

TIAGO GOMES DOS SANTOS

BIODIVERSIDADE E USO DE HÁBITAT DA
ANUROFAUNA EM SANTA FÉ DO SUL, REGIÃO
NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO



1910001342



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS, LETRAS E CIÊNCIAS

EXATAS

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, SP.

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

TIAGO GOMES DOS SANTOS

BIODIVERSIDADE E USO DE HÁBITAT DA ANUROFAUNA EM

SANTA FÉ DO SUL, REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DE SÃO

PAULO



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

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. DENISE DE CERQUEIRA ROSSA FERES

2005



+597.8
5237b

20406037

04/03/2005

Doação

R\$ 24,00

Autor(a)

076/2005

56/05

Santos, Tiago Gomes dos.

Biodiversidade e uso de hábitat da anurofauna em Santa Fé do Sul,
região noroeste do estado de São Paulo / Tiago Gomes dos Santos – São
José do Rio Preto : [s.n.], 2005

vii + 97 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Denise de Cerqueira Rossa Feres

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

1. Ecologia animal. 2. Anuro. 3. Girino. 4. Diversidade biológica -
Região noroeste (SP) 5. Nicho (Ecologia) 6. Ecologia de comunidades.
7. Sazonalidade. 8. Sítio de vocalização. I. Rossa-Feres, Denise de
Cerqueira. II. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências,
Letras e Ciências Exatas. III. Título.

CDU – 597.8



DATA DA DEFESA: 10/01/2005

BANCA EXAMINADORA

TITULARES:

Prof^ª. Dr^ª. Denise de Cerqueira Rossa Feres
(Orientadora)

Prof. Dr. Célio F.B. Haddad

Prof. Dr. Rogério Pereira Bastos

SUPLENTES:

Prof. Dr. Itamar A. Martins

Prof. Dr. Arif Cais

Prof. Dr. Luciano Mendes Castanho



AGRADECIMENTOS

A Prof.^a Dr.^a Denise de Cergueira Rotta Feres, minha orientadora, pelas ensinamentos, amizade e paciência. Agradeço em especial pela grande contribuição na minha formação e pelo exemplo de determinação e seriedade.

A Prof.^a Dr.^a Lillian Casati pela co-orientação, amizade e valiosas discussões.

Ao Sr. Raul Maschio e família, pelo comprometimento da realização deste estudo em sua propriedade e pela enorme hospitalidade. Em especial a Lucilene Maschio, pela gentileza em suprir a área de estudo e ao Leandro Maschio por "apresentar" os corpos d'água da região.

A todos que ajudaram nas viagens: Aline Sant'Ana, Ana Zangirola, Camila, Carolina Candeira, Denise Rotta-Feres, Edia, Fernando Gelin, Fernando Rodrigues, Gabriela Saron, Joie Villela, Juliana, Marcia Spies, Renata Marsaro, Rodrigo Silva, Rodrigo Zieri, Vitor Poeta. Em especial ao Rodrigo Silva, Carolina Candeira e Fernando Rodrigues, que participaram da maioria delas.

A Prof.^a Dr.^a Neusa Tereza Ranga e A Prof.^a Dr.^a Anabela Rezende pela identificação das plantas.

A bióloga Carolina Candeira pela ajuda na identificação dos girinos.

Ao Prof.^a Dr. Plágorus Bispo pela discussão das análises químicas e ecológicas.

Ao Prof. Dr. Immar Marinho pelas discussões e valiosas sugestões.

A Prof.^a Dr.^a Lillian Casati e a Prof.^a Dr.^a Elina Garcia pelas sugestões durante o curso de qualificação.

Ao Prof. Dr. Cláudio de Oliveira, coordenador do curso de Zootecnia, e a todos os discentes do Programa, pelos ensinamentos.

Aos funcionários do IBILCE, em especial aos motoristas, pela atenção e auxílio durante as coletas em Santa Fé do Sul.

*"Somente quando o Homem e a Terra
são aliados é que podem criar uma força
capaz de resistir à destruição do mundo.*

*A Terra, Mãe dos Homens, é um ser
pacífico, opulento e generoso. Agredi-la
constitui, para nós, o risco de ficarmos
órfãos – despojados e desabrigados
numa Terra moribunda."*

Ápio Campos



AGRADECIMENTOS

À Prof^a Dr^a Denise de Cerqueira Rossa Feres, minha orientadora, pelos ensinamentos, amizade e paciência. Agradeço em especial pela grande contribuição na minha formação e pelo exemplo de determinação e seriedade.

À Prof^a Dr^a Lillian Casatti pela co-orientação, amizade e valiosas discussões.

Ao Sr. Raul Maschio e família, pelo consentimento da realização deste estudo em sua propriedade e pela enorme hospitalidade. Em especial à Lucilene Maschio, pela gentileza em sugerir a área de estudo e ao Leandro Maschio por “apresentar” os corpos d’água da região.

A todos que ajudaram nas coletas: Aline Sant’Anna, Ana Zangirola, Camila, Carolina Candeira, Denise Rossa-Feres, Edio, Fernando Gelin, Fernando Rodrigues, Gabriela Seron, Josie Vilela, Juliana, Marcia Spies, Renata Massaro, Rodrigo Silva, Rodrigo Zieri, Vitor Prado. Em especial ao Rodrigo Silva, Carolina Candeira e Fernando Rodrigues, que participaram da maioria delas.

À Prof^a Dr^a Neusa Taroda Ranga e à Prof^a Dr^a Andréia Rezende pela identificação das plantas.

À bióloga Carolina Candeira pela ajuda na identificação dos girinos.

Ao Prof. Dr. Pitágoras Bispo pela discussão das análises estatísticas e ecológicas.

Ao Prof. Dr. Itamar Martins pelas discussões e valiosas sugestões.

À Prof^a Dr^a Lillian Casatti e a Prof^a Dr^a Eliane Gonçalves de Freitas pelas valiosas sugestões durante o exame de qualificação.

Ao Prof. Dr. Classius de Oliveira, coordenador do curso Pós Graduação em Biologia Animal e a todos os docentes do Programa, pelos ensinamentos.

Aos funcionários do IBILCE, em especial aos motoristas, pela solicitude durante as coletas em Santa Fé do Sul.



A todos os colegas de laboratório e do programa Pós Graduação pelo excelente convívio e pelo companheirismo.

Aos amigos: Rita Peruquetti, Rodrigo Zieri, Roselene Costa-Ferreira, Tatiana Rodrigues, Thaís Billalba e Tiago Vasconcelos pelos momentos de descontração, valeu!

À Profª Drª Sonia Zanini Cechin, minha orientadora durante a iniciação científica, pela amizade e pela oportunidade de me apaixonar pela herpetologia.

Aos grandes amigos da graduação, que mesmo à distância ajudaram a superar mais esta etapa: Katia Kopp, Rafael Trevisan, Luciane Ayres Peres e Carolina Sokolowicz.

Aos meus familiares pelo carinho, em especial aos meus pais, Antonio Jorge & Maria da Graça, por me ensinarem que o estudo é o único bem que não pode ser perdido e ao meu irmão Lucas pela amizade. Agradeço pelo apoio incondicional em todos os momentos e pela força quando mais precisei. Sei que durante esses dois anos a saudade foi enorme, mas os carrego sempre aqui, junto comigo!

