve grande similaridade entre os ambientes, principalmente nos ambientes de baixa heterogeneidade e também entre os intermediários.

Apesar da alta riqueza de espécies de anuros registradas em várias regiões brasileiras ser comumente atribuída à heterogeneidade dos habitats (CARDOSO *et al.* 1989, POMBAL JR 1997, ARZABE 1999, BERNARDE & KOKUBUM 1999), esta correlação tem sido escassamente testada (*e.g.* GASCON 1991, ETEROVICK 2003). Os poucos estudos que

testaram a influência da heterogeneidade ambiental sobre a riqueza de anfíbios não apontam um padrão geral. LEE (1980), ao estudar o padrão de distribuição e o gradiente de riqueza de espécies na Península de Yucatan, registrou que a diversidade de espécies de anuros e cecílias ao longo do gradiente estudado, foram explicadas, principalmente pelo volume e sazonalidade das chuvas do que pela estrutura do hábitat (diversidade, volume, altura e porcentagem de cobertura da vegetação). Por outro lado, correlações positivas da riqueza e diversidade de espécies com a heterogeneidade estrutural foram encontradas em outros locais. PARRIS & MCCARTHY (1999) registraram correlação positiva da riqueza de anuros com a composição da vegetação ripária e com a altitude, largura e volume dos rios em área de floresta australiana. Em açudes estudados em paisagens agrícolas australianas, a extensão da cobertura do dossel nativo e a quantidade de vegetação emergente nas margens foram as duas principais variáveis estruturais positivamente associadas com o incremento no número de espécies (HAZELL *et al.* 2001).

Segundo TER BRAAK (1996) a avaliação do impacto das mudanças ambientais no conhecimento sobre as relações entre ambiente e espécies é indispensável. Neste estudo foi possível demonstrar algumas características dos corpos d'água que favoreceram a ocorrência de algumas espécies. A análise do uso de habitats foi realizada em corpos d'água com mesma estrutura geral (corpos d'água parada em área de pastagem) e, apesar disso, foi evidenciado que a composição de espécies diferiu entre os corpos d'água. Provavelmente isso é possibilitado por um conjunto de pequenas diferenças em alguns descritores ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A.N. 2003. Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Ateliê editorial , São Paulo.
AICHINGER, M. 1987. Annual activity pattern of anurans a seasonal neotropical environment. Oecologia . 71 : 583-592
AYRES, M; M. AYRES JR; D.L. AYRES & A.S. SANTOS. 2003. BioEstat 3.0. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas . Belém, Sociedade Civil de Mamirauá, 291p.
ARZABE, C; C.X. CARVALHO & M.A.G. COSTA. 1998. Anuran Assemblages in Crasto Forest Ponds (Sergipe State, Brazil): Comparative Structure and Calling Activity Patterns. Herpetological Journal , London, 8 : 111-113.
ARZABE, C. 1999. Reproductive activity patterns of anurans in two different altitudinal sites within the Brazilian Caatinga. Revista Brasileira de Zoologia 16 (3): 851-864.
BARCHA, S.F. & F.M. ARID. 1971. Estudo da evapotranspiração na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. Revista de Ciências da Faculdade de Ciências e Letras 1 : 94-122.
BEEBEE, T.J.C. 1977. Habitats of the British amphibians site characteristics in the western Carpathians, Poland. Herpetological Journal 11 : 41-51.
BERNARDE, P.S. & L. ANJOS. 1999. Distribuição espacial e temporal da anurofauna no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil (AMPHIBIA, ANURA). Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS. Série Zoologia , Porto Alegre, 12 : 111-140.
BERNARDE, P.S. & M.N.C. KOKUBUM. 1999. Anurofauna do Município de Guararapes, Estado de São Paulo (Amphibia, Anura). Acta Biol. Leopoldensia , 21 : 89-97.
BERNARDE, P.S. & R.A. MACHADO. 2001. Riqueza de espécies, ambientes de reprodução e temporada de vocalização da anurofauna em Três Barras do Paraná, Brasil (Amphibia: Anura). Cuadernos de Herpetologia Tucuman , 14 (2): 93-104.
BERTOLUCI, J. 1998. Annual patterns of breeding activity of Atlantic rainforest anurans. Journal of Herpetology , Cincinnati, 32 : 607-611.
BERTOLUCI, J. & J.T. RODRIGUES. 2002. Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic Rainforest anurans at Boracéia, Southeastern Brazil. Amphibia-Reptilia , 23 : 161-167.

BLAIR, W.F. 1961. Calling and spawning seasons in a mixed population of anurans. Ecology , 42 (1): 99-110.
BRANDÃO, R.A. & A.F.B. ARAUJO. 1998. A herpetofauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas. <i>In</i> : J. MARINHO-FILHO; F. RODRIGUES & M. GUIMARÃES (Eds.). Vertebrados da Estação Ecológica de Águas Emendadas. História Natural e Ecologia em um Fragmento de Cerrado do Brasil Central . Governo do Distrito Federal, Ibama, Brasília, 92pp.
BROOKS, D.R. & D.A. MCLENNAN. 1993. Historical ecology: examining phylogenetic components of community evolution. <i>In</i> : R.E. RICKLEFS & D. SCHLUTER (Eds.) Species diversity in ecological communities . University of Chicago Press, Chicago, 267-280.
CARDOSO, A.J.; G.V. ANDRADE & C.F.B. HADDAD. 1989. Distribuição espacial em comunidade de anfíbios (Anura) no sudeste do Brasil. Ver. Brasil. Biol. , 49 (1): 241-249.
COLWELL, R.K. 2004. EstimateS 7.0: Statistical estimation of species richness and shared species from samples . User's guide and application published at: http://viceroy.eeb.unconn.edu/estimates .
COOKE, A.S. & J.F.D. FRAZER. 1976. Characteristics of newt breeding sites. Journal of Zoology 179 : 223-236.
CONTE, C.E. & R.A. MACHADO. 2005. Riqueza de espécies e distribuição espacial e temporal em comunidade de anuros (Amphibia, Anura) em uma localidade de Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 22 (4): 940-948.
CRUMP, M.L. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. Miscellaneous Publications Museum Natural History University of Kansas , 61 : 1-68.
CRUMP, M.L. 1991. Choice of oviposition site and egg load assessment by a treefrog. Herpetologia 47 : 308-315.
CRUMP, M.L. & N.J. SCOTT JR. 1994. Visual encounter surveys. <i>In</i> : W. R. HEYER, M. A. DONNELLY, R. W. MCDIARMID, L. A. C. HAYEK & M. S. FOSTER (Eds.). Measuring and Monitoring Biological Diversity – Standard Methods for Amphibians Smithsonian Institution Press, Washington, 84-92.
DE FONSECA, P.H. & R. JOCQUÉ. 1982. The palmate newt <i>Triturus helveticus helveticus</i> (Raz) in Flanders (Belgium). Distribution and habitat preferences. Biological Conservation 23 : 297-307.

DONNELLY, M.A. & C. GUYER. 1994. Patterns of reproduction and habitat use in an assemblage of Neotropical hylid frogs. Oecologia 98 : 291-302.
DUELLMAN, W.E. 1988. Patterns of species diversity in anuran amphibians in the American Tropics. Annals of Missouri Botanical Garden , Ann Arbor, 75 : 79-104.
DUELLMAN W.E. & L. TRUEB. 1994. Biology of Amphibians . Baltimore and London, McGraw-Hill, 670p.
ETEROVICK, P.C. 2003. Distribution of anuran species among montane streams in south-eastern Brazil. Journal of Tropical Ecology , New York, 19 : 219-228.
GASCON, C. 1991. Population and community – level analyses of species occurrences of central Amazonian rain forest tadpoles. Ecology , 72 (5): 1731-1746.
GOTTSBERGER, B. & GRUBER, E. 2004. Temporal partitioning of reproductive activity in a neotropical anuran Community. J. Trop. Ecol. 20 : 271-280.
HADDAD, C.F.B. & I. SAZIMA. 1992. Anfíbios anuros da Serra do Japi. <i>In</i> : L.P.C. MORELLATO (Org.). História Natural da Serra do Japi . Editora da UNICAMP/FAPESP. Campinas, SP, 3 : 188-211.
HAZELL, D.; R. CUNNINGHAM; D. LINDENMAYER; B. MACKEY & W. OSBORNE. 2001. Use of farm dams as frog distribution. Biological Conservation , Liverpool, 102 : 155-169.
HEYER, W.R.; A.S. RAND; C.A.G. CRUZ; O.L. PEIXOTO & C.E. NELSON. 1990. Frogs of Boracéia. Arquivos de Zoologia , 31 (4): 231-410.
HOUSTON, M.A. 1994. Biological Diversity . The coexistence of species on changing landscapes. Cambridge University Press, 681pp.
KREBS, C.J. 1999. Ecological Methodology . Menlo Park, Addison Wesley Educational Publishers, 620p.
LEE, J.C. 1980. Na ecogeographic analysis of the herpetofauna of Yucatan Peninsula. Miscellaneous Publication , Kansas 67 : 1-48.
LEWINSOHN, T.M. 1990. Concepções alternativas da organização de comunidades: <i>In</i> : Atas do Encontro de Ecologia Evolutiva do Brasil, 26-35.
MACARTHUR, R. & R. LEVINS. 1967. The limiting similarity, convergence and divergence of coexisting species. American Naturalist , Chicago, 101 (921): 377-385.
MAGURRAN, R.A.; T. WERNER; J.M. AYRES & G.A.B. FONSECA. 1992. O país da megadiversidade. Ciência Hoje , Rio de Janeiro, 14 (81): 20-27.
MCALECEE, N.; P.J.D. LAMBSHEAH; G.L.J. PATERSON & J.G. GAGE. 1997. Bio Diversity Professional . Beta-Version. London, The Natural History Museum and The Scottish

Association for Marine Sciences.
MORIN, P.J. 1999. Community Ecology. Blackwell Science , Malden.
ODUM, E.P. 2001. Fundamentos de Ecologia . Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 927p.
PARRIS, K.M. & M. MCCARTHY. 1999. Putting declining amphibians populations into perspective. Natural fluctuations and human impacts. Herpetologica , Springfield, 50 : 65-84.
POMBAL JR, J.P. 1997. Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. Rev. Brasil. Biol. 54 (4): 583-594.
POMBAL JR., J.P. & M. GORDO. 2004. Anfíbios Anuros da Juréia, p 234-256. <i>In</i> : O.A. M. Marques & W. Duleba (Eds.). Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente Físico, Flora e Fauna . Ribeirão Preto, Holos Editora, 386p.
PRADO, C.P.A.; M. UETANABARO & C.F.B. HADDAD. 2004. Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brasil. Amphibia-Reptilia , Leiden, 26 : 1-11.
RESETARITS JR., W.J. & H.M. WILBUR. 1989. Choice of oviposition site by <i>Hyla chrysoscelis</i> : effect of predators and competitors. Ecology 70 : 220-228.
RESETARITS JR., W.J. & H.M. WILBUR. 1991. Calling site choice by <i>Hyla chrysoscelis</i> : effect of predators, competitors, and oviposition sites. Ecology 72 : 778-786.
ROSSA-FERES, D.C. & JIM, J. 1994. Distribuição sazonal em comunidades de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo. Rev. Bras. Biol. 54 (2): 323-334.
ROSSA-FERES, D.C. & JIM, J. 1996. Distribuição espacial em comunidade de girinos na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia, Anura). Revta Brasil. Biol. , 56 : 309-316.
ROSSA-FERES, D.C. & JIM, J. 2001. Similaridade no sítio de vocalização em uma comunidade de anfíbios anuros na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. Revta. Bras. Zool. , 18 (2): 439-454.
SÃO PAULO. 2000. Atlas das unidades de conservação ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente , São Paulo.
SANTOS, A.J. 2003. Estimativas de riqueza em espécies, p. 19-41. <i>In</i> : L. CULLEN JR, R. RUDRAN & C. VALLADARES-PADUA (Eds.) Métodos de Estudos em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre . Curitiba, Ed. Da UFPR, 665p.
SPIELER, M. & K.E. LINSENMAIR. 1997. Pattern recognition and neural networks.

Cambridge Univ. Press, Cambridge.
TER BRAAK, C.J.F. & P. SMILAUER. 2002. Canoco Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4,5) . Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA, 500p.
TOLEDO, L.F.; J. ZINA & C.F.B. HADDAD. 2003. Distribuição Espacial e Temporal de uma Comunidade de Anfíbios Anuros do Município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. Holos Environment , Rio Claro, 3 (2): 136-149.
VASCONCELOS, T.S. & ROSSA-FERES, D.C. 2005. Diversidade, Distribuição Espacial e Temporal de Anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na Região Noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotropica , 17 (2): 2-14.

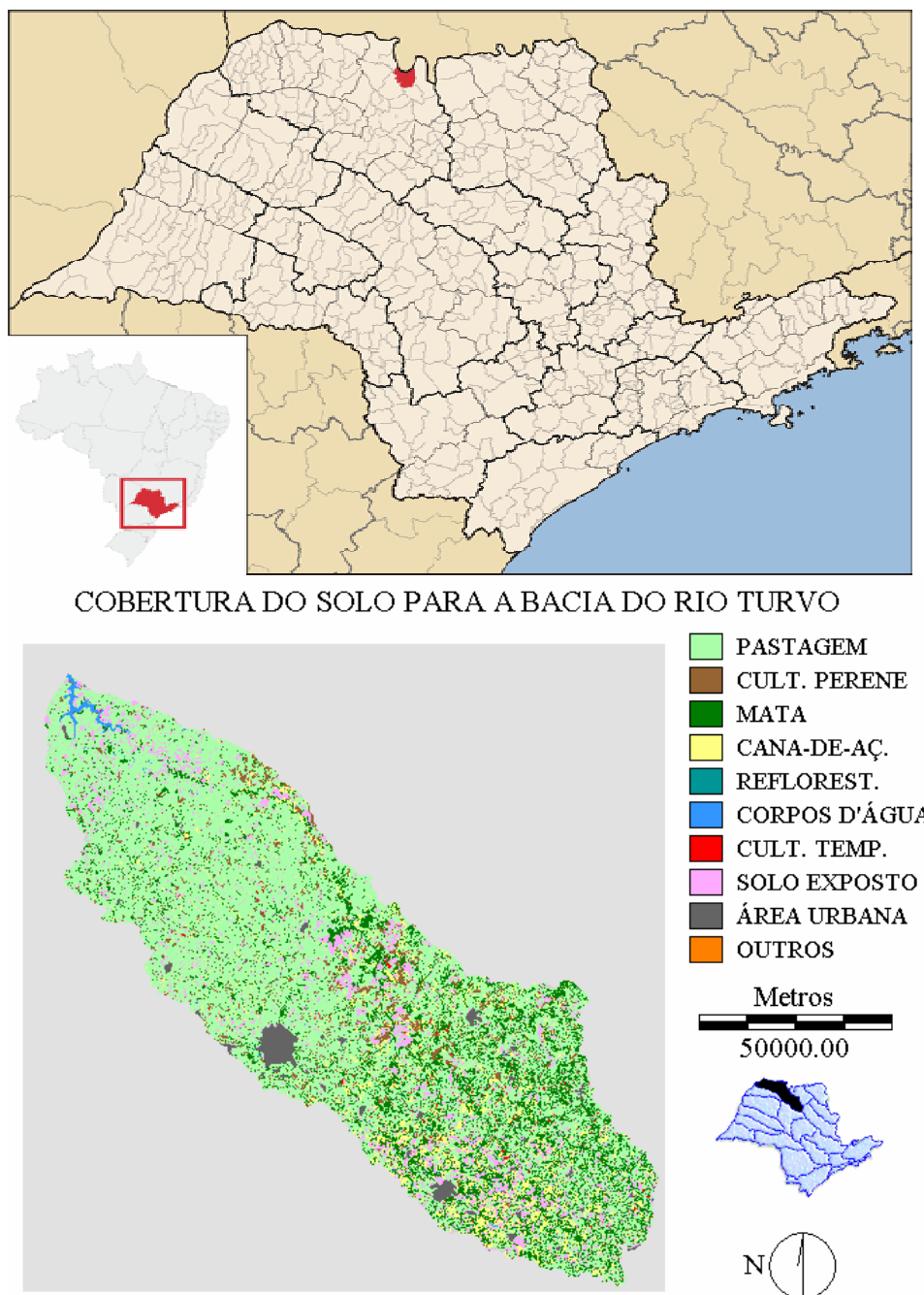


Figura 1 – Localização geográfica e mapa do uso da terra produzido pela Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos, destacando a região noroeste do Estado de São Paulo que fica inserida entre a Bacia do Turvo e Rio Grande, destacando o município de Icém.