Aos meus avós Orocil Vargas Gomes & Gasparina Pires Gomes (*in memorian*), que mesmo sem compreenderem muito o que eu estudo, sempre incentivaram e se orgulharam de minhas conquistas. Infelizmente não foi possível compartilhar mais esse momento com vocês.

À Marcia Spies, em ordem cronológica, pela amizade, pelo imenso companheirismo e finalmente por todo o amor. Agradeço pela ajuda no campo, pelas longas discussões e, principalmente por toda a nossa história... te amo!

Ao chimarrão, que me manteve acordado nas horas de trabalho mais intenso.

À FAPESP, pela bolsa concedida (02/11389-1) e ao programa BIOTA / FAPESP – O Instituto Virtual da Biodiversidade (www.biota.org.br) - pelo auxílio financeiro, fundamental para a realização deste trabalho.



ÍNDICE

RESUMO GERAL	1
GENERAL ABSTRACT	3
INTRODUÇÃO GERAL	5
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9

CAPÍTULO 1. *Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil*

ABSTRACT	15
RESUMO	16
INTRODUÇÃO	17
MATERIAL E MÉTODOS	19
Área de estudo	19
Coleta de dados	22
Análise estatística	23
RESULTADOS	26
Riqueza e diversidade de espécies	26
Distribuição espacial e diversidade beta	27
Distribuição temporal	29
DISCUSSÃO	32
Riqueza e diversidade de espécies	32
Distribuição espacial	34
Distribuição temporal	38
AGRADECIMENTOS	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
FIGURAS	50
TABELAS	62

CAPÍTULO 2. *Sítios de vocalização e similaridade acústica entre anfíbios anuros no sudeste do Brasil*

ABSTRACT	66
RESUMO	67



INTRODUÇÃO	67
MATERIAL E MÉTODOS	68
Área de estudo e coleta de dados	68
Análise de dados	70
RESULTADOS	72
DISCUSSÃO	81
AGRADECIMENTOS	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
FIGURAS	89
TABELAS	92
CONSIDERAÇÕES FINAIS	96



RESUMO GERAL

Informações sobre a anurofauna de regiões interioranas são escassas e poucos são os estudos envolvendo a fauna de anuros da região noroeste do estado de São Paulo, uma das mais degradadas do estado. O objetivo desse estudo foi iniciar uma base de dados sobre a anurofauna de oito corpos d'água localizados em uma área com formação vegetal aberta e clima marcadamente sazonal, com pronunciada estação seca. Para tanto, foram determinadas a riqueza e diversidade de espécies; a distribuição temporal e espacial de adultos e girinos; a similaridade nos sítios de vocalização e nos cantos de anúncio dos machos e a relação entre descritores da heterogeneidade ambiental e a riqueza de espécies. As atividades de campo foram desenvolvidas entre setembro de 2003 e agosto de 2004, mensalmente durante a estação seca e quinzenalmente durante a estação chuvosa. Durante o período estudado, foram registradas 20 espécies de anuros, duas das quais são novos registros para a região, distribuídas em nove gêneros de quatro famílias: Leptodactylidae (9), Hylidae (8), Microhylidae (2) e Bufonidae (1). Destas, *Bufo schneideri*, *Physalaemus centralis* e *P. fuscomaculatus* foram registradas apenas por coleta de girinos. As espécies registradas são conhecidas por sua ampla distribuição geográfica e por colonizarem áreas alteradas em outras localidades. Não houve correlação entre a riqueza de espécies e a complexidade estrutural dos corpos d'água. Entretanto, a maior riqueza de espécies foi registrada nos corpos d'água temporários de longa duração. O uso preponderante dos corpos d'água temporários de longa duração está relacionado, provavelmente, à menor abundância de predadores aquáticos nesses ambientes que nos corpos d'água permanentes e ao menor risco de dessecação em relação aos corpos d'água temporários de curta duração. As poças temporárias de hidroperíodo instável foram colonizadas inicialmente por leptodactilídeos, enquanto que as poças permanentes ou temporárias de hidroperíodo estável foram colonizadas por hílídeos e bufonídeos. A atividade de vocalização e de reprodução da maioria das espécies foi restrita ao período quente e



chuvoso do ano, um padrão típico de comunidades de regiões tropicais sazonais. Cinco espécies (*Bufo schneideri*, *Hyla albopunctata*, *H. nana*, *Leptodactylus podicipinus* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica*) vocalizaram durante a estação seca e chuvosa, mas apenas *B. schneideri* e *H. albopunctata* se reproduziram durante o período seco. A maioria das 12 espécies analisadas (75%; n = 9 espécies) foi generalista em pelo menos uma das variáveis do sítio de vocalização, o que é característico de espécies de habitats imprevisíveis e/ou alterados pelo homem. A segregação nos sítios de vocalização, registrada na maioria dos corpos d'água, resultou da baixa riqueza de espécies nesses ambientes, pois nos corpos d'água com maior riqueza, ocorreu sobreposição. Nos corpos d'água restantes as comunidades parecem ter sido insaturadas. A maior sobreposição no sítio de vocalização entre as espécies que vocalizaram apoiadas sobre o solo ou flutuando na água, do que entre as espécies que vocalizaram empoleiradas na vegetação, decorre provavelmente, de diferenças nas oportunidades de partilha espacial no uso bi ou tridimensional do espaço. A análise da ordenação das características do canto de anúncio evidenciou maior segregação do canto entre as espécies cujos machos vocalizaram apoiados sobre o solo ou flutuando na água que entre aqueles que vocalizaram empoleirados. A severidade climática (extensa e pronunciada estação seca, imprevisibilidade e inconstância das chuvas no início da estação chuvosa), juntamente com o elevado grau de conversão do habitat natural em áreas de cultivo são, provavelmente, os fatores responsáveis pelo predomínio de espécies generalistas quanto ao uso de habitat e de microhabitats na área estudada. A fraca partilha espacial e temporal entre as espécies, em decorrência, respectivamente, da homogeneidade estrutural dos corpos d'água e da severidade da estação seca, não foi suficiente para explicar o isolamento reprodutivo entre as espécies. Nos corpos d'água com maior riqueza, houve elevada sobreposição no uso de sítio de vocalização e, nesse caso, a diferenciação dos cantos de anúncio parece ter sido suficiente para explicar a coexistência das espécies.



GENERAL ABSTRACT

The aim of present study was to initiate a database about the frogs in eight water bodies located in an open area and pronounced dry season. For that, were determined: richness and species diversity; the temporal and spatial distribution of adults and tadpoles; the similarity on the vocalization sites and in the males advertisement calls and the relation between heterogeneity descriptors and the richness of species. The field activities were developed trough september of 2003 to august of 2004, monthly during the dry season and twice a month during the rainy season. During the studied period, 20 species of anuran were recorded in the studied area, distributed in nine genus of four families: Leptodactylidae (9), Hylidae (8), Microhylidae (2) and Bufonidae (1). From these, *Bufo schneideri*, *Physalaemus centralis* and *Physalaemus fuscomaculatus* were registered only by collection of tadpoles. The registered species are known by their ample geographic distribution and for colonize altered areas in other localities. There was no correlation between species richness and structural complexity of water bodies. However, the greater richness was registered in temporary environments of long duration. The preponderant use of long duration temporary water bodies is related, probably, to the less abundance of aquatic predators on those environments than in the permanent water bodies and to the less chance of desiccation than in water bodies of short duration. The temporary puddles of unstable hydroperiod were colonized initially by leptodactylids, while the permanent or temporaries puddles of stable hydroperiod were colonized by hylids. The vocalization and reproduction activity of most species was restricted to the warm and rainy period of the year, a typical pattern of communities in the tropical seasonal regions. Five species (*Bufo schneideri*, *Hyla albopunctata*, *H. nana*, *Leptodactylus podicipinus* and *Pseudopaludicola* aff. *saltica*) vocalized during the dry and rainy seasons, but only *B. schneideri* and *H. albopunctata* reproduced during the dry season. Most of the 12 analyzed species (75%; n = 9 species) was generalist in at least one of the vocalization site