Figura 2 – Açude permanente (AP1), Icém, São Paulo.



Figura 3 – Açude permanente (AP2), Icém, São Paulo.



Figura 4 – Açude permanente (AP3), Icém, São Paulo.



Figura 5 – Açude permanente (AP4), Icém, São Paulo.



Figura 6 – Brejo permanente (BP), Icém, São Paulo.



Figura 7 – Brejo temporário (BT), Icém, São Paulo.

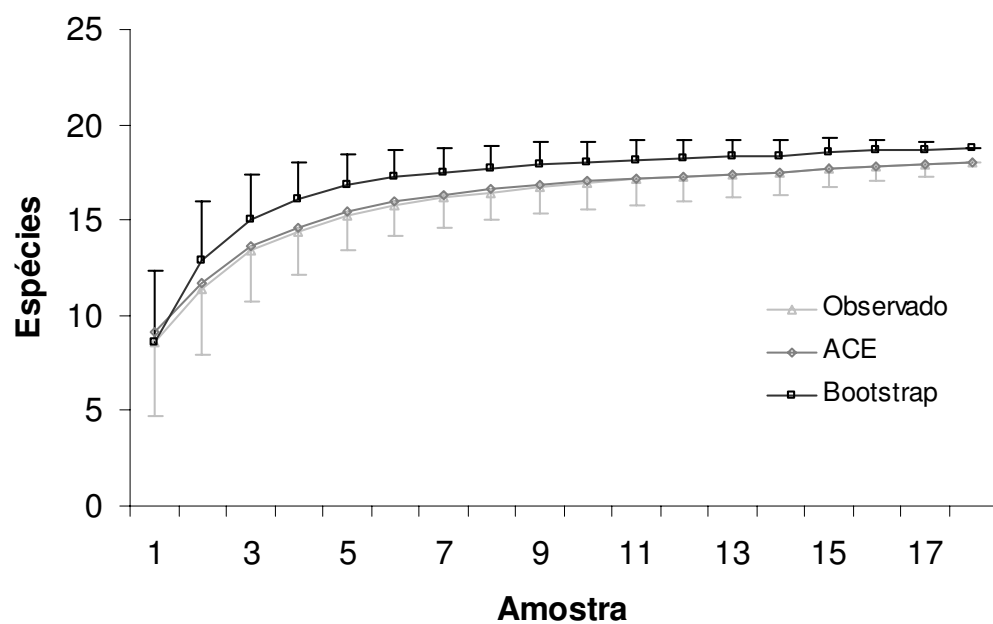


Figura 8 – Estimadores de riqueza representando a riqueza cumulativa de espécies (Bootstrap e ACE) com respectivos desvios padrões e riqueza observada, ao longo de dezoito amostragens de campo entre setembro de 2004 e agosto de 2005 em Icém, São Paulo. Curvas geradas com 500 aleatorizações. As barras representam o desvio padrão.

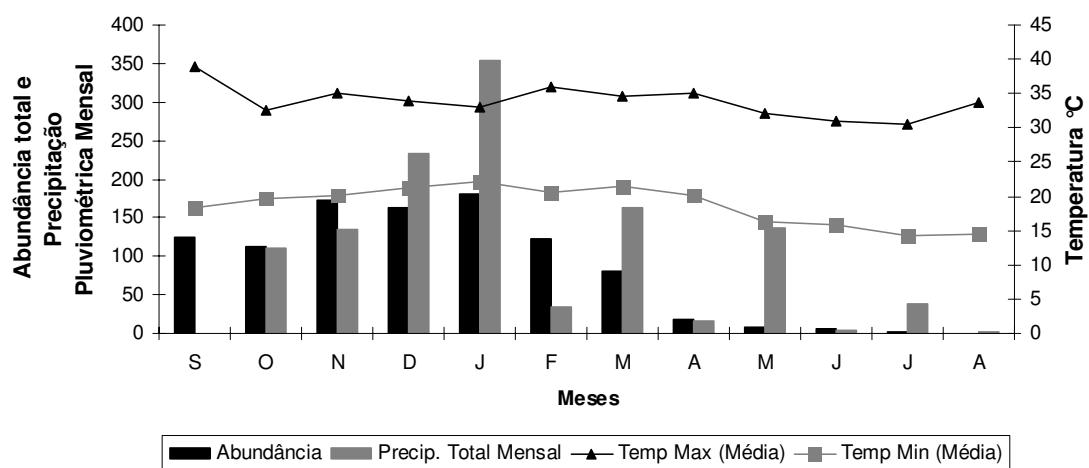


Figura 9. Abundância de machos em atividade de vocalização, precipitação mensal em mm e médias das temperaturas máxima e mínima mensais, na área amostrada, entre setembro de 2004 e agosto de 2005, no município de Icém, São Paulo.

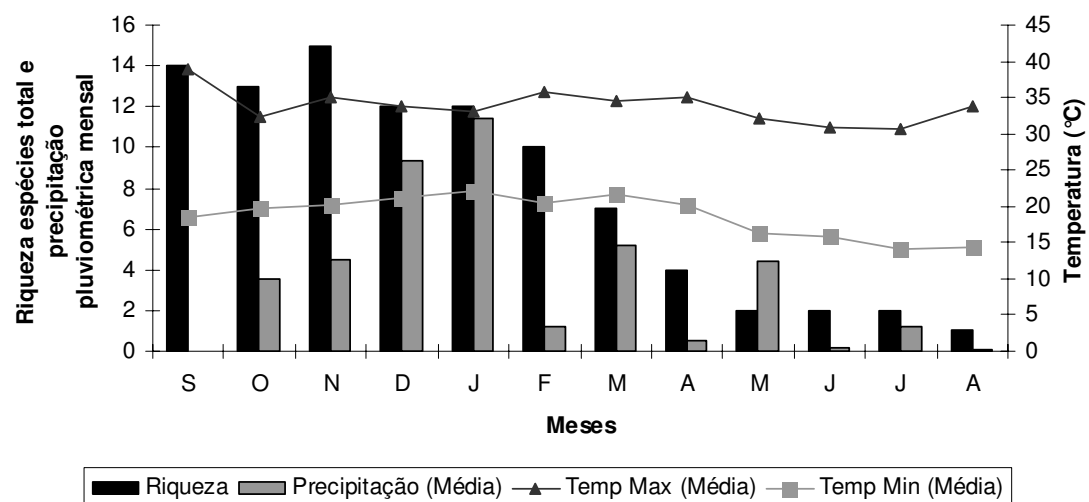


Figura 10. Riqueza de machos em atividade de vocalização, precipitação mensal em mm e médias das temperaturas máxima e mínima mensais, na área amostrada, entre setembro de 2004 e agosto de 2005, no município de Icém, São Paulo.

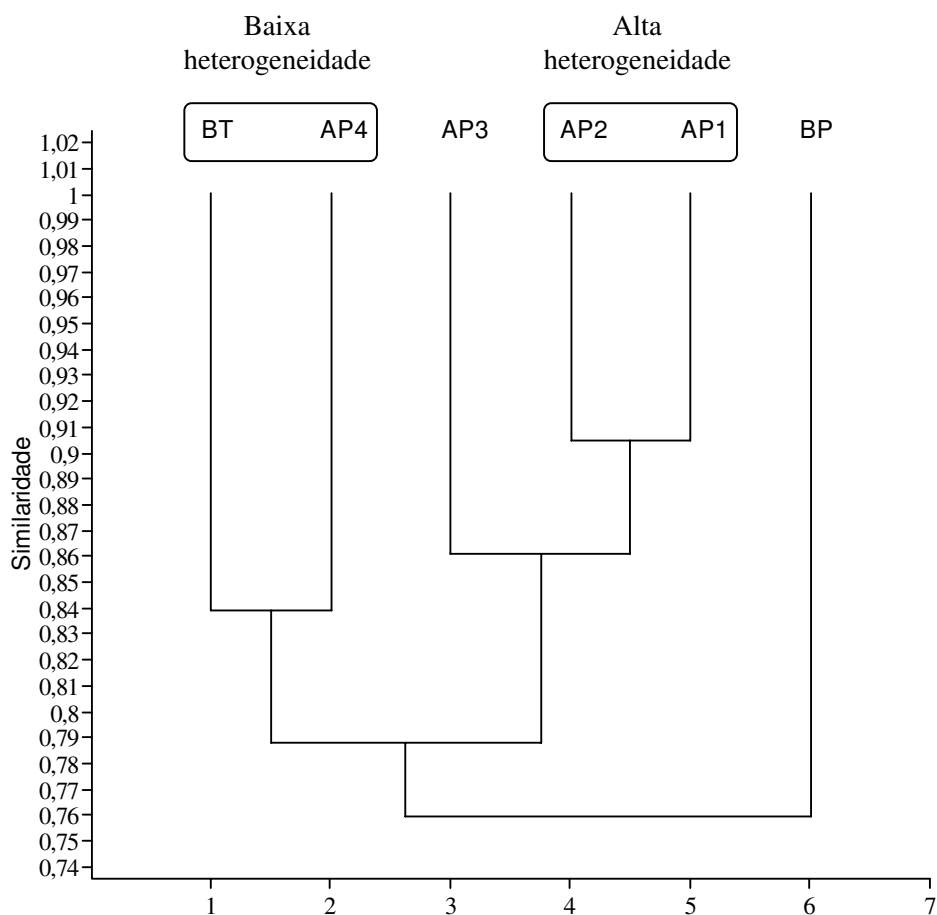


Figura 11 – Similaridade (Índice de Bray-Curtis) quanto à heterogeneidade ambiental entre os seis corpos d'água amostrados, entre setembro de 2004 e agosto de 2005, no município de Icém, São Paulo.

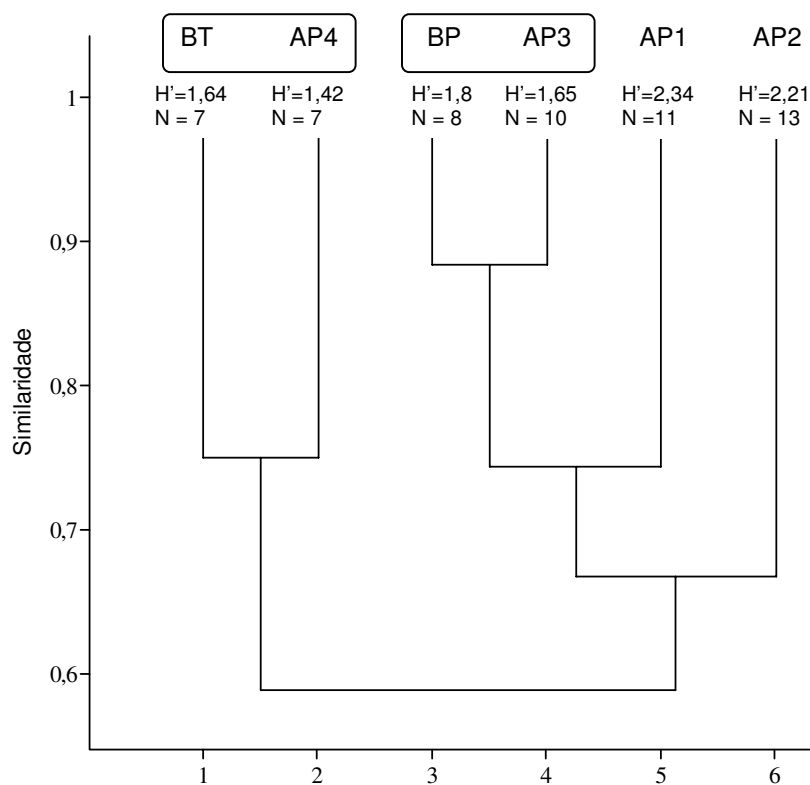


Figura 12 – Similaridade (Índice de Bray-Curtis) quanto à heterogeneidade ambiental e composição de espécies entre os seis corpos d'água amostrados, entre setembro de 2004 e agosto de 2005, no município de Icém, São Paulo. H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener, N = riqueza de espécies.

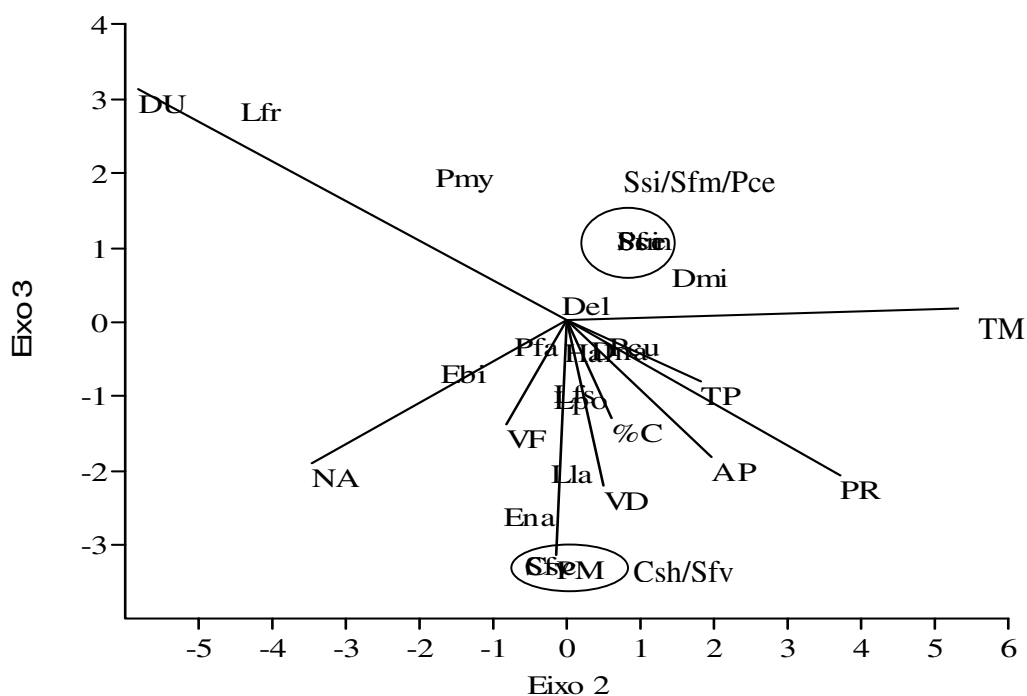


Figura 13 – Correspondência Canônica utilizando a heterogeneidade ambiental e a composição de espécies nos seis corpos d'água amostrados, de setembro de 2004 a agosto de 2005, no município de Icém, São Paulo. Descritores ambientais: DU = duração do corpo d'água, TM = tipo de margem, PM = perfil de margem, %C = porcentagem de cobertura vegetal no interior do corpo d'água, NA = número de agrupamentos vegetais no interior do corpo d'água, AP = altura predominante da vegetação no interior do corpo d'água, VD = vegetação no interior do corpo d'água, VF = vegetação marginal, TP = tamanho do corpo d'água e PR = profundidade do corpo d'água. Lfs = *Leptodactylus fuscus*, Lla = *L. labyrinthicus*, Lpo = *L. podicipinus*, Lfr = *L. furnarius*, Pmy = *Pseudopaludicola mystacalis*, Pfa = *P. aff. falcipes*, Pcu = *Physalaemus cuvieri*, Pce = *P. centralis*, Ena = *Eupemphix nattereri*, Sfv = *Scinax fuscovarius*, Ssi = *S. similis*, Sfm = *S. fuscomarginatus*, Dna = *Dendropsophus nanus*, Del = *D. elianeae*, Dmi = *D. minutus*, Hal = *Hypsiboas albopunctatus*, Ebi = *Elachistocleis bicolor* e Csc = *Chaunus schneideri*.