variable, what is characteristic of species inhabiting unpredictable habitats and/or altered by human activities. The segregation in the vocalization sites, registered in the most of the water bodies, is resulted from the low species richness on those environments, because in the water bodies with higher richness, overlapping occurred. In the remnant water bodies the communities seem to have been unsaturated. The higher overlap in the vocalization site among the species that vocalized based on the ground or floating in water than on those that vocalized roosted in the vegetation, probably due to the differences in the space allocation opportunities in the bi or three dimensional space use. The analysis of advertisement call features ordination evidenced higher segregation in the call among species that vocalized based on the ground or floating in the water than on those that vocalized roosted in vegetation. The climatic severity (wide and pronounced dry season, unpredictability and inconstancy of rains in the beginning of rainy season), along with the high level of natural habitat converting in cultivated areas are, probably, the factors responsible for predominance of generalist species in the habitat and microhabitat use in the studied area. The weak spatial and temporal segregation among the species due to the structural homogeneity of water bodies and the severity of dry season, was not sufficient to explicate the reproductive isolation among species. In the water bodies with higher richness there was higher overlap in the vocalization site use and, in this case, the differentiation of the advertisement calls seems to have been enough to explicate the coexistence of the species.



INTRODUÇÃO GERAL

A fauna de anfíbios anuros da região neotropical, onde a maior riqueza deste grupo é registrada (CRUMP 1974, HEYER *et al.* 1990), ainda é relativamente pouco estudada (DUELLMAN & TRUEB 1986). Em território brasileiro foram catalogadas 730 espécies (IUCN 2004), o que torna o país um dos mais diversos do mundo nesse grupo. Entretanto, o conhecimento sobre a biologia e ecologia da maioria das espécies é escasso, principalmente nas regiões interioranas onde, historicamente, os estudos têm se desenvolvido principalmente na zona litorânea e ao longo dos grandes rios (HADDAD *et al.* 1988).

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, os 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 (*e.g.* CARDOSO *et al.* 1989, POMBAL 1997, BRANDÃO & ARAÚJO 1998, BERNARDE & KOKUBUM 1999) indicam que ambientes complexos permitem a coexistência de um maior número de espécies de anuros que ambientes homogêneos, por disponibilizar maior número de microhabitats. Assim, 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, consequentemente a coexistência das mesmas (CARDOSO *et al.* 1989, VALLAN 2002).

Análises das variáveis acústicas das vocalizações dos 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, HÖLD 1977, CARDOSO & VIELLARD 1990), numerosos estudos realizados nas últimas três décadas evidenciaram que, dentro de uma determinada comunidade, diferentes espécies usam diferentes microhabitats para vocalizar (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 registraram partilha (*e.g.* NASCIMENTO *et al.* 1994, ETEROVICK & SAZIMA 2000, BERTOLUCI & RODRIGUES 2002), outros relataram sobreposição entre as espécies (*e.g.* POMBAL 1997, CARDOSO *et al.* 1989, ROSSA-FERES & JIM 2001).

Em uma outra escala, a partilha de habitats 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, hidroperíodo e demais fatores abióticos podem organizar as comunidades de anuros (*e.g.* HEYER *et al.* 1975, CRUMP 1982, TOFT 1985, BEEBEE 1994).

As atividades humanas têm fragmentado os habitats e afetado a diversidade e a 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, inventários de diversidade e de requisitos de habitats da fauna 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 poucos 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). 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 (MONBEIG 1984, *apud* IPT 2000). Desta forma, devido à carência de conhecimento a respeito da diversidade e ecologia da anurofauna desta região, esse estudo (vinculado ao Projeto Temático BIOTA/FAPESP “Diversidade de anfíbios anuros do estado de São Paulo”, sob coordenação do Prof. Dr. Célio F. B. Haddad, UNESP- Rio Claro, Processo nº 01/13341-3) foi desenvolvido com o objetivo de iniciar uma base de dados sobre os anuros do extremo noroeste paulista, no município de Santa Fé do Sul.

Este município, situado no Planalto Ocidental Paulista, na região da Bacia Hidrográfica São José dos Dourados (ROSS & MOROZ 1997, *apud* IPT 2000), dista aproximadamente 200 km de São José do Rio Preto e 20 km da fronteira com o estado do Mato Grosso do Sul. A Bacia São José dos Dourados pertence à Unidade Climática VIII, e é caracterizada pela homogeneidade espacial das chuvas e pelo menor volume pluviométrico anual do estado, entre 1.100 e 1.500 mm. O clima da região é do tipo Tropical Úmido e Úmido (Aw de Köppen), caracterizado pelas temperaturas médias anuais mais elevadas do estado, entre 22°C e 23°C (IPT 2000), pela estação seca bastante pronunciada e pela imprevisibilidade no mês de início da estação chuvosa (IPT 2000, ROSSA-FERES & JIM 2001). Durante o período seco, que se estende de abril a setembro, a região recebe apenas 15% da precipitação anual, sendo que o trimestre mais seco compreende os meses de junho a agosto. O período chuvoso se estende de outubro a março e concentra aproximadamente 85% da precipitação anual, sendo o trimestre de dezembro a fevereiro o que concentra o maior volume das chuvas do período (aproximadamente 80%) (IPT 2000).

Segundo SANT’ ANNA NETO (1995, *apud* IPT 2000), quanto à variação temporal, a distribuição das chuvas assumiu três padrões em 23 anos (de 1971 a 1993): cinco anos secos (precipitação anual menor que 1.423 mm), nove anos habituais ou normais (precipitação entre



1.423 e 1628 mm) e nove anos chuvosos (mais de 1.628 mm ao ano). De acordo o autor, o significativo desmatamento que vem ocorrendo durante as últimas décadas na região central do país tem favorecido uma maior penetração do ar quente e seco, proveniente da massa tropical continental. Isso bloqueia a atuação das frentes frias e do ar polar, afetando assim o comportamento das chuvas e a disponibilidade das águas superficiais.

A região estudada é uma das mais impactadas do estado, com apenas 9% da vegetação nativa, originalmente constituída por Floresta Estacional Semidecidual (PROJETO BRA/90/010; PROBIO, 1998; ATLAS SINBIOTA/FAPESP: www.biota.org.br/sai/atlas), que foi praticamente erradicada durante o processo de colonização e desenvolvimento de atividades agrícolas (cultivo de pastagens, café, citros, uva, cana-de-açúcar e milho) e pecuária (IPT 2000).

O presente estudo refere-se a um ano de obtenção de dados em oito corpos d'água, visitados quinzenalmente durante a estação chuvosa e mensalmente durante a estação seca, entre setembro de 2003 e agosto de 2004. Os resultados obtidos são apresentados em dois capítulos, estruturados conforme as normas da Revista Brasileira de Zoologia.