Tabela I: Descritores ambientais dos corpos d'água estudados. B = brejos, A = açudes; P = corpo d'água permanente, T = corpo d'água temporário. Tipos de margens: SsV = seca sem vegetação; ScV = seca com vegetação; AsV = alagada sem vegetação; AcV = alagada com vegetação. Perfil de Margens: Pl = plana, In = inclinada; Ba = barranco. Vegetação: VAr = Vegetação Arbustiva, VAb = Vegetação Arbórea, M = Macrófita, VHE = Vegetação Herbácea Ereta, VHR = Vegetação Herbácea Rasteira, SN = Solo Nu. A sequência da vegetação indica sua predominância decrescente. Número de agrupamentos de vegetação no interior do corpo d'água: 1 = 1 agrupamento, 2 = de 2 a 4 agrupamentos, 3 = mais de 5 agrupamentos. Descritores abióticos: A) Heterogeneidade ambiental: 1 = baixa (pouca ou nenhuma vegetação no interior do corpo d'água, predomínio de plantas herbáceas rasteiras nas margens) 2 = intermediária (pouca vegetação no interior do corpo d'água, margens com vegetação herbácea rasteira e ereta), 3 = alta (mais de 40% do interior do corpo d'água com vegetação, margens com plantas herbáceas rasteiras, eretas e arbustivas/arbóreas).

	Coordenadas Geográficas	Área (m ²)	Tipos de Margens	Perfil de Margens	Profundidade (m)	Vegetação no interior	Vegetação Marginal	Porcentagem de cobertura vegetação interior (%)	Altura predominante vegetação (cm)	Número agrupamentos	Heterogeneidade Ambiental
AP1	20°22'1,7"S; 49°15'0,07"W	124	SsV, ScV e AsV	Pl, In e Ba	0,9	VHE, VAr, M e VHR	VHR, VAr, VHE e VAb	50	31 a 60	2	3
AP2	20°21'50,8"S; 49°11'37,7"W	324	SsV, ScV, AcV e AsV	Pl, In e Ba	0,9	VHE, VAr e M	VHE, VHR, e VAr	75	31 a 60	1	3
AP3	20°22'30,3"S; 49°16'33,3"W	2850	SsV, ScV e AsV	Pl e Ba	0,9	VHE, VHR, M e VAr	VHR, VHE e VAr	75	61 a 90	2	2
BP	22°36'20,3"S; 52°18'04,6"W	288	ScV e AcV	Pl, In e Ba	0,3	VHR e VHE	VHR e VAb	100	1 a 30	3	2
BT	20°21'46,5"S; 49°14'11,7"W	210	ScV e AcV	Pl e Ba	0,2	VHE, VHR e SN	VAb, VHR, VAr e VHE	50	1 a 30	2	1
AP4	20°21'50,1"S; 49°14'18,9"W	130	SsV, ScV, AcV e AsV	Pl e Ba	0,8	Var e VHE	VHE e VAb	50	1 a 30	1	1

Tabela III. Variação mensal dos descritores climáticos (pluviosidade, temperatura do ar e umidade relativa) e da comunidade de anuros (riqueza e abundância de espécies), entre setembro de 2004 e agosto de 2005, no município de Icém, São Paulo. Em negrito está representado os maiores valores para os descritores climáticas

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Pluviosidade	0	81.8	135.4	288.6	354.3	33.3	162.1	16.3	136.7	4.4	37.5	1.8
Temperatura	27.5	26.2	27.4	27.2	26.6	27.5	28.4	25.6	24.2	22.4	20.3	20.7
Umidade	53.35	67	73.65	74.05	83.75	71.65	77.05	75.25	71.5	65.35	70.4	70.35
Riqueza	14	13	15	12	12	10	7	3	3	2	2	1
Abundância	124	112	173	162	180	123	80	8	9	6	2	1

Tabela IV. Correlação de Pearson entre os descritores da comunidade de anuros e descritores climáticos, entre setembro de 2004 e agosto de 2005, no município de Icém, São Paulo. Entre parênteses o nível de significância

	Pluviosidade	Temperatura	Umidade
Abundância	0,63 (0,03)	0,77 (0,03)	0,18 (0,57)
Riqueza	0,43 (0,16)	0,79 (0,002)	-0,07 (0,83)

Tabela V. Abundância, riqueza, equitabilidade, diversidade e amplitude de nicho (índice de Levins), das espécies registradas nos seis corpos d'água amostrados, entre setembro de 2004 e agosto de 2005, no município de Icém, São Paulo.

	AP1	AP2	AP3	BP	BT	AP4	Amplitude de nicho
<i>Leptodactylus fuscus</i>	5	7	1	2	0	0	0,37
<i>L. labyrinthicus</i>	5	2	0	0	0	0	0,14
<i>L. podicipinus</i>	4	5	5	5	0	2	0,73
<i>L. furnarius</i>	0	0	0	0	7	0	0
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	0	2	0	0	6	3	0,29
<i>P. aff. falcipes</i>	6	10	15	10	8	4	0,84
<i>Physalaemus cuvieri</i>	3	8	15	4	0	8	0,56
<i>P. centralis</i>	0	9	0	0	0	0	0
<i>Eupemphix nattereri</i>	6	0	2	3	0	0	0,29
<i>Scinax fuscovarius</i>	4	0	0	0	0	0	0
<i>S. similis</i>	0	4	0	0	0	0	0
<i>S. fuscomarginatus</i>	0	15	0	0	0	0	0
<i>Dendropsophus nanus</i>	1	20	40	10	0	0	0,27
<i>D. elianeae</i>	5	12	7	0	4	2	0,56
<i>D. minutus</i>	0	0	10	0	2	40	0,12
<i>Hypsiboas albopunctatus</i>	2	2	10	4	2	5	0,62
<i>Elachistocleis bicolor</i>	0	4	1	7	2	0	0,36
<i>Chaunus schneideri</i>	3	0	0	0	0	0	0
Abundância total	44	100	106	45	31	64	-
Riqueza	11	13	10	8	7	7	-
Equitabilidade	1.67	0.88	0.72	0.7	1.3	0.94	-
Diversidade	2.34	2.21	1.65	1.80	1.64	1.42	-

Tabela VI. Diversidade beta (Índice de Jaccard) entre os seis corpos d'água amostrados em Icém, São Paulo, no período de setembro de 2004 a agosto de 2005. Em negrito os menores valores de similaridade registrados.

	AP1	AP2	AP3	BP	BT	AP4
AP1	1	0,50	0,58	0,20	0,40	0,61
AP2	+	1	0,50	0,30	0,40	0,53
AP3	-	+	1	0,30	0,40	0,8
BP	-	-	+	1	0,60	0,41
BT	-	-	-	+	1	0,54
AP4	-	-	-	-	+	1

Capítulo 2

Bioacústica e sítio de vocalização em taxocenoses de
anuros de área aberta no noroeste paulista

**Bioacústica e sítio de vocalização em taxocenoses de anuros de área
aberta no noroeste paulista**

Rodrigo Augusto Silva¹, Itamar Alves Martins² & Denise de C. Rossa-Feres³

¹ Pós Graduação em Biologia Animal, UNESP, São José do Rio Preto, Brasil.

15054-000. E-mail: silva7554@yahoo.com.br

² Instituto Básico de Biociências - Laboratório de Zoologia - UNITAU, Taubaté, São Paulo, Brasil. istama@uol.com.br

³ Departamento de Zoologia e Botânica, UNESP, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.

15054-000. denise@ibilce.unesp.br

ABSTRACT

The northwestern region of São Paulo state was exhaustively deforested during the agricultural expansion last century. The result, nowadays, is that there are only small areas of vegetation left. There are some 32 species considered for this region, but specific studies made on the importance of environment for the diversity of species, habitat use and bioacoustics are still rare. This study presents the descriptors of announcement call in males from registered species. Moreover, the samples of similarity in announcement call and anuran call site are related for each pond and total tested area. To do so, anuran assemblages found in six ponds were studied during 12 months (september 2004 to august 2005). The resemblance in call site for each pond showed a low overlap for this resource. There was a higher overlap in species that vocalized leaning on the floor or floating on water rather than those which vocalized when roosted in vegetation (Hylidae). This is possibly related to a lower capacity of space allocation in bi dimensional plan than in three dimensional one, since the presence of adhesive discs allow hylid frogs the use of a vertical layer. The dominant frequency of the announcement call was positively correlated to the snout-vent length of the species. Spectral and time differences in announcement call and difference in preference of space allocation were found among the species found in the environment tested. Structural differences in the advertisement call and the space share for vocalization were primarily important for the occurrence of species, what represents an efficient mechanism of segregating anuran assemblages.

KEYWORDS: community ecology, resource partitioning, anuran, space allocation, advertisement call.

RESUMO

A região noroeste do Estado de São Paulo foi intensivamente desmatada durante a expansão agrícola ocorrida no século passado, resultando hoje, apenas pequenos fragmentos da vegetação original que a recobria. Cerca de 32 espécies de anuros estão registradas para essa região, mas estudos específicos o uso de hábitat e bioacústica ainda são escassos. No presente estudo são apresentados os descritores dos cantos de anúncios dos machos das espécies registradas. Além disso, os padrões de similaridade no canto de anúncio e no sítio de vocalização dos anuros são relacionados para cada corpo d'água e da área total estudada. Para tal, foram estudados as taxocenoses de anuros de 6 corpos d'água ao longo de 12 meses, entre setembro de 2004 a agosto de 2005. A similaridade no sítio de vocalização em cada corpo d'água demonstrou pouca sobreposição para este recurso. Houve maior sobreposição entre as espécies que vocalizaram apoiados no solo ou flutuando na água do que entre aquelas que vocalizaram empoleirados. Isto está relacionado provavelmente à menor possibilidade de partilha espacial no plano bidimensional do que no plano tridimensional, já que a presença de discos adesivos permite aos hilídeos o uso do estrato vertical. A frequência dominante do canto de anúncio foi correlacionada positivamente com o comprimento rostro-cloacal das espécies. Entre as espécies que ocorreram no ambiente estudado, diferenças espectrais e temporais no canto de anúncio e na preferência de ocupação do sítio de vocalização foram encontradas. Diferenças estruturais do canto de anúncio junto com a partilha do sítio de vocalização foram de importância primária para a ocorrência das espécies, representando um eficiente mecanismo de segregação nas taxocenoses de anuros.

PALAVRAS CHAVE: ecologia de comunidades, partilha de recursos, anuros, distribuição espacial, canto de anúncio.

INTRODUÇÃO

O período reprodutivo da grande maioria das espécies de anuros de região tropical e subtropical é caracterizado pela agregação de diversas espécies em torno de corpos d'água permanentes ou temporários durante o período quente e úmido do ano (AICHINGER 1987, DUELLMAN & TRUEB 1994). Neste período, quando a sobreposição espacial é comum, existe grande potencial para interações interespecíficas (DUELLMAN & TRUEB 1994), sendo a partilha do espaço acústico e dos sítios de vocalização os principais mecanismos que explicam a coexistência das espécies (HEYER *et al.* 1990, ROSSA-FERES & JIM 2001, MARTINS *et al.* 2006).

Embora o espaço (macro ou microhabitat) seja a primeira dimensão de nicho partilhada em comunidades de anfíbios anuros (TOFT 1985), diversos estudos mostram que o grau de partilha do sítio de vocalização é variável nas comunidades de anuros. Em comunidades neotropicais pode ocorrer sobreposição parcial em relação à utilização de recursos durante a reprodução (CRUMP 1974, CARDOSO *et al.* 1989, ROSSA-FERES & JIM 1994 e 2001), ou sobreposição total entre espécies taxonomicamente próximas, podendo gerar híbridos (HADDAD *et al.* 1990 e 1994, POMBAL JR. 1997). Entretanto, sobreposição total parece ser rara, uma vez que espécies próximas apresentam diferenças na utilização do habitat, que parecem ser suficientes para promover segregação espacial (*e.g.* HEYER *et al.* 1990, ROSSA-FERES & JIM 1996, VASCONCELOS & ROSSA-FERES 2005, MARTINS *et al.* 2006).

Dentre os muitos aspectos do comportamento, a vocalização é o sinal mais característico dos anuros, e é de fundamental importância na biologia reprodutiva, bem como no comportamento social, provavelmente surgindo no início da história evolutiva do grupo (SALTRE & MECHAM 1974). O canto apresenta propriedades estereotipadas,

espectrais e temporais, que são utilizadas principalmente durante o período de atividade reprodutiva (GERHARDT 1994). O canto de anúncio (“advertisement call”), é a vocalização mais freqüentemente emitida pelos machos (WELLS 1977), contém informações espectrais e/ou temporais importantes para o reconhecimento específico (STRAUGHAN 1973, SALTHER & MECHAM 1974, WELLS 1977, GERHARDT 1983, ARAK 1983, RYAN 1985, COCROFT & RYAN 1995), apresentando adaptações que anulam ou inibem a interferência acústica no período reprodutivo (WELLS 1980, 1988, SCHWARTZ & WELLS 1983, 1984, BASTOS & HADDAD 1995, GRAFE 1996, GIVEN 1990, MARTINS & JIM 2003, 2004, MARTINS *et al.* 2006).

Análises das variáveis acústicas das vocalizações dos machos, de um ponto de vista da comunidade, sugerem que espécies simpátricas exibem vocalizações com diferenças significantes e somente pequena sobreposição (ver referências em HÖDL 1977, DUELLMAN & PYLES 1983). Segundo DUELLMAN & PYLES (1983) espécies alopátricas têm vocalizações mais similares que espécies simpátricas. Espécies simpátricas com vocalizações similares não têm reprodução sintópica e/ou sincrônica, sendo que, cada ambiente acústico é partilhado distintamente por uma assembléia particular de anuros, sendo a partilha acústica similar em comunidades distintas com habitats semelhantes e composição de espécies diferentes.

Alguns estudos em anuros têm demonstrado diferenças na estrutura do canto entre espécies que vocalizam em diferentes ambientes. Mudanças nos sinais de amplitude e fidelidade dos cantos emitidos podem diminuir a eficiência do sinal, sendo a degradação do som menor em indivíduos que vocalizam acima do solo em comparação com indivíduos que vocalizam apoiados no solo e, menor em habitats abertos comparados com habitats de floresta (KIME *et al.* 2000). No presente estudo, nosso objetivo foi verificar a importância do uso do habitat e do espaço acústico na organização de comunidades de anuros de área

aberta e verificar se a variação acústica está relacionada ao comprimento rostro-cloacal das espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Ambiente de estudo e metodologia

Esse estudo foi desenvolvido no município de Icém, região noroeste do Estado de São Paulo (Fig 1). Segundo dados da Divisão Regional Agrícola (DIRA) de São José do Rio Preto, o clima desta região é do tipo Cwa-Aw de Köppen, caracterizado por uma estação quente e úmida no verão e estiagem no inverno. A estação chuvosa (setembro a março) tem início variável ano a ano (ROSSA-FERES & JIM 2001) e recebe 85% da precipitação pluviométrica anual, enquanto a estação fria e seca (abril a agosto) recebe apenas 15% da precipitação pluviométrica anual, que varia de 1100 a 1250 mm ($\pm$ 250 mm) (BARCHA & ARID 1971). A vegetação original desta região, composta por Floresta Estacional Semidecidual e manchas de Cerrado (AB'SABER 2003), foi intensamente devastada em função do solo propício à agricultura, restando pequenos fragmentos espalhados em sua área de ocorrência natural (São Paulo 2000).