No Capítulo 1, a lista das espécies registradas na área estudada é apresentada e comentada, e a estrutura das comunidades é analisada pela determinação da: (i) distribuição temporal e espacial de adultos e girinos, (ii) diversidade em cada corpo d'água (diversidade alfa), (iii) mudança na composição de espécies entre os corpos d'água (diversidade beta), e (iv) relação entre a heterogeneidade ambiental e a riqueza de espécies.

No Capítulo 2, são descritos os sítios de vocalização dos machos das espécies registradas e a sobreposição entre as espécies de cada corpo d'água. Além disso, são determinadas a variação no uso de sítio de vocalização das espécies que ocorreram em dois ou mais corpos d'água, e o padrão de similaridade no canto de anúncio e no sítio de vocalização dos anuros da área estudada.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEEBEE, T.J.C. 1996. **Ecology and Conservation of Amphibians**. London, Chapman & Hall, 213p.
- 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.
- 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.
- CRUMP, M.L. 1971. Quantitative analysis of the ecological distribution of a tropical herpetofauna. **Occasional Papers of the Museum of Natural History**, Lawrence, **3**: 1-62.



- 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. & L. TRUEB. 1986. **Biology of Amphibians**. Baltimore and London, McGraw-Hill, 670p.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.



- HAZELL, D.; R CUNNNINGHAM; D. LINDENMAYER; B. MACKEY & 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.; 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.
- HEYER, W.R.; R.W. MCDIARMID & D.L. WEIGMANN. 1975. Tadpoles, predation and pond habitats in the tropics. **Biotropica**, Connecticut, **7**: 100-111.
- HÖLD, 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 landscapes**. 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.
- IUCN, CONSERVATION INTERNATIONAL, AND NATURESERVE. 2004. **Global Amphibians Assessment**. www.globalamphibians.org . Acesso em 15/09/ 2004.
- 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: Fauna silvestre do rio Manso, MT*. C. Alho (Ed.). Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 350p.



- MARTINS, I.A. 2001. Parental care behaviour in *Leptodactylus podicipinus* (Cope, 1862) (Anura, Leptodactylidae). **Herpetological Journal**, London, **11**: 29-32.
- MCDIARMID, R.W. 1994. Data standards. 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, X+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.
- 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. & 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.
- 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.
- 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. 1998. **Áreas de domínio do cerrado no estado de São Paulo**. São Paulo, Imprensa Oficial da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, 84p.



PROJETO BRA/90/010. 1995. **Os ecossistemas brasileiros e os principais macrovetores de desenvolvimento: subsídios ao planejamento da gestão ambiental**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 108p.

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.

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.

VIZOTTO, L.D. 1967. **Desenvolvimento de anuros da região norte-ocidental do estado de São Paulo**. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Universidade de São Paulo, São Paulo, 166p.



Capítulo 1

Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil

Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil

Tiago Gomes dos Santos¹ & Denise de C. Rossa-Feres²

¹ Pós-Graduação em Biologia Animal, UNESP, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. 15054-000. E-mail: frogomes@yahoo.com.br; denise@ibilce.unesp.br

² Departamento de Zoologia e Botânica, UNESP, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. 15054-000.

ABSTRACT Time-space distribution and diversity of anurans in a region with pronounced dry season on Southeast of Brazil. The antropic activities have deeply changed the natural environments and constantly affected the diversity and distribution of anuran. This study objective was to investigate the following questions: (i) What is the frogs composition in a pasturage region with a pronounced seasonal climate in extreme Paulista Northwest? (ii) How do adults and tadpoles of the species are distributed temporal and spatially? (iii) Is the species richness correlated to descriptors of the reproductive habitats heterogeneity? In the study site were recorded 20 anuran species, distributed in nine genus of four families: Leptodactylidae (9), Hylidae (8), Microhylidae (2) and Bufonidae (1). From these, *Bufo schneideri*, *Physalaemus centralis* and *Physalaemus fuscomaculatus* were recorded only by collection of tadpoles, while *Hyla minuta* and *Leptodactylus labyrinthicus* occurred only in water bodies next to the selected ones. The recorded species are known by their ample geographic distribution and for colonize altered areas in other localities. There was no correlation between species richness and structural complexity of water bodies. However, the greater richness was registered in temporary environments of long duration.



The temporary puddles of unstable hydroperiod were colonized initially by leptodactylids, while the permanent or temporaries puddles were colonized by hylids. The vocalization and reproduction activity of most species was restricted to the warm and rainy period of the year, a typical pattern of communities in the tropical seasonal regions. Five species (*Bufo schneideri*, *Hyla albopunctata*, *H. nana*, *Leptodactylus podicipinus* and *Pseudopaludicola* aff. *saltica*) vocalized during the dry and rainy seasons, but only *B. schneideri* and *H. albopunctata* reproduced during the dry season. The weak spatial and temporal segregation, registered to adults and tadpoles, is not sufficient to explicate the reproductive isolation among species. Other factors, like the acoustic segregation and the vocalization sites segregation, may have major importance to explicate the species coexistence. The climatic severity (wide and pronounced dry season, unpredictability and inconstancy of rains in the beginning of rainy season), along with the high level of natural habitat converting in cultivated areas are, probably, the responsible factors for the predominance of generalist species in the habitat use of the studied area.

Key-words: tadpoles, ecology of communities, environmental heterogeneity, seasonality, antropic area.

RESUMO. As atividades antrópicas têm alterado profundamente os ambientes naturais e muitas vezes afetado a diversidade e distribuição dos anuros. O objetivo deste estudo foi investigar as seguintes questões: (i) qual a composição da anurofauna em uma região de pastagem com clima marcadamente sazonal no extremo noroeste paulista? (ii) como adultos e girinos das espécies se distribuem temporal e espacialmente? (iii) a riqueza de espécies está correlacionada com descritores da heterogeneidade dos habitats de reprodução? Na área estudada foram registradas 20 espécies de anuros, distribuídas em nove gêneros de quatro famílias: Leptodactylidae (9), Hylidae (8), Microhylidae (2) e Bufonidae (1). Destas, *Bufo schneideri*, *Physalaemus centralis* e *Physalaemus fuscomaculatus* foram registradas apenas



por coleta de girinos, enquanto *Hyla minuta* e *Leptodactylus labyrinthicus* ocorreram somente em corpos d'água próximos aos selecionados. As espécies registradas são conhecidas por sua ampla distribuição geográfica e por colonizarem áreas alteradas em outras localidades. Não houve correlação entre a riqueza de espécies e a complexidade estrutural dos corpos d'água. Entretanto, a maior riqueza de espécies foi registrada nos corpos d'água de longa duração. As poças temporárias de hidroperíodo instável foram colonizadas inicialmente por leptodactilídeos, enquanto que as poças permanentes ou temporárias estáveis foram colonizadas por hilídeos. A atividade de vocalização e de reprodução da maioria das espécies foi restrita ao período quente e chuvoso do ano, um padrão típico de ambientes tropicais sazonais. Cinco espécies (*Bufo schneideri*, *Hyla albopunctata*, *H. nana*, *Leptodactylus podicipinus* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica*) vocalizaram durante a estação seca e chuvosa, mas apenas *B. schneideri* e *H. albopunctata* se reproduziram durante o período seco. A fraca partilha espacial e temporal, registrada para adultos e girinos, não foi suficiente para explicar o isolamento reprodutivo entre as espécies. Outros fatores, como a partilha acústica e a segregação dos sítios de vocalização, podem ter maior importância para explicar a coexistência das espécies. A severidade climática (extensa e pronunciada estação seca, imprevisibilidade e inconstância das chuvas no início da estação chuvosa), juntamente com o elevado grau de conversão do hábitat natural em áreas de cultivo são, provavelmente, os fatores responsáveis pelo predomínio de espécies generalistas quanto ao uso de hábitat na área estudada.