Foram amostrados seis corpos d'água com características estruturais e fisionômicas diferentes: açudes permanentes AP1 (20°22'1,7''S; 49°15'0,07''W), AP2 (20°21'50,8''S; 49°11'37,7''W), AP3 (20°22'30,3''S; 49°16'33,3''W) e AP4 (20°21'50,1''S; 49°14'18,9''W) e brejos BP (22°36'20,3''S; 52°18'04,6''W) e BT (20°21'46,5''S; 49°14'11,7''W). As amostragens foram realizadas quinzenalmente na estação chuvosa, entre setembro de 2004 e maio de 2005 e mensalmente na estação seca, entre junho e agosto de 2005.

O canto de anúncio de cada espécie foi registrado com gravador profissional Marantz PMD 222 acoplado a um microfone semidirecional Sennheiser ME 66, posicionado a uma distância de 0,5 a 1,5 m do indivíduo vocalizante. As vocalizações foram registradas utilizando fita cassete normal. Todas as vocalizações registradas foram editadas e arquivadas em mídia com formato “Windows PCM” e com taxa de amostragem de 44.100 Hz e 24 bits por amostra no padrão mono. Foram produzidos três tipos de gráficos para a análise da estrutura sonora: 1) sonogramas, que registram o espectro de frequência em função do tempo. Estes apresentaram uma escala de frequência entre 0 e 10.000 Hertz e a escala de tempo em segundos; 2) oscilogramas (gráfico em forma de ondas), que representa a intensidade do som ao longo do tempo; 3) espectro de potência, representação na forma de onda produzida pelas notas do canto das espécies para a análise do domínio da frequência. Para analisar a estrutura de cada canto foram utilizadas cinco diferentes características do canto de anúncio: faixa de frequência de emissão, frequência dominante e/ou fundamental, duração das notas, estrutura das notas (pulsionadas, multipulsionadas, simples, com harmônicos) e taxa de repetição. As análises bioacústicas foram realizadas usando o programa editor de som CoolEdit 96 (Syntryllium Software Corporation), com frequência de amostragem de 20.050 Hertz. Foi utilizado filtro de 256 bandas e, quando necessário, a opção de 1024 bandas. Durante as visitas aos ambientes foram registrados: o horário de início de atividade de vocalização e o horário de pico de atividades (coro); o número de espécies presentes e, também a estrutura dos animais participantes dos coros.

O sítio de vocalização de cada macho foi caracterizado pelo registro das seguintes variáveis:

a) altura em relação à superfície da água ou do solo, para as espécies cujos machos vocalizam empoleirados;

- b) profundidade da coluna d'água, para as espécies que vocalizam flutuando na água;
- c) distância do sítio de vocalização até a margem mais próxima do corpo d'água.

Para cada exemplar cujo canto foi gravado, o comprimento rostro-cloacal (CRC) foi determinado com paquímetro de precisão de 0,01 mm.

Análises estatísticas

Foram efetuadas 72 amostragens de setembro de 2004 a agosto de 2005, com frequência quinzenal na estação chuvosa e mensal na estação seca, entre 19 h e, no máximo, 24 h, sendo que a sequência de amostragem não foi a mesma nos diversos corpos d'água. A abundância de cada espécie foi estimada, durante o percurso, pelo método de levantamento visual (*sensu* CRUMP & SCOTT 1994), contabilizando todos os indivíduos em atividade de vocalização, durante o percurso do perímetro dos corpos d'água. A abundância de cada espécie foi considerada, segundo GOTTSBERGER & GRUBER (2004), como o número máximo de indivíduos contabilizados; a abundância mensal de cada espécie, segundo BERTOLUCI & RODRIGUES (2002), foi considerada igual à maior abundância quinzenal registrada e a abundância total em cada corpo d'água ao longo de todo período estudado do mês com maior abundância.

Dados sobre pluviosidade e temperatura foram fornecidos pela Divisão Regional Agrícola (DIRA) de São José do Rio Preto, SP, de um posto meteorológico distante 800 m da área amostrada. Os dados sobre umidade relativa foram coletados com um termohigrômetro (Tonka Tech modelo HT 100).

Para analisar e interpretar o uso do espaço acústico foi utilizado o programa computacional Statistica versão 5, para a elaboração de gráficos Box-Plot com as faixas de frequência e a frequência dominante e com a duração da nota de cada espécie registrada por corpo d'água e para o conjunto de espécies da área total amostrada. Nas espécies com canto

de anúncio composto foram utilizadas para análise de frequência as notas introdutórias do canto, sendo descartadas as outras notas.

Para verificar a influência do tamanho do anuro na frequência dominante emitida pelo animal, a frequência dominante foi comparada com o CRC através de uma regressão linear (Excel Windows XP). Foram consideradas de pequeno porte as espécies com CRC inferior a 30mm, de porte médio entre 30 e 60mm e, de porte grande com CRC acima de 60mm.

O grau de sobreposição das espécies no uso do espaço físico e acústico, foi determinado para as espécies em cada corpo d'água e para o conjunto de espécies da área total amostrada, para os seguintes conjuntos de dados: (i) informações espectrais do canto (faixas de frequência e frequências dominantes), (ii) sítio de vocalização (altura de empoleiramento ou profundidade da coluna d'água e distância da margem), (iii) conjuntamente para os descritores do sítio de vocalização e informações espectrais do canto de anúncio, (iv) conjuntamente para os descritores do sítio de vocalização e os valores de frequência dominante. Agrupamentos de espécies acima de 0,70% de similaridade foram considerados de alta sobreposição. As análises foram realizadas no programa computacional Past, utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis e o método de média não ponderada para a análise de agrupamento (KREBS 1999).

RESULTADOS

Dezoito espécies de anuros ocorreram nos corpos d'água amostrados, sendo distribuídas em cinco famílias: Leptodactylidae (4), Hylidae (7), Leiuperidae (5), Microhylidae (1) e Bufonidae (1) (Tab. I). Oito espécies, *Dermatonotus muelleri*,

Hypsiboas raniceps, *Dendropsophus sanborni*, *Trachycephalus venulosus*, *Pseudis paradoxa*, *Leptodactylus mystacinus*, *Leptodactylus cf. ocellatus* e *Physalaemus marmoratus*, foram registradas somente em corpos d'água próximos aos selecionados.

As espécies registradas apresentaram cantos de anúncio com grande amplitude para os dados espectrais e temporais, com a faixa de frequência variando de 0,21 (*Leptodactylus labyrinthicus*) a 6,04 (*Dendropsophus minutus*) kHz. A frequência dominante variou de 0,43 (*L. labyrinthicus*) a 4,84 (*Pseudopaludicola aff. falcipes*) kHz. e a duração da nota variou de 0,01 (*D. nanus*) a 2,8 (*Elachistocleis bicolor*) segundos. A taxa de repetição do canto variou de 5 (*E. bicolor*) a 1414 (*P. mystacalis*) cantos por minuto (Tab. I). O comprimento rostro-cloacal (CRC), variou de 12 (*P. aff falcipes* e *P. mystacalis*) a 168 mm (*L. labyrinthicus*), sendo *L. labyrinthicus* e *C. schneideri* espécies muito maiores que as demais, aproximadamente três vezes maiores que a maior espécie entre as demais (Tab I). A maioria das espécies apresentou canto de anúncio simples, tendo apenas uma nota que se repetia na vocalização sendo que apenas duas espécies (*D. minutus* e *Hypsiboas albopunctatus*) apresentaram cantos compostos, formados por notas sequenciais diferentes. Foram registradas notas pulsionadas, multipulsionadas e com harmônicos. As espécies que vocalizaram empoleiradas apresentaram notas pulsionadas e multipulsionadas enquanto que, entre as espécies que vocalizaram apoiadas sobre o solo ou flutuando na superfície da água foram encontrados, ainda, cantos com notas harmônicas (Tab. I).

Na análise do espaço acústico, *Physalaemus cuvieri*, *P. centralis*, *Eupemphix nattereri* e *Scinax fuscovarius*, anuros que vocalizaram sobre o solo e *D. minutus* e *S. fuscomarginatus*, que vocalizaram empoleiradas, ocuparam o mesmo espaço acústico, possuindo o mesmo canal de comunicação (Fig. 2). Entretanto, a duração da nota emitida por cada espécie diferiu, diferindo, portanto, o tipo de informação transmitida (Fig. 3).

Foi possível perceber dois grupos de espécies com baixa sobreposição em relação às características do canto de anúncio: i) espécies que vocalizaram em uma faixa de frequência acima de 2 kHz (*Leptodactylus furnarius*, *Pseudopaludicola mystacalis*, *P. aff. falcipes*, *Elachistocleis bicolor*, *Dendropsophus nanus*, *D. minutus*, *D. elianeae* e *Scinax fuscomarginatus*), sendo que as quatro primeiras vocalizaram apoiadas sobre o solo e as demais empoleiradas; ii) espécies que vocalizaram em uma faixa de frequência abaixo de 3 kHz (*Leptodactylus fuscus*, *L. labyrinthicus*, *L. podicipinus*, *Physalaemus cuvieri*, *P. centralis*, *Eupemphix nattereri*, *Chaunus schneideri*, *Scinax fuscovarius*, *S. similis* e *Hypsiboas albopunctatus*), sendo que apenas as duas últimas vocalizaram empoleiradas e, das oito espécies que vocalizaram sobre o solo, quatro apresentaram notas formadas por harmônicos e as demais pulsionadas (Figs. 4 e 5).

A frequência dominante do canto de anúncio foi correlacionada positivamente com o comprimento rostro-cloacal das espécies ($r = 0,69$; $y = 0,11$). Nesta análise foram retiradas as informações sobre *L. labyrinthicus* e *C. schneideri* por apresentarem CRC muito maior que as demais espécies, não permitindo uma ordenação das espécies utilizando o tamanho corporal. As espécies de pequeno porte vocalizaram em uma frequência mais alta, enquanto que as espécies de maior CRC vocalizaram em uma frequência mais baixa. *Physalaemus cuvieri* é representada pelo ponto mais afastado abaixo da linha de correlação, sendo uma espécie de pequeno porte, que utilizou uma faixa de frequência baixa e *L. furnarius*, uma espécie de porte médio e que utilizou uma faixa de frequência alta observado no ponto mais afastado acima da linha de correlação (Fig. 6).

A análise da similaridade em relação à faixa de frequência e frequência dominante de todas as espécies evidenciou agrupou separadamente as espécies de pequeno, médio e grande porte. Foram formados cinco agrupamentos com alta sobreposição no canto de anúncio para os dados espectrais: (1) *L. furnarius*, *D. elianeae* e *E. bicolor*; (2) *S.*

fuscmarginatus e *D. minutus*; (3) *P. mystacalis*, *D. nanus* e *P. aff. falcipes*; (4) *P. cuvieri*, *E. nattereri*, *P. centralis* e *S. similis* e; (5) *S. fuscovarius*, *H. albopunctatus* e *L. fuscus*, mas apenas dois agrupamentos incluíram espécies do mesmo gênero (Fig. 7). Para os dados temporais do canto de anúncio, houve alta sobreposição entre as espécies para duração e taxa de repetição da nota (Fig. 8).

A análise da similaridade no canto de anúncio para as espécies registradas em cada corpo d'água (Fig. 9) demonstrou alta sobreposição (83 a 100%) entre as espécies para os dados espectrais do canto. Apenas no açude AP4 não houve sobreposição no canto das espécies. A sobreposição para os dados temporais do canto de anúncio (Fig. 10), também foi alta (55 a 81%). Apenas no corpo d'água AP3 houve baixa sobreposição para estes descritores do canto, com apenas 33% dos possíveis pares de espécies apresentando alta sobreposição (Fig. 10).

Quanto ao sítio de vocalização, *L. labyrinthicus*, *L. podicipinus*, *P. cuvieri*, *P. centralis*, *E. nattereri* e *C. schneideri* vocalizaram preferencialmente na superfície da água. Vocalizaram apoiados no solo, *P. mystacalis*, *Pseudopaludicola aff. falcipes*, *L. fuscus*, *L. furnarius*, *S. fuscovarius* e *E. bicolor*. As espécies que vocalizaram empoleiradas foram *S. similis*, *S. fuscmarginatus*, *D. elianae*, *D. minutus* e *H. albopunctatus*. No estrato horizontal, as espécies que vocalizaram no interior do corpo d'água foram, *L. fuscus*, *P. mystacalis*, *S. fuscmarginatus*, *D. nanus*, *D. elianae*, *H. albopunctata* e *E. bicolor*. As espécies que ocuparam as margens dos corpos d'água foram: *L. labyrinthicus*, *L. podicipinus*, *Pseudopaludicola aff. falcipes*, *P. centralis*, *P. cuvieri*, *E. nattereri* e *C. schneideri* e, *S. fuscovarius* e *S. similis* vocalizaram exclusivamente na parte externa dos corpos d'água. *L. furnarius* e *D. minutus* vocalizaram tanto no interior como na área externa dos corpos d'água amostrados (Tab. II).

A similaridade no sítio de vocalização em cada corpo d'água demonstrou baixa sobreposição para este recurso (Fig. 11). A maior sobreposição ocorreu no açude AP3 onde 50% dos possíveis pares de espécies apresentaram alta sobreposição (Fig. 11). A similaridade em relação ao sítio de vocalização, considerando o conjunto dos corpos d'água amostrados, evidenciou dois agrupamentos de espécies com alta sobreposição (Fig. 12A): (1) *L. furnarius*, *E. bicolor* e *L. fuscus*; (2) *L. podicipinus* e *E. nattereri*, tendo as espécies dos dois agrupamentos ocupado o estrato horizontal interno dos corpos d'água (Fig. 12A). Quando as características do canto de anúncio são acrescentadas à essa análise (Fig. 12B), o grau de sobreposição encontrado para o sítio de vocalização aumenta, sendo evidenciados cinco novos agrupamentos, formados por espécies de gêneros diferentes ou por espécies com comprimento do corpo bastante distinto (Fig. 12B).

Acrescentando a esta última análise o tipo de habitat (corpo d'água) utilizado pelas espécies, a sobreposição verificada no uso do espaço físico e acústico é anulada, ou seja, a partilha é total (Fig. 12C).

DISCUSSÃO

O canto de anúncio é um sinal específico, do qual as fêmeas dispõem para distinguir os machos intraespecíficos (RYAN & RAND 1993). Vários autores consideram os cantos de anúncio como mecanismo de isolamento reprodutivo (CARDOSO & VIELLIARD 1990, HEYER *et al.* 1990, POMBAL *et al.* 1995). Todas as espécies estudadas emitiram canto de anúncio e a

estrutura física das vocalizações diferiu consideravelmente entre as espécies sendo, portanto, um fator essencial para evitar a hibridização.

O canto de anúncio da maior parte das espécies não difere, de modo geral, dos cantos registrados para populações das mesmas espécies em outras localidades do país (CARDOSO 1986, HEYER *et al.* 1990, POMBAL *et al.* 1995, BASTOS *et al.* 2003, MARTINS & JIM 2003, 2004, TOLEDO & HADDAD 2005). Os dados para *Dendropsophus minutus* foram semelhantes aos encontrados por DUELLMAN (1978), com frequência dominante em torno de 3 kHz, mas diferente do apresentado por CARDOSO (1981) com frequência dominante entre 3,5 a 5,0 kHz. Talvez essas diferenças devam-se, como observado por POMBAL JR *et al.* (1995) à diferenças de metodologia e equipamentos empregados nas gravações e de análises sonográficas nos estudos ou à variação geográfica. Os cantos de anúncio de *S. fuscovarius* e de *S. fuscomarginatus* tiveram valores próximos aos registrados por TOLEDO & HADDAD (2005). Para *P. cuvieri* os dados corroboram os valores encontrados por POMBAL JR. *et al.* (1995) e, diferem dos dados apresentados por CARDOSO (1986). A estrutura das notas de *Chaunus schneideri*, *Hypsiboas albopunctatus*, *Dendropsophus minutus*, *Scinax fuscomarginatus*, *Leptodactylus fuscus*, *Physalaemus centralis*, *P. cuvieri* e *Eupemphix nattereri* foram semelhantes às encontradas por BASTOS *et al.* (2003). Também foram semelhantes os dados para *Dendropsophus nanus* e *D. elianeae* (Martins & Jim 2004). Não foram encontrados dados de bioacústica para as demais espécies.