PALAVRAS CHAVE: ecologia de comunidades, girinos, área antrópica, heterogeneidade ambiental, sazonalidade.

INTRODUÇÃO

As atividades humanas têm fragmentado os habitats e afetado a diversidade e a 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). Dessa forma, inventários de diversidade e de requisitos de habitats da fauna 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.

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, os habitats aquáticos tornam-se fatores limitantes da reprodução, o que potencializa interações entre as espécies (CRUMP 1974, 1982). Análises da partilha temporal e espacial dos ambientes de reprodução indicam que, além de competição, outros fatores causais como predação, hidroperíodo e demais fatores abióticos podem organizar as comunidades de anuros (*e.g.* HEYER *et al.* 1975, CRUMP 1982, TOFT 1985, BEEBEE 1996).

A heterogeneidade ambiental tem sido reconhecida como uma das melhores explicações para a variação na diversidade de espécies (HUSTON 1994). Diversos estudos brasileiros (*e.g.* CARDOSO *et al.* 1989, POMBAL 1997, BRANDÃO & ARAÚJO 1998, BERNARDE & KOKUBUM 1999) apontaram que ambientes complexos permitem a coexistência de um número maior de espécies de anuros que ambientes homogêneos, por disponibilizar maior número de microhabitats. Entretanto, poucos realmente testaram esta correlação (GASCON 1991, ETEROVICK 2003).

A fauna de anfíbios anuros da região neotropical, onde a maior riqueza deste grupo é registrada (CRUMP 1974, HEYER *et al.* 1990), ainda é relativamente pouco estudada (DUELLMAN & TRUEB 1986). Em território brasileiro foram catalogadas 730 espécies (IUCN CONSERVATION INTERNATIONAL AND NATURESERVE 2004), o que torna o país um dos mais diversos do mundo em espécies de anuros. Entretanto, o conhecimento sobre a biologia e ecologia da maioria das espécies é escasso, principalmente nas regiões interioranas, já que



historicamente os estudos têm se desenvolvido principalmente na zona litorânea e ao longo dos grandes rios (HADDAD *et al.* 1988).

No Brasil, os estudos que abordaram a distribuição espacial e temporal de comunidades de anuros são relativamente escassos e concentrados em regiões de floresta atlântica (*e.g.* CARDOSO *et al.* 1989; HEYER *et al.* 1990, HADDAD & SAZIMA 1992, BERTOLUCI & RODRIGUES 2002, POMBAL & GORDO 2004). O noroeste do estado de São Paulo representa uma das últimas franjas de ocupação do território paulista e experimentou uma rápida e desordenada expansão urbana e agrícola, com grave comprometimento ambiental, sendo atualmente considerada uma das mais impactadas do estado (IPT 2000). Nessa região foram desenvolvidos poucos 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).

Com base na carência de trabalhos contemplando a anurofauna da região noroeste do estado de São Paulo, o presente estudo objetivou responder as seguintes questões: (i) qual a composição da anurofauna em uma região de pastagem com clima marcadamente sazonal no extremo noroeste paulista? (ii) como adultos e girinos das espécies se distribuem temporal e espacialmente? (iii) a riqueza de espécies está correlacionada com os descritores da heterogeneidade dos habitats de reprodução?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Santa Fé do Sul, extremo noroeste do estado de São Paulo (Fig. 1), distante cerca de 20 Km da divisa com o estado do Mato Grosso do Sul e aproximadamente 200 km do município de São José do Rio Preto. A região de Santa Fé do Sul apresenta o menor volume pluviométrico anual (entre 1.100 e 1.500 mm) e as mais elevadas temperaturas médias anuais do estado de São Paulo (entre 22°C e 23°C) (IPT 2000).



O clima da região é do tipo Tropical Quente e Úmido (Aw de Köppen), caracterizado pela pronunciada estação seca, que recebe apenas 15% da precipitação total anual (BARCHA & ARID 1971) e pela imprevisibilidade do início da estação chuvosa (ROSSA-FERES & JIM 2001).

A formação vegetal original era constituída por Floresta Estacional Semidecidual, praticamente substituída por áreas de pastagem (Fig. 2) (PROJETO BRA 1995, PROBIO 1998, IPT 2000).

As atividades de campo foram realizadas em oito corpos d'água, de caráter permanente ou temporário:

- Brejo temporário de longa duração (B1; Fig. 3): ambiente natural, recoberto por vegetação herbácea (Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae e pteridófitas) e arbustiva (Myrtaceae e Melastomataceae). Reteve água durante sete meses (setembro a março) no período estudado, mas apresentou retração no início de outubro. Devido à grande extensão do corpo d'água, as atividades de campo foram realizadas apenas em um trecho selecionado, com dimensões máximas de 48 m x 20 m x 0,25 m.
- Brejo temporário de longa duração (B2; Fig. 4): ambiente natural, de grande extensão e recoberto predominantemente por Typhaceae (*Typha angustifolia*), Poaceae, Cyperaceae e Asteraceae. Reteve água por 11 meses (setembro a julho) no período estudado. A área selecionada para as amostragens possui dimensões máximas de 30 m x 20 m x 0,10 m.
- Poça temporária de curta duração (T1; Fig. 5): ambiente artificial, de água parada e dimensões máximas de 8 m x 7 m x 0,18 m. Reteve água por seis meses (outubro a março) no período estudado, mas secou completamente no mês de dezembro. A vegetação predominante é constituída por Poaceae e Malvaceae. Aproximadamente 30% da superfície d'água são recobertos por Poaceae.
- Poça temporária de curta duração (T2; Fig. 6): corpo d'água artificial, de água parada e dimensões máximas de 10 m x 5 m x 0,80 m. Reteve água por seis meses (outubro a março)



no período estudado. No início do período chuvoso (outubro), a poça secou, devido à inconstância das chuvas; e em dezembro apresentou grande retração, atingindo dimensões mínimas (1 m x 1 m x 0,10 m). A maior parte do perímetro da poça apresenta solo nu (90%) e o restante é recoberto por vegetação herbácea (Poaceae, Malvaceae e Solanaceae).

- Poça temporária de longa duração (T3; Fig. 7): corpo d'água artificial, com água de constante troca e dimensões máximas de 8,5 m x 9 m x 0,80 m. Reteve água por 10 meses (setembro a junho) no período estudado. A vegetação no interior do corpo d'água é composta por plantas submersas flutuantes (Haloragaceae) e por herbáceas emergentes (Poaceae, Cyperaceae e Onagraceae). A região marginal é recoberta predominantemente por pteridófitas, Poaceae, Cyperaceae e dicotiledôneas herbáceas (Asteraceae, Piperaceae e Onagraceae).
- Poça permanente (P1; Fig. 8): corpo d'água artificial, que possui água parada e dimensões máximas de 23 m x 10 m x 2 m. A superfície do corpo d'água é quase totalmente recoberta por Poaceae emergente. A região marginal apresenta porções de solo nu, vegetação herbácea (*e.g.* Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae e Onagraceae) e arbustiva (Cecropiaceae).
- Poça permanente (P2; Fig. 9): de origem artificial, apresenta água parada, com alta transparência e dimensões máximas de 10 m x 7 m x 1 m. A vegetação no interior do corpo d'água é abundante e composta por plantas submersas (Limnocharitaceae) e emergentes (Hydrophyllaceae). A região marginal é recoberta por moitas de Poaceae e Cyperaceae, dicotiledôneas herbáceas (Onagraceae, Hydrophyllaceae e Asteraceae) e arbustiva (Myrtaceae).
- Açude permanente (P3; Fig. 10): corpo d'água artificial, de água parada e dimensões máximas de 10 m x 12 m x 1,80 m. A vegetação no interior do corpo d'água é composta por Typhaceae (*Typha angustifolia*) e Onagraceae, enquanto que as margens são recobertas por



vegetação herbácea (Poaceae, Onagraceae, Boraginaceae, Typhaceae e Malvaceae), arbustiva e arbórea (Melastomataceae, Cecropiaceae e Myrtaceae).