Os cantos da maioria das espécies diferiram em parâmetros temporais, tais como duração, taxa de repetição e padrão de estrutura física das notas com agrupamentos de espécies não relacionadas taxonomicamente. Para os parâmetros espectrais do canto de anúncio houve grande sobreposição entre as espécies amostradas com agrupamentos de espécies taxonomicamente próximas. Estes dados revelam que apesar de compartilhar o mesmo espaço acústico ou, o mesmo canal de comunicação, a estrutura temporal como

duração da nota diferiu, sendo diferentes as informações transmitidas (HÖDL 1977).

Além disso, houve correlação entre a frequência dominante do canto de anúncio e o comprimento rostro-cloacal. Os machos de pequeno porte tiveram tendência a vocalizar em uma frequência alta, quando comparados com machos de grande porte, que vocalizaram em frequências mais baixas. Assim, machos pequenos tendem a cantar em frequências mais altas tendo uma sensibilidade auditiva menor que machos maiores, sendo que um limite superior a 5 kHz foi uma situação comum entre os pequenos anuros, como já observado por LOFTUS-HILLS (1973) e DUELLMAN & PYLES (1983).

O sítio de vocalização das espécies registradas no presente estudo é, de modo geral, semelhante ao registrado em outras localidades do noroeste paulista (BERNARDE & KOKUBUM 1999, ROSSA-FERES & JIM 2001, VASCONCELOS & ROSSA-FERES 2005). Esta especificidade do sítio de vocalização tem sido registrada em outros estudos com comunidades de anuros (*e.g.* HÖDL 1977, BERTOLUCI & RODRIGUES 2002) e parece ser uma extensão filogenética adicional ao comportamento de isolamento acústico em muitas espécies (ETGES 1987), podendo promover maior partilha do hábitat reprodutivo (BERTOLUCI & RODRIGUES 2002).

A variação intraespecífica no sítio de vocalização foi baixa. *Pseudopaludicola aff. falcipes* e *P. cuvieri* apresentaram maior amplitude de nicho na ocupação no estrato horizontal do sítio de vocalização que as demais espécies. *Dendropsophus minutus* e *Hypsiboas albopunctatus* apresentaram maior amplitude de nicho na ocupação do estrato vertical do sítio de vocalização. Segundo HEYER & BELLIN (1973) espécies que ocupam ambientes instáveis ou alterados pelo homem apresentam maior amplitude no uso dos recursos, como na área estudada. Portanto, como já sugerido por ROSSA-FERES & JIM (2001), a variação no uso de sítio de vocalização das espécies estudadas parece refletir uma adaptação necessária à sobrevivência nesses habitats.

A pequena sobreposição entre as espécies no uso de sítio de vocalização nos corpos d'água estudados difere do encontrado por POMBAL JR (1997) e ROSSA-FERES & JIM (2001), que reportaram grande sobreposição. No entanto, corrobora com a segregação verificada em outras comunidades de região tropical (*e.g.* CARDOSO *et al.* 1989, HEYER *et al.* 1990, NASCIMENTO *et al.* 1994, HADDAD & SAZIMA, 1992, POMBAL & GORDO 2004). Houve maior sobreposição entre as espécies que vocalizaram apoiados no solo ou flutuando na água (Leptodactylidae, Leiuperidae, Bufonidae e Microhylidae) do que entre aquelas que vocalizaram empoleiradas (Hylidae). Isto está relacionado, provavelmente, à menor possibilidade de partilha espacial no plano bidimensional do que no plano tridimensional, já que a presença de discos adesivos permite aos hílídeos o uso do estrato vertical (CARDOSO *et al.* 1989), e mesmo utilizando o mesmo gradiente, cada espécie pode ocupar porções específicas do sítio de vocalização (MARTINS *et al.* 2006). No entanto, a fraca sobreposição entre os anuros que vocalizaram empoleirados parece estar mais relacionada a um conjunto de variáveis do sítio de vocalização, como a distância da margem e o tipo de substrato, do que unicamente à partilha vertical. Já que esta, em decorrência da vegetação predominantemente herbácea dos corpos d'água estudados, teve pouca importância na segregação entre as espécies. Possivelmente, a baixa sobreposição no sítio de vocalização se deva à baixa riqueza e abundância das espécies na região amostrada, estas, sendo influenciada pela imprevisibilidade da estação chuvosa.

As diferenças estruturais do canto de anúncio junto com a partilha do sítio de vocalização foram de importância primária por que, juntas, promoveram segregação completa entre as espécies, representando um eficiente mecanismo de segregação nas taxocenoses de anuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A.N. 2003. Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Ateliê editorial , São Paulo.
AICHINGER, M. 1987. Annual activity pattern of anurans a seasonal neotropical environment. Oecologia . 71 : 583-592
ARAK, A. 1983. Male-male competition and mate choice in anuran amphibinas. <i>In</i> : P. BATESON (Ed.). Leks and mate choice . Cambridge University Press, Cambrigde.
BARCHA, S.F. & F.M. ARID. 1971. Estudo da evapotranspiração na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. Revista de Ciências da Faculdade de Ciências e Letras 1 : 94-122.
BASTOS, R.F. & C.F.B. HADDAD. 1995. Vocalizações e interações acústicas em <i>H. elegans</i> durante a atividade reprodutiva (Anura, Hylidae). Naturalia 1 (3): 1-11.
BASTOS, R.F., J.A.O. MOTTA, L.P. LIMA & L.D. GUIMARÃES. 2003. Anfíbios da Floresta Nacional de Silvânia, Estado de Goiás . Stylo Gráfica e Editora, Goiânia.
BERNARDE, P.S. & M.N.C. KOKUBUM. 1999. Anurofauna do Município de Guararapes, Estado de São Paulo (Amphibia, Anura). Acta Biologica Leopoldensia 21 : 89-97.
BERTOLUCI, J. & J.T. RODRIGUES. 2002. Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic Rainforest anurans at Boracéia, Southeastern Brazil. Amphibia-Reptilia 23 : 161-167.
CARDOSO, A. J. 1981. Organização Espacial e Temporal na Reprodução e Vida Larvária em uma Comunidade de Hilídeos no Sudeste do Brasil (Amphibia, Anura) . Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP.
CARDOSO, A.J. 1986. Utilização de recursos para reprodução em comunidade de anuros no Sudeste do Brasil . Tese de Doutorado, IB, universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, 216p.
CARDOSO, A.J.; G.V. ANDRADE & C.F.B. HADDAD. 1989. Distribuição espacial em comunidade de anfíbios (Anura) no sudeste do Brasil. Revista Brasileira Biologia 49 (1): 241-249.
CARDOSO, A.J. & J.M.E. VIELLIARD. 1990. Vocalização de anfíbios anuros de um ambiente aberto, em Cruzeiro do Sul, Estado do Acre. Revista Brasileira de Biologia 50 : 229-242.
COCROFT, R.B. & M.J. RYAN. 1995. Patterns of advertisement call evolution in toads and

chorus frogs. Animal Behaviour 49 : 283-303.
CRUMP, M.L. & N.J. SCOTT JR. 1994. Visual encounter surveys. <i>In</i> : W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. A. C. Hayek & M. S. Foster (Eds.). Measuring and Monitoring Biological Diversity –Standard Methods for Amphibians . Smithsonian Institution Press, Washington, 84-92.
CRUMP, M.L. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. Miscellaneous Publications Museum Natural History University of Kansas , 61 : 1-68.
DE FONSECA, P.H. & R. JOCQUÉ. 1982. The palmate newt <i>Triturus helveticus helveticus</i> (Raz) in Flanders (Belgium). Distribution and habitat preferences. Biological Conservation 23 : 297-307.
DUELLMAN, W.E. 1978. The biology of an herpetofauna in Amazon Ecuador. Miscellaneous Publications of Museum Natural History of University of Kansas , Lawrence, 65 : 1-352.
DUELLMAN, W.E. & R.A. PYLES. 1983. Acoustic resource partitioning in anuran communities. Copeia 639-649.
DUELLMAN W.E. & L. TRUEB. 1994. Biology of Amphibians . Baltimore and London, McGraw-Hill, 670p.
ETGES, W.J. 1987. Call site choice in male anurans. Copeia 4 : 910-923.
GERHARDT, H.C. 1983. Communication in the environment. <i>In</i> : T.R. HALLIDAY & P.J.B. SLATER (Eds.). Animal Behaviour 2 , San Francisco: 82-113.
GERHARDT, H.C. 1994. The evolution of vocalization in frogs and toads. Annual Rev. Systematic 25 : 293-342.
GIVEN, M.F. 1990. Spatial distribution and vocal interaction in <i>Rana clamitans</i> and <i>R. virgatipes</i> . Journal of Herpetology 24 : 377-382.
GRAFE, T.U. 1996. The function of call alternation in the African reed frog (<i>Hyperolius marmoratus</i>): precise call timing prevents auditory masking. Behavioral Ecology and Sociobiology 38 : 149-158.
GOTTSBERGER, B. & GRUBER, E. 2004. Temporal partitioning of reproductive activity in a neotropical anuran Community. Journal Tropical Ecology 20 : 271-280.
HADDAD, C.F.B., A.J. CARDOSO & L.M. CASTANHO. 1990. Híbridização natural entre <i>Bufo ictericus</i> e <i>Bufo crucifer</i> (Amphibia: Anura). Revista Brasileira Biologia 50 : 739-744.
HADDAD, C.F.B.; J.P. POMBAL JR. & R.F. BASTISTIC. 1994. Natural hybridization between

diploid and tetraploid species of leaf-frogs, genus <i>Phyllomedusa</i> (amphibia). Journal of Herpetology 28 (4): 425-430.
HEYER, W.R. & M.S. BELLIN. 1973. Ecological notes on five sympatric <i>Leptodactylus</i> (Amphibia, Leptodactylidae) from Ecuador. Herpetologica 29 (1): 66-72.
HEYER, W.R.; RAND, A.S.; CRUZ, C.A.G.; PEIXOTO, O.L. & NELSON, C.E. 1990. Frogs of Boracéia. Arquivos de Zoologia , 31 (4): 231-410.
HÖDL, W. 1977. Call differences and calling sites segregation in anuran species from Central Amazonian floating meadows. Oecologia , Heidelberg, 28 : 351-363.
KIME, N.M, W.R. TURNER & M.J. RYAN. 2000. The transmission of advertisement calls in Central American frogs. Behaviour Ecology 11 : 71-83.
KREBS, C.J. 1999. Ecological methodology . Addison Wesley Educational Publishers, Menlo Park.
LOFTS-HILLS, J.J. 1973. Comparative aspects of auditory functions in Australian anurans. Australian Journal Zoology 21 : 353-367.
MARTINS, I.A. & J. JIM. 2003. Bioacoustic analysis of advertisement call in <i>Hyla nana</i> and <i>Hyla sanborni</i> in Botucatu, São Paulo, Brazil. Brazilian Journal of Biology 63 : 507-516.
MARTINS, I.A. & J. JIM. 2004. Advertisement call of <i>Hyla jimi</i> and <i>Hyla elianeae</i> (Anura, Hylidae) in Botucatu Region, São Paulo, Brazil. Brazilian Journal of Biology 64 : 645-654.
MARTINS, I.A. S.C. ALMEIDA & J. JIM. 2006. Calling sites and acoustic partitioning in species of the <i>Hyla nana</i> and <i>Hyla rubicundula</i> group. Herpetological Journal 16 : 239-247.
NASCIMENTO, L.B.; A.C.L. MIRANDA & T.A.M. BALSTAEDT. 1994. Distribuição estacional e ocupação ambiental dos anuros da área de proteção da captação da Mutuca (Nova Lima, MG). BIOS , Belo Horizonte, 2 (2): 5-12.
POMBAL-JR, J.P. 1997. Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. Revista Brasileira Biologia 54 (4): 583-594.
POMBAL JR.,J.P.; C.F.B. HADDAD & S. KASAHARA. 1995. A new Species of <i>Scinax</i> (Anura: Hylidae) from southeastern Brazil, with comments on the genus. Journal Herpetology 29 : 1-6.
POMBAL JR., J.P. & M. GORDO. 2004. Anfíbios Anuros da Juréia, p 234-256. <i>In</i> : O.A. M.

Marques & W. Duleba (Eds.). Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente Físico, Flora e Fauna. Ribeirão Preto, Holos Editora, 386p.
ROSSA-FERES, D.C. & JIM, J. 1994. Distribuição sazonal em comunidades de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo. Revista Brasileira Biologia 54 (2): 323-334.
ROSSA-FERES, D.C. & JIM, J. 1996. Distribuição espacial em comunidade de girinos na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia, Anura). Revista Brasileira Biologia 56 : 309-316.
ROSSA-FERES, D.C. & JIM, J. 2001. Similaridade no sítio de vocalização em uma comunidade de anfíbios anuros na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira Zoologia 18 (2): 439-454.
RYAN, M.J. 1985. The túngara frog: a study in sexual selection and communications. University of Chicago Press, Chicago, 230p.
RYAN, M.J. & A.S. RAND. 1993. Species recognition and sexual selection as a unitary problem in animal communication. Evolution 47 : 647-657.
SALTHER, S.N. & J.S. MECHAN. 1974. Reproductive and courtship patterns. <i>In</i> : B. LOFTS (Ed.). Physiology of the Amphibia. Academic Press, New York.
SÃO PAULO. 2000. Atlas das unidades de conservação ambiental do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
SCHWARTZ, J.J. & K.D. WELLS. 1983. The influence of background noise on the behavior of a neotropical treefrog, <i>Hyla ebraccata</i> . Herpetologica 39 : 121-129.
SCHWARTZ, J.J. & K.D. WELLS. 1984. Interspecific acoustic interaction of the neotropical treefrog <i>Hyla ebreccata</i> . Behavioral Ecology and Sociobiology 14 : 211-224.
STRAUGHAN, I.R. 1973. Evolution of anuran mating calls: bioacustical aspects. <i>In</i> : J.L. VIAL (Ed). Evolutionary Biology of the Anurans. University of Missouri Press, Columbia.
TOFT, C.A. 1985. Resource partitioning in amphibians and reptiles. Copeia 1 : 1-21.
TOLEDO, L.F. & C.F.B. HADDAD. 2005. Acoustic Repertoire and Calling Behavior of <i>Scinax fuscomarginatus</i> (Anura, Hylidae). Journal of Herpetology 39 (3): 455-464.
VASCONCELOS, T.S. & ROSSA-FERES, D.C. 2005. Diversidade, Distribuição Espacial e Temporal de Anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na Região Noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotropica , 17 (2): 2-14.
WELLS, K.D. 1977. The social behavior of anuran amphibians. Animal Behaviour 25 : 666-693.
WELLS, K.D. 1980. Intra e interspecific communication in the neotropical frog <i>Hyla</i>

ebraccata. **Amer. Zool.** **20**(4): 724.

WELLS, K.D. 1988. The effect of social interactions on anuran vocal behavior. *In*: B. FRITZSCH, W. WILCZYNSKI, M.J. RYAN, T.E HETHERINGTON & W. WALKOWIAK (Eds.). **The Evolution of Amphibian Auditory Systems**. New York

CONCLUSÕES GERAIS

- O período de atividade de vocalização da anurofauna local segue o padrão sazonal, no qual a maioria das espécies é encontrada em atividade de vocalização durante os meses mais quentes e chuvosos do ano.
- A riqueza de espécies foi correlacionada com as condições climáticas (temperatura e chuva).
- As características estruturais dos corpos d'água evidenciaram diferenças entre eles, em três níveis de heterogeneidade ambiental: alta, média e baixa.
- A diversidade foi maior nos corpos d'água com maior heterogeneidade ambiental, diminuindo nos corpos d'água com grau intermediário de heterogeneidade e os menores valores de riqueza foram registrados nos corpos d'água com menor heterogeneidade ambiental.
- A estrutura física das vocalizações diferiu consideravelmente entre as espécies sendo, portanto, um fator essencial para evitar a hibridização.
- Os cantos da maioria das espécies diferiram em parâmetros temporais, para os parâmetros espectrais do canto de anúncio houve grande sobreposição.
- Houve pequena sobreposição entre as espécies no uso de sítio de vocalização nos corpos d'água estudados.
- As diferenças estruturais do canto de anúncio junto com a partilha do sítio de vocalização foram de importância primária por que, juntas, promoveram segregação completa entre as espécies.