Coleta de dados

A coleta de dados estendeu-se de setembro de 2003 a agosto de 2004 e os corpos d'água selecionados foram amostrados quinzenalmente durante o período chuvoso e mensalmente durante o período seco. Cada amostragem teve duração de um dia e geralmente as atividades de campo foram desenvolvidas por quatro pessoas.

Os girinos foram amostrados no período diurno, com puçá de tela de arame (malha de 3 mm²). O esforço de coleta foi padronizado por passar o puçá ao longo de toda a área dos corpos d'água. Os espécimes coletados foram conservados em formalina a 5% e identificados no laboratório com o uso de chave para identificação (ROSSA-FERES & NOMURA *in prep.*).

A amostragem dos adultos foi efetuada no período noturno, percorrendo-se lentamente o perímetro dos corpos d'água. A abundância de cada espécie foi registrada durante o percurso, com base na estimativa do número de machos em atividade de vocalização.

Sete descritores ambientais foram utilizados como medida da complexidade estrutural dos corpos d'água:

- a) número de tipos de perfil das margens: plana ou inclinada;
- b) número de tipos de plantas nas margens do corpo d'água: herbáceas (rasteiras ou eretas), arbustivas e arbóreas;
- c) porcentagem de vegetação recobrindo a superfície do corpo d'água: baixa (0 - 30%), intermediária (31 - 60%) e alta (> 60%);
- d) número de tipos de margem: seca (com ou sem vegetação) ou alagada (com ou sem vegetação);



e) hidroperíodo: temporário de curta duração (até seis meses), temporário de longa duração (mais de seis meses) ou permanente;

f) tamanho: pequeno (até 100 m²) ou grande (a partir de 100 m²);

g) profundidade: raso (menos de 50 cm), intermediário (entre 51 cm e 100 cm) ou profundo (mais de 100 cm).

Os valores mensais de precipitação e temperatura média foram obtidos junto à Secretaria de Agricultura do município, cujo posto meteorológico está localizado a aproximadamente seis quilômetros da área estudada. A umidade relativa do ar foi determinada na margem de cada corpo d'água, com termohigrômetro Tonka[®] (modelo HT 100).

Análise estatística

Como método de avaliação da eficiência de coleta, foi construída a curva do coletor e a curva de riqueza estimada (índice Bootstrap) para a área. As curvas foram geradas a partir de 50 adições aleatórias das amostras, utilizando o programa EstimateS 7.0 (COLWELL 2004).

Os padrões de diversidade investigados no presente estudo seguiram os conceitos de MAGURRAN (1988) e PINTO-COELHO (2000). De acordo com os autores, a diversidade em uma determinada amostra ou hábitat pode ser chamada diversidade alfa (α), enquanto que o grau de mudança na composição de espécies entre hábitats é geralmente definido como diversidade beta (β).

A diversidade em cada corpo d'água (diversidade α) foi calculada pelo índice de Shannon-Wiener (log base e) (KREBS 1999), utilizando o programa BioDiversity Professional 2.0 (MCALECEE *et al.* 1997). Para a análise, foi considerada a abundância máxima dos machos de cada espécie, em cada hábitat, ao longo das 18 amostragens. 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.



A mudança na composição faunística entre os corpos d'água (diversidade β) foi determinada pelo Índice de Similaridade de Jaccard (C_j ; KREBS 1999). Valores de $C_j \leq 0,50$ foram considerados como indicativo de alta substituição de espécies entre os pares de habitats comparados, ou seja, alta diversidade β .

A distribuição temporal (em escala mensal) e espacial dos machos e dos girinos foi analisada pelo Índice de Similaridade de Morisita-Horn (KREBS 1999), com posterior análise de agrupamento por média não ponderada (UPGMA) (KREBS 1999). Foram considerados como agrupamentos válidos todos os arranjos com similaridade superior a 0,70. Como a representação de uma matriz de similaridade por um método qualquer de aglomeração (ou agrupamento) gera distorções (ROMESBURG 1984), foi calculado o Coeficiente de Correlação Cofenética (r) para avaliar a perda de informações na construção dos dendrogramas. O coeficiente é obtido correlacionando a matriz de similaridade original com a matriz obtida a partir do dendrograma, sendo o valor de $r \geq 0,9$ considerado um ajuste muito bom; $0,8 \leq r < 0,9$ considerado um ajuste bom, $0,7 \leq r < 0,8$ considerado como ajuste pobre e $r < 0,7$ considerado um ajuste muito pobre (ROHLF 2000).

Quando os dendrogramas não representaram adequadamente as matrizes originais ($r < 0,8$), estas foram representadas pelo método de ordenação por Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) (MANLY 1994). A distorção da ordenação pelo NMDS, em relação à matriz de similaridade original, foi determinada pela estatística chamada "stress" (S); cujos valores foram considerados segundo (ROHLF 2000): 0,40 = ajuste fraco; 0,20 = ajuste regular; 0,10 = ajuste bom; 0,05 = ajuste excelente e 0,0 = ajuste perfeito. O NMDS é uma análise interativa e parte de uma configuração inicial, geralmente resumida em duas ou três dimensões, que pode ser ajustada com o objetivo de diminuir o stress até que uma configuração final com o menor stress possível seja obtida (MANLY 1994, ROHLF 2000). As análises foram realizadas no programa NTSYS 2.1 (ROHLF 2000).



O uso de habitats foi determinado para cada espécie, separadamente para os machos e para os girinos, por sua amplitude de nicho, calculada pelo índice de Levins (B) (KREBS 1999).

A influência dos parâmetros climáticos (umidade relativa do ar, temperatura média e precipitação mensal) sobre a riqueza e abundância das espécies foi verificada pelo teste de correlação de Spearman (ZAR 1999), utilizando o programa BioEstat 3.0 (AYRES *et al.* 2003).

Para verificar a influência da complexidade estrutural dos habitats sobre a riqueza de espécies foi utilizado o teste de Mantel (MANLY 1994). Esse teste faz correlações de matrizes, sendo que o valor de Z resultante (+1 a -1) é dependente do número e da magnitude dos elementos nas matrizes a serem comparadas. Assim, pode ser feita uma normalização que transforma o valor de Z em um equivalente a uma correlação matricial, utilizando uma correlação linear de Pearson (SMOUSE *et al.* 1986). A significância da correlação matricial é determinada por testes de permutação pelo método de Monte Carlo, utilizados para estabelecer a significância de Z (SMOUSE *et al.* 1986). Dessa forma, a significância da correlação pode ser testada recalculando o valor de Z várias vezes, permutando aleatoriamente a ordem dos elementos de uma das matrizes. O teste de Mantel foi realizado no programa NTSYS 2.1 (ROHLF 2000), com 5.000 permutações.

Para essa análise, os descritores ambientais foram ordenados por postos (ranks) e para cada um deles foi construída uma matriz de dissimilaridade (Distância Euclidiana) entre os corpos d'água. Posteriormente, o teste de Mantel foi utilizado para verificar a correlação das matrizes de dissimilaridade com a matriz de similaridade da composição faunística (Jaccard) entre os corpos d'água. Como as comparações foram realizadas entre matrizes de dissimilaridade e similaridade, um coeficiente "r" negativo resultante foi interpretado como correlação positiva e um coeficiente positivo, como correlação negativa entre as matrizes comparadas.



RESULTADOS

Riqueza e diversidade de espécies

Em 18 amostragens foram registradas 20 espécies de anuros, distribuídas em 9 gêneros de 4 famílias: Leptodactylidae (9), Hylidae (8), Microhylidae (2) e Bufonidae (1) (Fig. 11).

Duas espécies, *Leptodactylus labyrinthicus* e *Hyla minuta*, foram registradas somente em corpos d'água próximos aos selecionados. *Leptodactylus chaquensis* e *Dermatonotus muelleri* foram registradas nos ambientes estudados, mas nunca vocalizando, embora girinos da segunda espécie tenham sido coletados.

O registro de *Bufo schneideri*, *Physalaemus centralis* e *Physalaemus fuscumaculatus* foi realizado apenas por coleta de girinos. Entretanto, vários indivíduos adultos da primeira espécie foram visualizados em atividade de forrageio ou de vocalização em ambientes próximos.

A curva do coletor, construída com base no registro das espécies por coleta de girinos e em registros visuais e auditivos na área estudada (incluindo corpos d'água adjacentes aos selecionados), apresentou tendência à estabilização (Fig. 12), mas como o desvio padrão foi sempre diferente de zero, pode-se inferir que a assíntota não foi atingida. O índice Bootstrap estimou uma riqueza total de 20,61 espécies ($DP \pm 0$) para a área e não houve diferença significativa entre a curva de riqueza estimada e a curva de riqueza observada.

Foram coletados girinos de 15 espécies (Tab. I), sendo *Dermatonotus muelleri* ($n = 3.703$; 33,17%), *Physalaemus nattereri* ($n = 2.105$; 18,86%) e *Scinax fuscovarius* ($n = 1.194$; 10,7%) as três mais abundantes, representando 62,72% ($n = 7.002$) da abundância total ($n = 11.164$) de girinos.

Machos de 13 espécies foram registrados nos corpos d'água selecionados (Tab. II), e as três espécies mais abundantes foram: *Hyla nana* ($n = 125$; 29,98%), *Pseudopaludicola* aff.



salica (n = 71; 17,03%) e *Elachistocleis* sp. (n = 64; 15,35%) que, juntas, representaram 62,30% (n = 260) da abundância total registrada (n = 417 indivíduos).

A diversidade total foi alta ($H' = 2,11$), como consequência da alta equitabilidade ($e = 0,82$), representando aproximadamente 82% da diversidade teórica máxima ($H'_{\text{max.}} = 2,57$).

Distribuição espacial e diversidade beta

As maiores riqueza e diversidade de espécies foram registradas em três ambientes temporários de longa duração (B1, T3 e B2), ($\bar{x} = 10,7 \pm 1,53$ espécies) (Fig. 11).

A riqueza de girinos diferiu entre os ambientes permanentes e temporários ($U = 2,246$; $p = 0,025$). A maior riqueza foi registrada nos ambientes temporários ($\bar{x} = 6,8 \pm 1,92$), sendo que 11 espécies se reproduziram exclusivamente nestes habitats (Fig. 11). Nos ambientes permanentes poucas espécies tiveram reprodução confirmada pela presença de girinos ($\bar{x} = 2,33 \pm 1,53$) e não houve exclusividade, embora *Hyla nana* e *Hyla raniceps* tenham se reproduzido preponderantemente neste tipo de ambiente (Fig. 11).

Nos ambientes temporários também ocorreu a maior abundância de girinos (98% do total) e foram registradas desovas comuns, como as de *Physalaemus nattereri*.

A diversidade beta, caracterizada como a substituição de espécies entre habitats (MAGURRAN 1988), foi considerada alta ($C_j \leq 0,5$) para 25 (89,3%) das 28 comparações realizadas entre os oito corpos d'água (Tab. III). A maior similaridade ocorreu entre os ambientes permanentes P1 e P3 e os temporários B1 e T3, e B1 e B2 com, respectivamente, seis, nove e oito espécies comuns (Tab. III).

A análise da distribuição espacial dos machos das 13 espécies registradas nos corpos d'água selecionados evidenciou segregação entre grupos de espécies. Três agrupamentos com similaridade superior a 70% foram distinguidos (Fig. 13):



1. *Hyla nana* e *H. raniceps*, que apresentaram maior abundância em ambientes permanentes (P1, P2 e P3);

2. *Elachistocleis* sp., *Leptodactylus fuscus*, *L. podicipinus*, *Physalaemus cuvieri* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica*, que apresentaram maior abundância no brejo B1;

3. *Phrynohyas venulosa* e *Physalaemus nattereri*, que ocorreram em maior abundância em uma das poças temporárias (T2);

Hyla albopuncta, *H. elianeae*, *Scinax* cf. *similis* e *S. fuscovarius* não foram incluídas em nenhum dos agrupamentos. A primeira espécie ocorreu preponderante no brejo B2 e da segunda, apenas um indivíduo foi encontrado na poça T3 (Tab. II). Já as duas últimas espécies, apesar de ocorrem preferencialmente em corpos d'água temporários, co-ocorreram em poucos destes corpos d'água (40%; n = 2) e com abundâncias diferentes.

Para os girinos, a análise da distribuição espacial mostrou segregação de hábitat. Quatro agrupamentos de espécies com similaridade superior a 70% foram identificados (Fig. 14):

1. *Hyla nana* e *H. raniceps*, que ocorreram em maior abundância em um dos ambientes permanentes (P3);

2. *Dermatonotus muelleri*, *Phrynohyas venulosa* e *Physalaemus nattereri*, que ocorreram em maior abundância em uma das poças temporárias (T2);

3. *Leptodactylus fuscus* e *Scinax fuscovarius*, que apresentaram maior abundância na poça temporária T1;

4. *Elachistocleis* sp., *Physalaemus centralis*, *P. cuvieri*, *P. fuscomaculatus* e *Scinax* cf. *similis*, que ocorreram em maior abundância no brejo B1.

Bufo schneideri, *Hyla albopunctata* e *Leptodactylus podicipinus* não foram incluídas em nenhum dos agrupamentos. A primeira espécie ocorreu com maior abundância no brejo B2 e a segunda foi exclusiva da poça T3 (Tab. I). *Leptodactylus podicipinus* ocorreu com a mesma abundância em dois ambientes temporários (B2 e T3; Tab. I).



O uso de hábitat foi analisado separadamente para adultos e girinos. Os girinos apresentaram menor amplitude de nicho que os adultos, sendo considerados especialistas, enquanto os adultos foram considerados generalistas (Tab. IV).