COBERTURA DO SOLO PARA A BACIA DO RIO TURVO

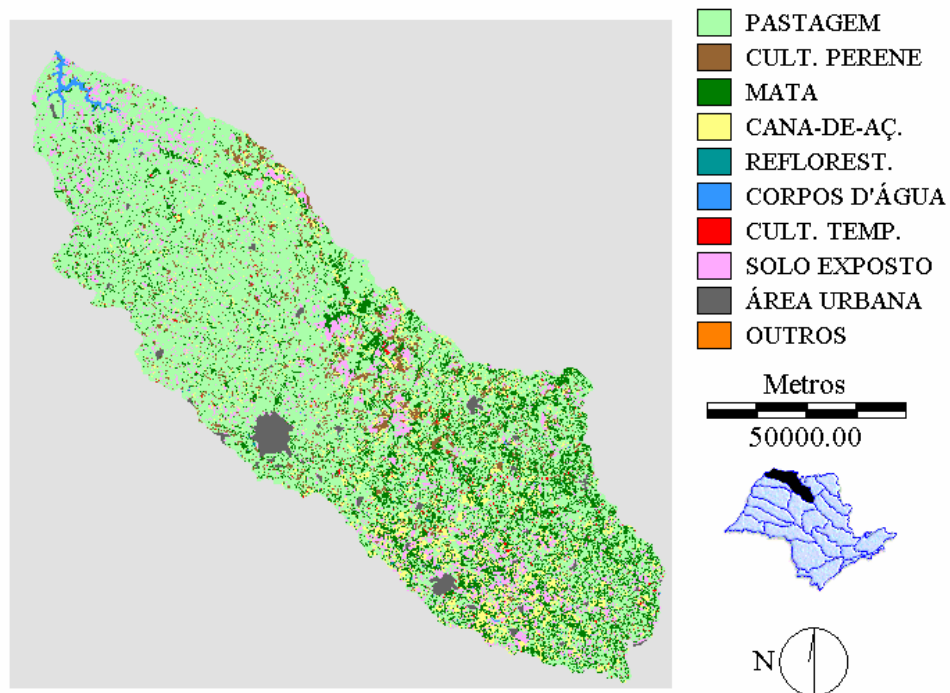


Figura 1 – Localização geográfica e mapa do uso da terra produzido pela Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos, destacando a região noroeste do Estado de São Paulo que fica inserida entre a Bacia do Turvo e Rio Grande, destacando o município de Icém.

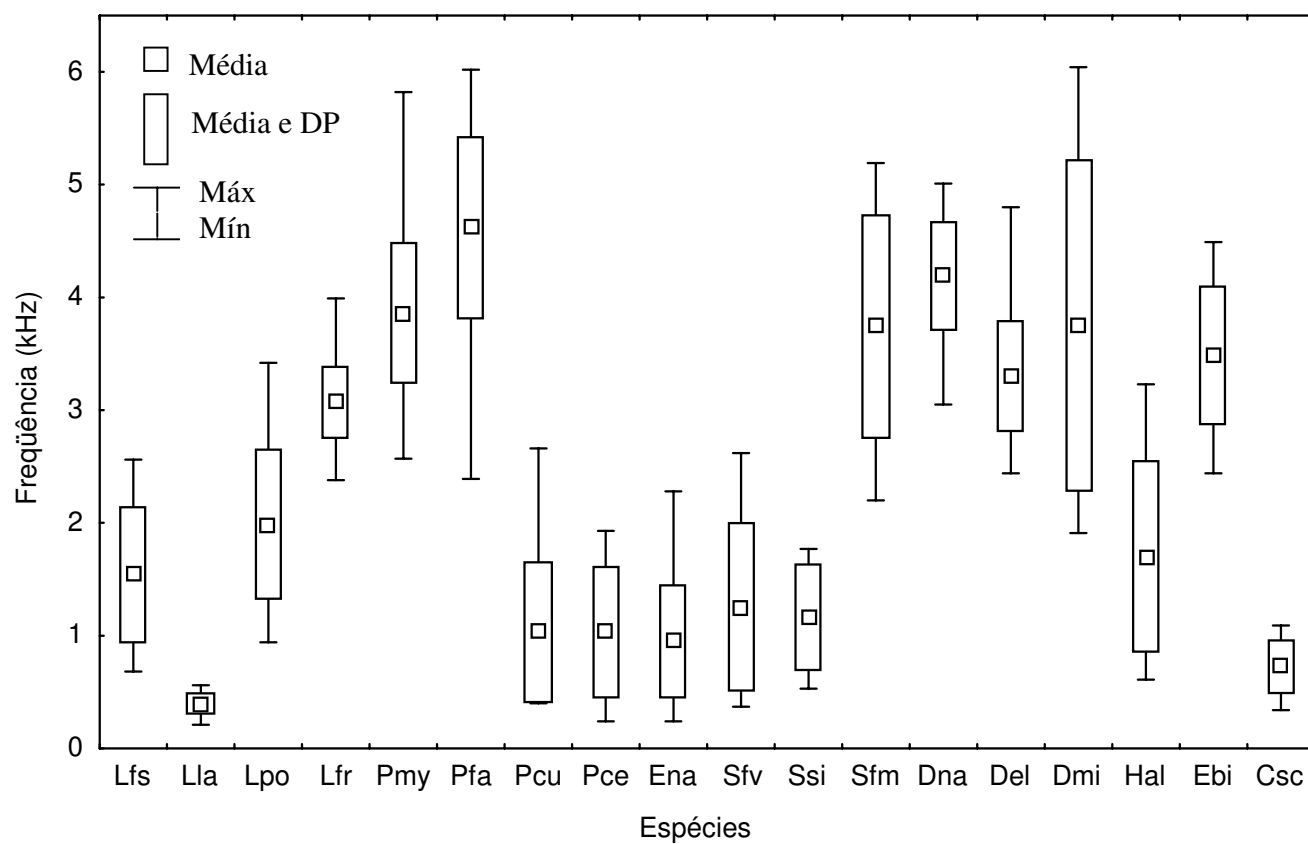


Figura 2 – Faixas de frequência e valores máximo e mínimo do canto de anúncio das espécies registradas nos corpos d'água amostrados, entre setembro de 2004 e agosto de 2005, no município de Icém, São Paulo.

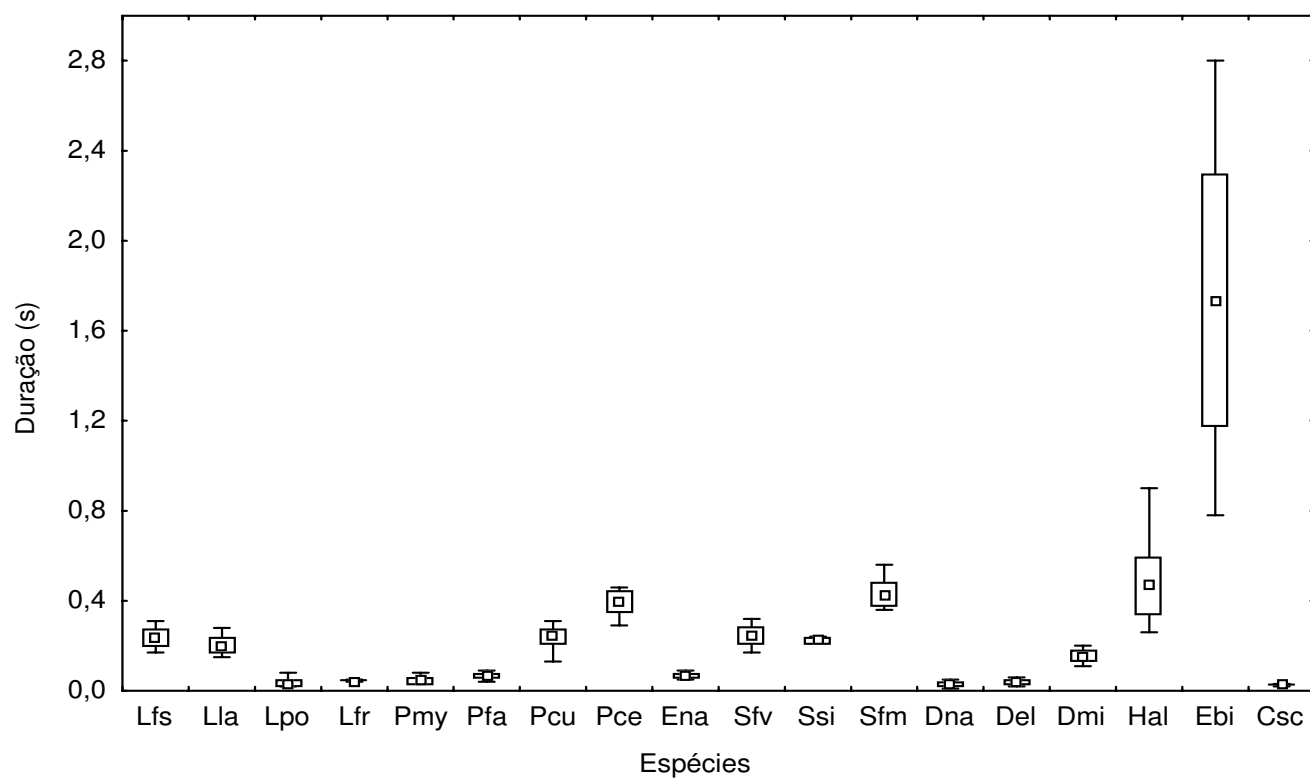


Figura 3 – Duração da nota do canto de anúncio das espécies registradas nos corpos d'água amostradas, entre setembro de 2004 e agosto de 2005, no município de Icém, São Paulo.

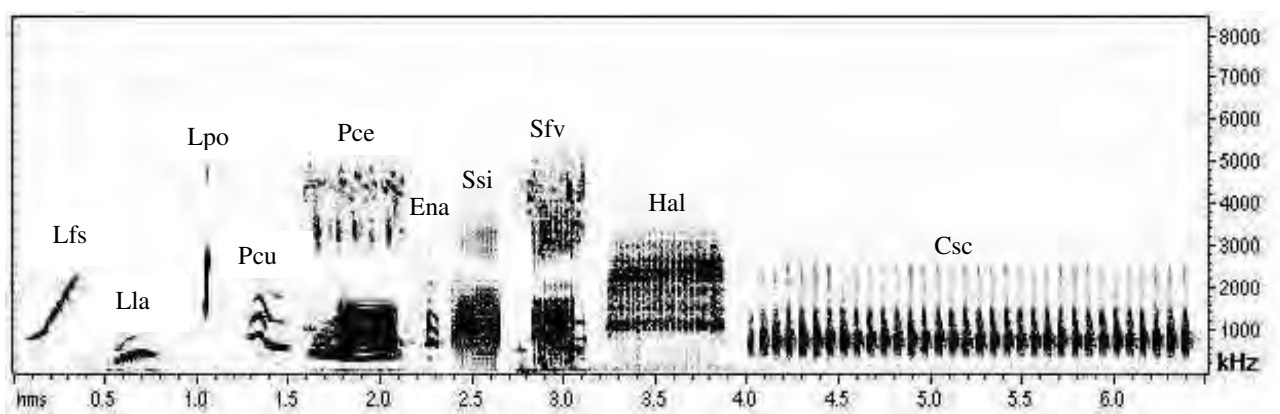


Figura 4 – Estrutura das notas (sonogramas) do canto de anúncio de dez espécies, registradas nos corpos d'água amostrados em Icém, São Paulo, que vocalizam abaixo de 3 kHz. Lfs) *L. fuscus*, Lla) *L. labyrinthicus*, Lpo) *L. podicipinus*, Pcu) *P. cuvieri*, Pce) *P. centralis*, Ena) *E. nattereri*, Ssi) *S. similis*, Sfv) *S. fuscovarius*, Hal) *H. albopunctatus* e Csc) *C. schneideri*.

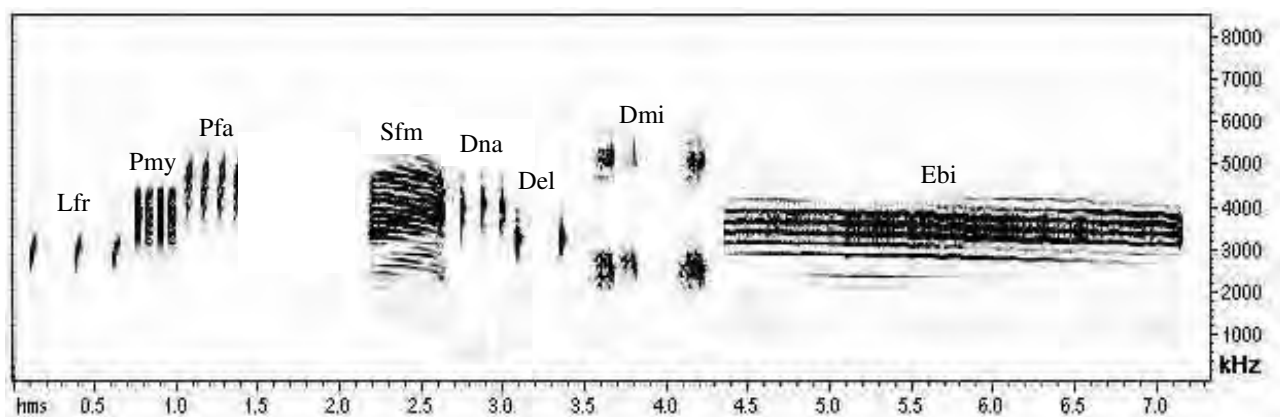


Figura 5 – Estrutura das notas (sonogramas) do canto de anúncio de oito espécies registradas nos corpos d'água amostrados em Icém, São Paulo, que vocalizam acima de 2 kHz. Lfr) *L. furnarius*, Pmy) *P. mystacalis*, Pfa) *Pseudopaludicola aff. falcipes*, Sfm) *S. fuscomarginatus*, Dna) *D. nanus*, Del) *D. elianae*, Dmi) *D. minutus*, Ebi) *E. bicolor*.

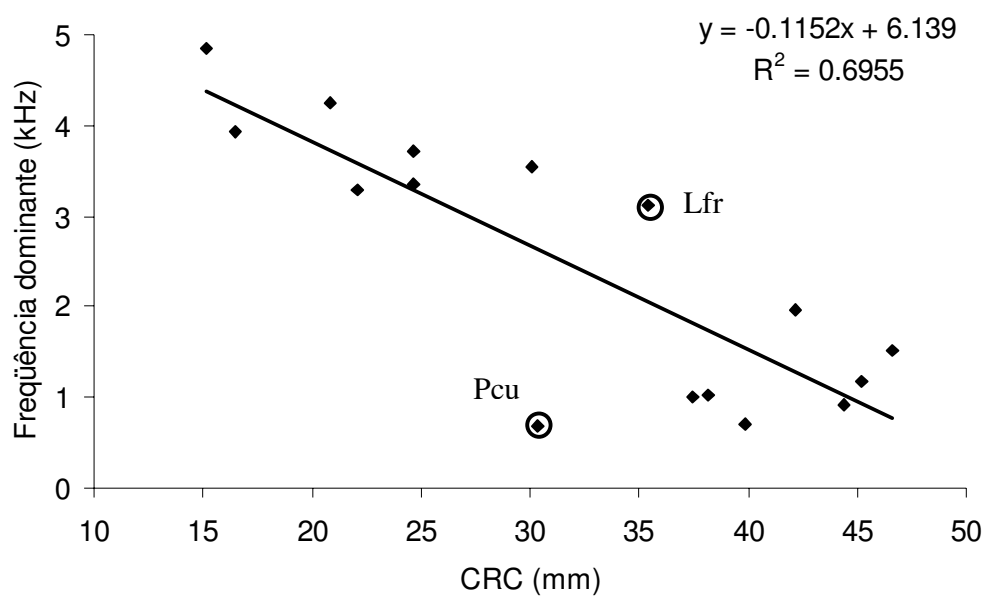


Figura 6 – Correlação entre o comprimento rostro-cloacal (CRC) e a frequência dominante das espécies registradas, entre setembro de 2004 e agosto de 2005, no município de Icém, São Paulo, ○ Pcu = *Physalaemus cuvieri*, Lfr = *Leptodactylus furnarius*.

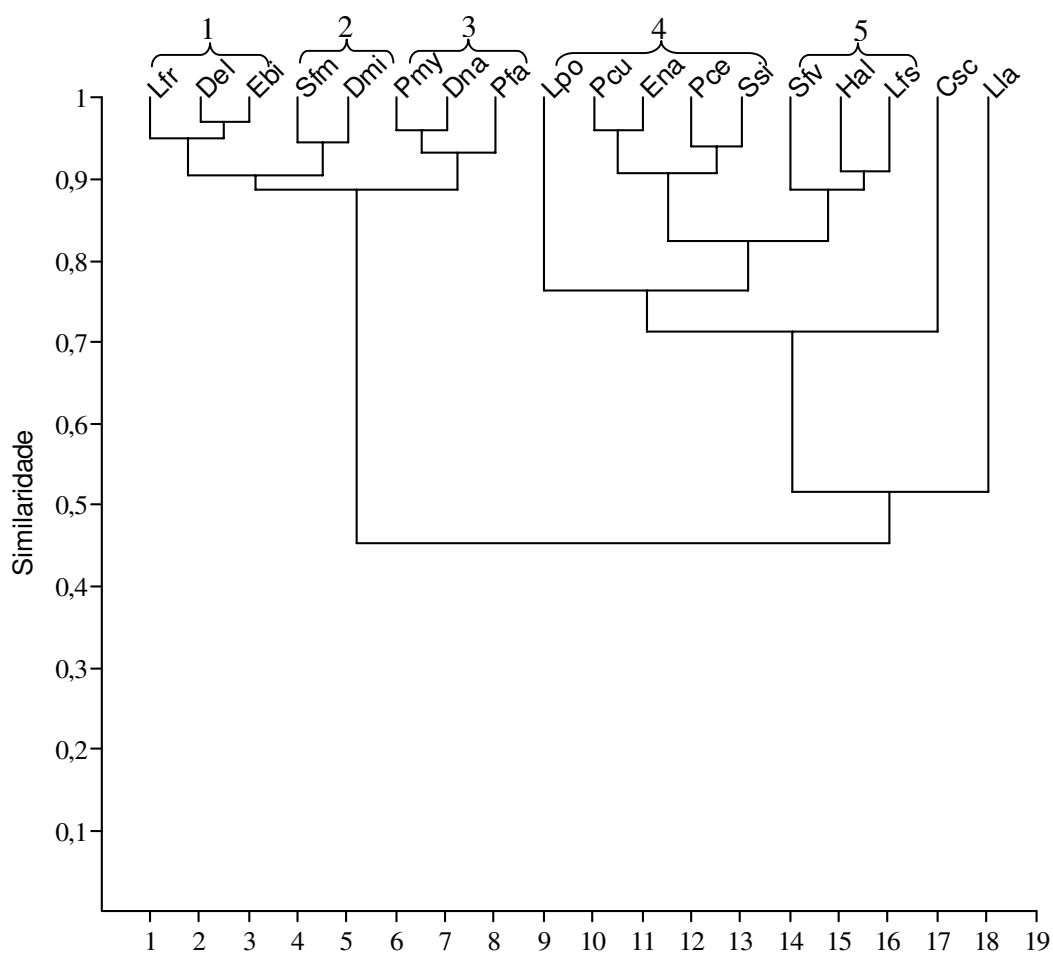


Figura 7 – Similaridade quanto aos valores espectrais (faixa de frequência e frequência dominante) do canto de anúncio das espécies registradas no município de Icém, São Paulo. Os colchetes marcam os agrupamentos com alta sobreposição.

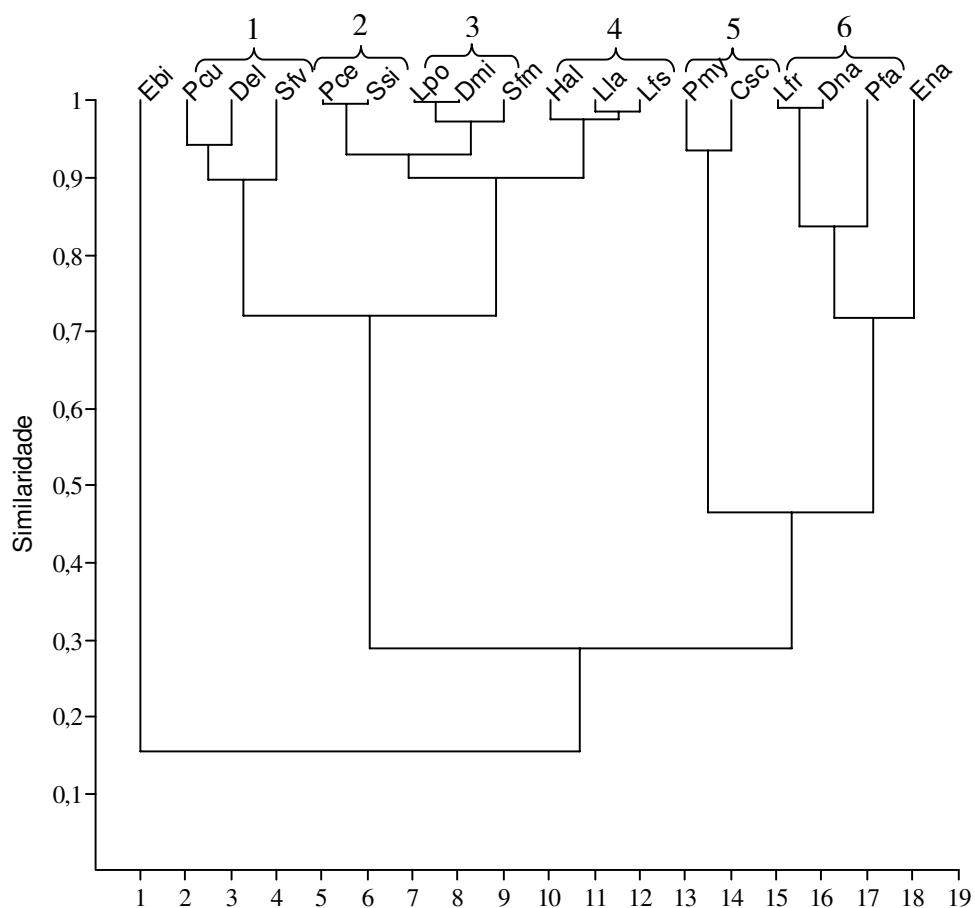


Figura 8 – Similaridade das espécies quanto aos valores temporais (duração e taxa de repetição da nota) do canto de anúncio das espécies registradas, no município de Icém, São Paulo. Os colchetes marcam os agrupamentos com alta sobreposição.

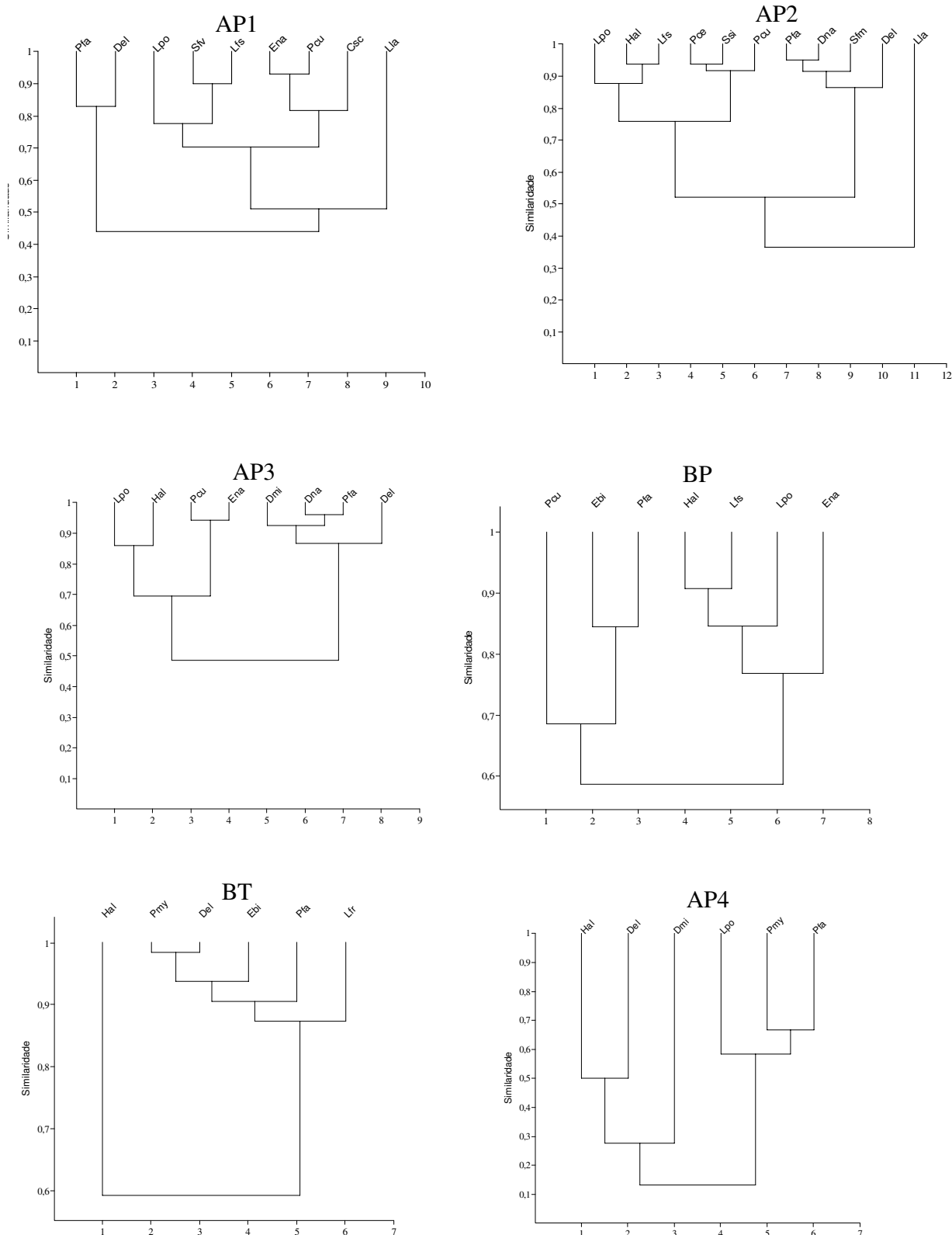


Figura 9 – Similaridade nos valores espectrais (faixa de frequência e frequência dominante) do canto de anúncio das espécies registradas, entre setembro de 2004 e agosto de 2005, nos seis corpos d'água amostrados no município de Icém, São Paulo.

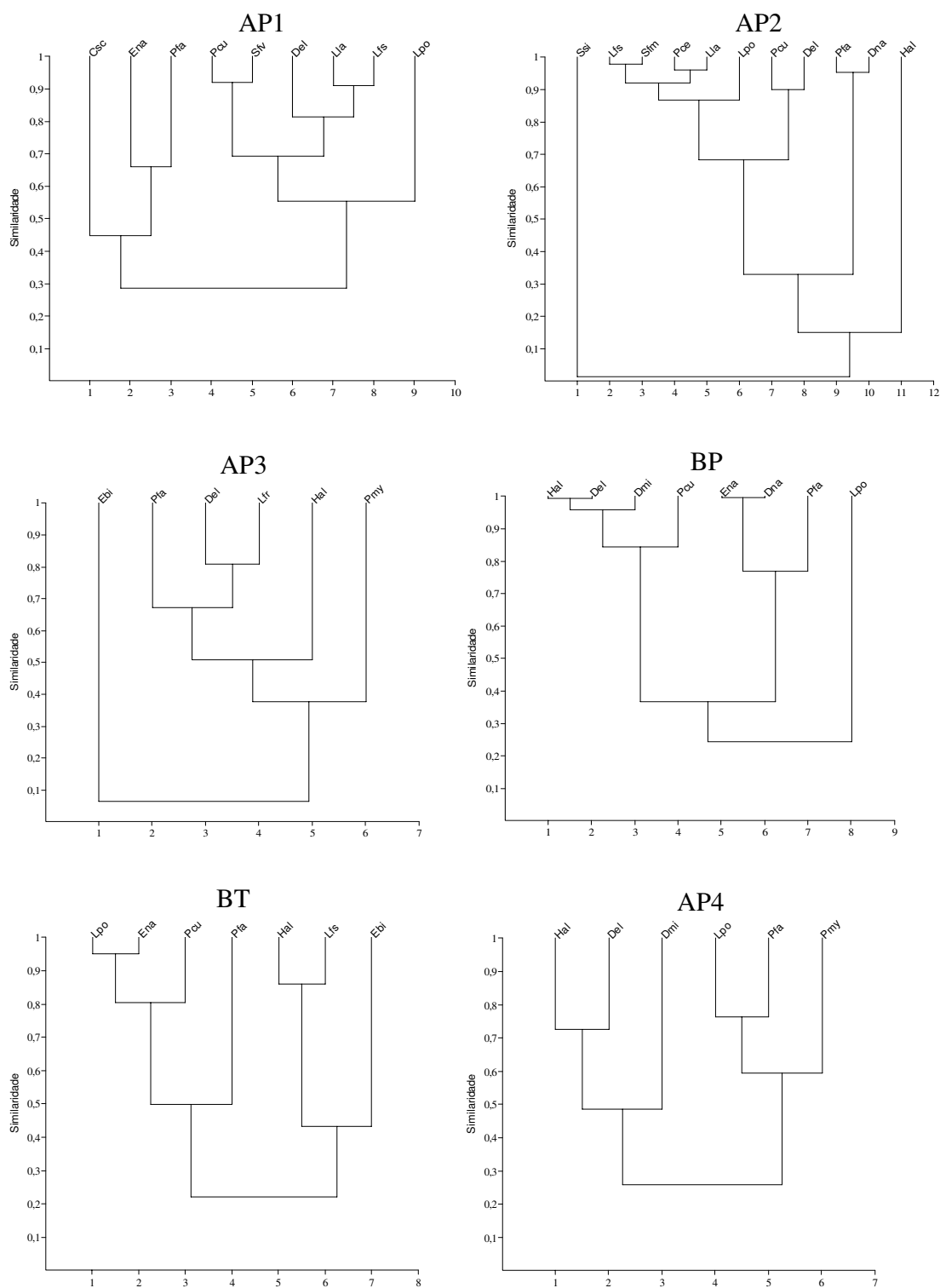


Figura 10 – Similaridade nos valores temporais (duração da nota e taxa de repetição) do canto de anúncio das espécies registradas, entre setembro de 2004 e agosto de 2005, nos seis corpos d'água amostrados no município de Icém, São Paulo.

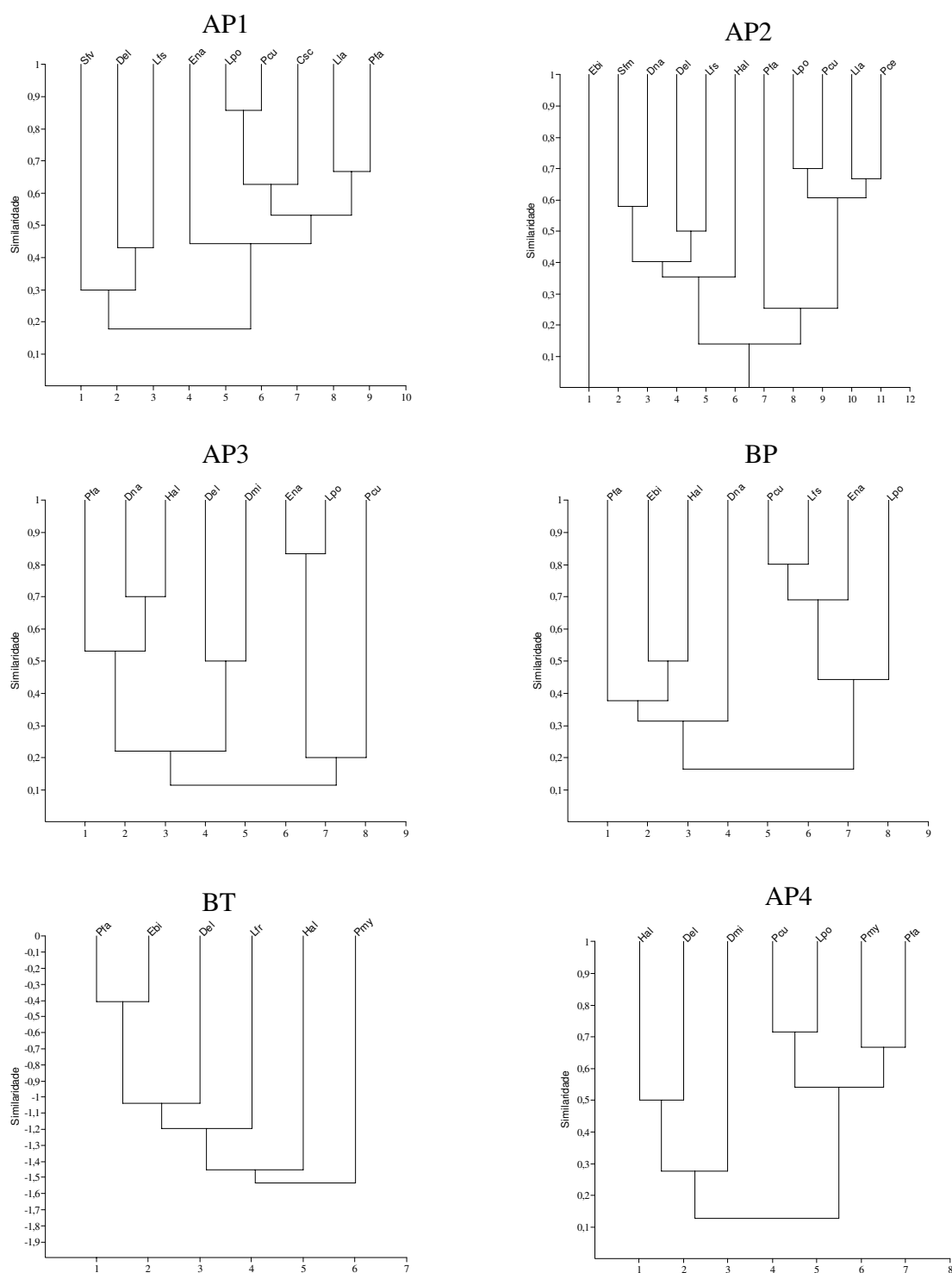


Figura 11 – Similaridade no sítio de vocalização das espécies registradas entre setembro de 2004 e agosto de 2005, nos seis corpos d'água amostrados no município de Icém, São Paulo.

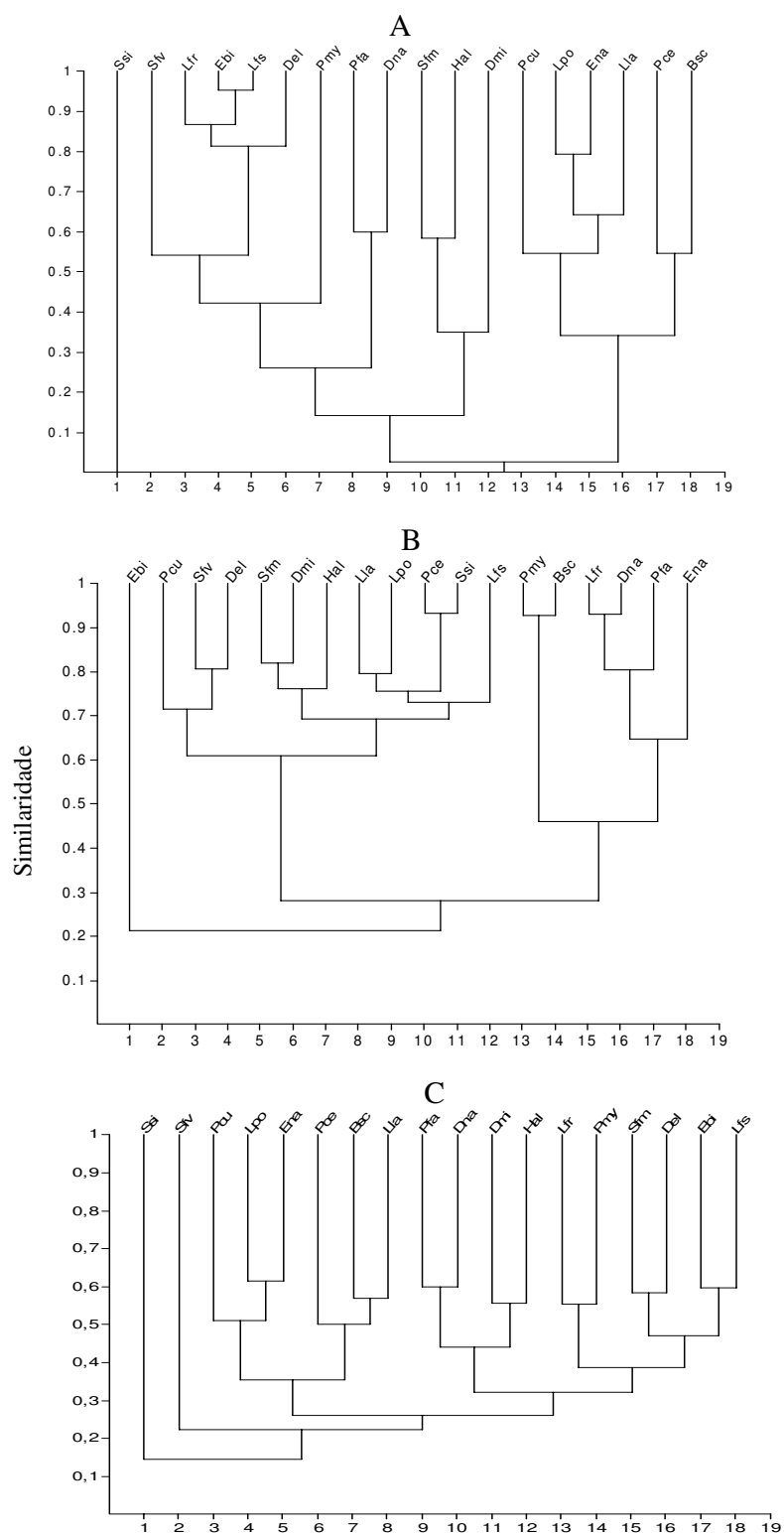


Figura 12 – Similaridade quanto a (A) sítio de vocalização, (B) sítio de vocalização e canto de anúncio, e (C) sítio de vocalização, canto de anúncio e uso de hábitat das espécies registradas, nos seis corpos d'água amostrados no município de Icém, São Paulo.

Tabela I. Faixa de frequência (médias das frequências mínima e máxima, com desvio padrão e os valores mínimo e máximo), frequência dominante (média, desvio padrão os valores mínimo e máximo), estrutura da nota (S = simples, C = composta, P = pulsionada, M = multipulsionada, H = harmônicos), taxa de repetição (média, desvio padrão, valor mínimo e máximo) dos cantos de anúncio e comprimento rostro-cloacal (CRC, média e desvio padrão) das espécies de anuros registrados de setembro de 2004 e agosto de 2005, nos seis corpos d'água amostrados, no município de Icém, São Paulo. Lfs – *Leptodactylus fuscus*, Lla – *L. labyrinthicus*, Lpo – *L. podicipinus*, Lfr – *L. furnarius*, Pmy – *Pseudopaludicola mystacalis*, Pfa – *P. aff. falcipes*, Pcu – *Physalaemus cuvieri*, Pce – *P. centralis*, Ena – *Eupemphix nattereri*, Sfv – *Scinax fuscovarius*, Ssi – *S. similis*, Sfm – *S. fuscomarginatus*, Dna – *Dendropsophus nanus*, Del – *D. elianeae*, Dmi – *D. minutus*, Hal – *Hypsiboas albopunctatus*, Ebi – *Elachistocleis bicolor* e Csc – *Chaunus schneideri*.

	F frequência (hz)	FD (Hz)	Estr.Nota	D. nota (s)	Tx. Repet (por min)	CRC (mm)
Lfs	0.84 - 2.27 ± 0.11 (0.68 - 2.56)	1.51 ± 0.12 (1.15 - 1.78)	P/H	0.23 ± 0.04 (0.17 - 0.31)	43.43 ± 18.86 (15.67 - 59.05)	46.6 ± 3.63 (42.8 - 50.5)
Lla	0.26 - 0.50 ± 0.02 (0.21 - 0.56)	0.43 ± 0.02 (0.37 - 0.49)	S/H	0.2 ± 0.03 (0.15 - 0.28)	44.74 ± 20.42 (16.03 - 70.22)	148.73 ± 15.82 (128 - 168)
Lpo	1.27 - 2.71 ± 0.25 (0.94 - 3.42)	1.97 ± 0.45 (1.47 - 2.8)	S/P	0.03 ± 0.01 (0.02 - 0.09)	51.16 ± 100.16 (14.98 - 277.28)	42.19 ± 1.61 (39.3 - 44.7)
Lfr	2.7 - 3.37 ± 0.21 (2.38 - 3.55)	3.13 ± 0.09 (3 - 3.31)	P	0.04 ± 0.001 (0.04 - 0.05)	288.68 ± 80.2 (128.56 - 377.66)	35.38 ± 2.9 (30.3 - 38.7)
Pmy	3.11 - 4.81 ± 3.33 (2.57 - 5.82)	3.94 ± 0.24 (2.69 - 4.39)	P	0.04 ± 0.01 (0.03 - 0.08)	993.33 ± 219.73 (609.32 - 1414.92)	16.5 ± 3.5 (12 - 21.3)
Pfa	3.62 - 5.39 ± 0.32 (2.39 - 6.02)	4.84 ± 0.26 (4.01 - 5.93)	M	0.07 ± 0.01 (0.04 - 0.12)	399.33 ± 71.56 (250.3 - 488.52)	15.19 ± 1.84 (12 - 18.1)
Pcu	0.52 - 1.81 ± 0.3 (0.34 - 2.54)	0.68 ± 0.07 (0.53 - 0.85)	M/H	0.24 ± 0.04 (0.13 - 0.47)	91.63 ± 14.38 (65.96 - 129.49)	30.39 ± 3.31 (21.85 - 34)
Pce	0.37 - 1.71 ± 0.13 (0.24 - 1.93)	1.02 ± 0.27 (0.72 - 1.43)	M	0.39 ± 0.04 (0.29 - 0.52)	59.22 ± 11.65 (41.01 - 76.28)	38.15 ± 2.59 (36.4 - 42)
Ena	0.53 - 1.62 ± 0.25 (0.24 - 2.28)	0.71 ± 0.04 (0.65 - 0.8)	M/H	0.07 ± 0.01 (0.05 - 0.09)	178.27 ± 50.25 (122.49 - 294.12)	39.91 ± 1.4 (37.3 - 42.7)
Sfv	0.59 - 2.26 ± 0.19 (0.37 - 2.62)	0.91 ± 0.05 (0.86 - 1.07)	M	0.25 ± 0.04 (0.17 - 0.32)	78.96 ± 36.89 (37.34 - 131.3)	44.42 ± 1.1 (43.3 - 45.6)
Ssi	0.7 - 1.76 ± 0.16 (0.53 - 1.77)	1.0 ± 0.01 (0.98 - 1.01)	M	0.22 ± 0.01 (0.21 - 0.24)	59.7 —	37.5 —
Sfm	2.56 - 4.95 ± 0.18 (2.2 - 5.19)	3.72 ± 0.11 (3.41 - 3.94)	M	0.42 ± 0.05 (0.36 - 0.56)	53.6 ± 16.44 (22.85 - 66.69)	24.67 ± 2.08 (24 - 27)
Dna	3.63 - 4.68 ± 0.3 (3.05 - 5.01)	4.26 ± 0.15 (3.98 - 4.61)	S/P	0.03 ± 0.01 (0.01 - 0.05)	283.55 ± 108.35 (57.62 - 437.78)	20.88 ± 1.62 (18.8 - 23.3)
Del	2.78 - 3.78 ± 0.31 (2.44 - 4.73)	3.35 ± 0.27 (3.04 - 4.8)	P	0.04 ± 0.01 (0.02 - 0.06)	102.69 ± 60.17 (25.9 - 236.31)	24.65 ± 2.28 (20 - 27)
Dmi	2.38 - 5.56 ± 0.18 (1.91 - 6.04)	3.29 ± 1.0 (2.45 - 5.02)	C/M	0.15 ± 0.03 (0.07 - 0.2)	50.91 ± 59.49 (12.58 - 208)	22.09 ± 2.43 (17.7 - 28.5)
Hal	0.9 - 2.75 ± 0.26 (0.61 - 3.23)	1.18 ± 0.13 (0.98 - 1.75)	C/M	0.47 ± 0.13 (0.26 - 0.9)	46.22 ± 30.51 (5.59 - 98.89)	45.22 ± 3.25 (40.5 - 54)
Ebi	2.74 - 4.17 ± 0.19 (2.44 - 4.49)	3.54 ± 0.16 (3.27 - 3.86)	M	1.73 ± 0.56 (0.78 - 2.8)	6.97 ± 1.88 (5.1 - 9.8)	30.12 ± 2.07 (28 - 33.4)
Csc	0.44 - 0.92 ± 0.05 (0.37 - 1.11)	0.79 ± 0.05 (0.69 - 0.87)	P	0.03 ± 0.004 (0.02 - 0.03)	873.13 ± 54.3 (794.85 - 928.79)	124.75 ± 6.8 (118 - 132)

Tabela II. Sítio de vocalização das 18 espécies amostradas, com as categorias de distância da margem para fora e para dentro do corpo d'água, altura e profundidade do sítio de vocalização, entre setembro de 2004 a agosto de 2005, no município de Icém, São Paulo.

	Lfs	Lla	Lpo	Lfr	Pmy	Pfa	Pcu	Pce	Ena	Sfv	Ssi	Sfm	Dna	Del	Dmi	Hal	Ebi	Csc
Dist.Margem																		
0,1 - 30	2	3	13	0	5	7	9	2	4	0	0	0	0	1	4	0	0	2
30,1 - 60	1	1	3	0	0	4	1	0	1	0	0	0	5	3	4	3	0	1
60,1 - 90	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0
90,1 - 120	0	1	0	0	2	4	1	0	0	0	0	0	6	4	2	2	2	0
> 120	5	0	1	3	1	6	7	0	5	0	0	8	19	7	6	23	4	0
0 - 30	0	3	0	2	0	9	9	2	4	0	0	0	3	3	13	0	0	0
30,1 - 60	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
60,1 - 90	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
90,1 - 120	0	0	0	0	0	4	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
> 120	0	1	0	0	0	0	3	1	0	3	0	0	0	0	0	2	0	1
Profundidade																		
0,1 - 30	2	8	16	0	4	5	37	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Altura do poleiro																		
0 - 30	6	2	1	5	4	33	2	1	0	5	0	2	26	7	11	8	6	1
30,1 - 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10	8	11	11	0	0
60,1 - 90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	8	0	0
90,1 - 120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	4	0	0
> 120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0