Apesar do uso diferencial dos corpos d'água entre grupos de espécies e da alta diversidade beta, não houve correlação entre a riqueza de espécies e a maioria ($n = 5$; 71%) dos descritores ambientais (Tab. V). Apenas a duração e a profundidade dos corpos d'água foram positivamente correlacionadas com a matriz de riqueza de espécies (Tab. V).

Distribuição temporal

Das 17 espécies que utilizaram os corpos d'água estudados, nove (53%) vocalizaram por até dois meses, apresentando padrão reprodutivo explosivo (*sensu* WELLS 1977), enquanto que as oito restantes (47%) vocalizaram por mais de quatro meses, sendo consideradas reprodutores prolongados (*sensu* WELLS 1977) (Fig. 15). Machos de *Bufo schneideri*, *Hyla minuta* e *Leptodactylus labyrinthicus* foram registrados vocalizando apenas em corpos d'água próximos aos selecionados (Fig. 15).

A atividade reprodutiva, indicada pela presença de girinos e/ou de machos vocalizando, foi restrita ao período quente e chuvoso (outubro a abril) para a maioria das espécies ($n = 14$ espécies; 74%). A maior riqueza de machos em atividade de vocalização ocorreu em novembro ($n = 15$ espécies), enquanto que a maior riqueza de girinos foi registrada em dezembro ($n = 14$ espécies) (Fig. 15).

Houve correlação positiva e significativa da precipitação mensal com a riqueza e abundância de girinos ($r_s = 0,74$; $p = 0,006$; $r_s = 0,74$; $p = 0,005$, respectivamente) e com a riqueza e abundância de machos em atividade de vocalização nos oito corpos d'água ($r_s = 0,63$; $p = 0,028$; $r_s = 0,72$; $p = 0,009$, respectivamente). Houve, ainda, correlação positiva e significativa da temperatura média mensal com a riqueza e abundância de machos em vocalização ($r_s = 0,84$; $p = 0,001$; $r_s = 0,86$; $p < 0,001$, respectivamente). Já a umidade relativa



do ar não foi correlacionada com a riqueza nem com a abundância de machos em atividade de vocalização ($r_s = 0,31$; $p = 0,324$; $r_s = 0,43$; $p = 0,165$, respectivamente).

Machos de cinco espécies (*Bufo schneideri*, *Hyla albopunctata*, *H. nana*, *Leptodactylus podicipinus* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica*) vocalizaram tanto na estação seca quanto na chuvosa, mas somente *Bufo schneideri* e *Hyla albopunctata* tiveram reprodução confirmada, pela presença de girinos em estágios iniciais de desenvolvimento, durante o período seco.

O registro da atividade de canto em ambientes próximos aos selecionados indica que machos de sete (*Hyla albopunctata*, *H. nana*, *H. raniceps*, *Elachistocleis* sp., *Physalaemus cuvieri*, *P. nattereri* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica*) das 13 espécies que vocalizaram nos corpos d'água selecionados apresentaram temporada de vocalização mais ampla do que a registrada somente nesses ambientes (Fig. 15).

A atividade de vocalização dos machos de *Bufo schneideri*, *Dermatonotus muelleri*, *Physalaemus centralis* e *P. fuscomaculatus* foi tipicamente esporádica, pois nenhum adulto foi registrado, apesar da coleta de girinos evidenciar que as espécies se reproduziram nos corpos d'água estudados.

De maneira geral, na região estudada não houve sucessão de espécies durante a estação chuvosa (Fig. 15). No entanto, quando os corpos d'água foram analisados separadamente, evidenciou-se que os leptodactídeos (*Leptodactylus fuscus*, *L. podicipinus*, *Physalaemus cuvieri*, *P. nattereri*) vocalizaram e se reproduziram primeiro que os hilídeos em três dos cinco ambientes temporários estudados (B1, T1 e T2). Os dois ambientes temporários que fugiram ao padrão acima descrito foram o brejo B2 e a poça T3. No B2, os hilídeos foram os primeiros anuros que chegaram e se reproduziram e na T3, apesar dos leptodactídeos serem os primeiros observados em atividade de vocalização, *Bufo schneideri* foi a primeira espécie que se reproduziu, seguida pelos hilídeos. Nos ambientes permanentes, a colonização



ocorreu primariamente pelos hilídeos (e.g. *Hyla albopunctata*, *H. nana* e *H. raniceps*) e secundariamente pelos leptodactídeos.

Embora tenha havido grande sobreposição na temporada de vocalização dos machos das 13 espécies, a análise da similaridade temporal evidenciou uma sutil segregação no pico de abundância ao longo dos meses estudados (Fig. 16):

1. *Hyla albopunctata*, *H. nana* e *Leptodactylus podicipinus*, apresentaram alta abundância por um período mais prolongado na estação chuvosa (novembro a janeiro/fevereiro);

2. *Scinax* cf. *similis* e *Scinax fuscovarius*, apresentaram pico de abundância restrito ao mês de outubro;

3. *Elachistocleis* sp., *Leptodactylus fuscus*, *Phrynohyas venulosa*, *Physalaemus cuvieri*, *Pseudopaludicola* aff. *saltica*, apresentaram pico de abundância restrito ao mês de novembro.

Hyla elianeae, *H. raniceps* e *Physalaemus nattereri*. não foram associadas a nenhum dos agrupamentos. As duas primeiras espécies foram consideradas intermediárias em relação aos demais agrupamentos, pois *P. nattereri* apresentou pico de abundância em outubro e novembro e *H. raniceps* em novembro e dezembro. *Hyla elianeae* foi rara nos habitats amostrados, já que apenas um indivíduo foi registrado em atividade de vocalização, em novembro (Tab. VI).

Para os girinos, a análise de similaridade temporal evidenciou segregação no pico de abundância mensal entre grupos de espécies (Fig. 17), mas com sobreposição dentro de cada grupo. Três agrupamentos puderam ser identificados:

1. *Hyla albopunctata* e *H. nana*, que foram mais abundantes em dezembro;

2. *Elachistocleis* sp., *Leptodactylus fuscus*, *L. podicipinus*, *Phrynohyas venulosa*, *Physalaemus nattereri* e *Scinax* cf. *similis*, que apresentaram pico de abundância em janeiro;

3. *Dermatonotus muelleri*, *Hyla raniceps*, *Physalaemus centralis*, *P. cuvieri* e *P. fuscomaculatus*, que apresentaram pico de abundância em fevereiro e março.

Girinos de *Bufo schneideri* e de *Scinax fuscovarius* apresentaram pico de abundância em meses distintos aos dos agrupamentos supracitados. A primeira espécie foi mais abundante em outubro, antes do início das chuvas, enquanto que *S. fuscovarius* teve pico registrado em janeiro e fevereiro (Tab. VII).

DISCUSSÃO

Riqueza e diversidade de espécies

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) e, desta forma, espécies raras poderiam ser registradas com a continuidade do esforço de coleta.

A predominância de espécies das famílias Leptodactylidae e Hylidae segue o padrão observado em outras comunidades neotropicais (e.g. HEYER *et al.* 1990, ARZABE *et al.* 1998, BERNARDE & MACHADO 2001, POMBAL & GORDO 2004) e reflete a maior diversificação desses grupos (FROST 2004).

Dezoito das 20 espécies registradas neste estudo representam 64,3% das 28 listadas para a região noroeste do estado (VIZOTTO 1967, CAIS 1992, ROSSA-FERES 1997, BERNARDE & KOKUBUM 1999), sendo que *Leptodactylus chaquensis* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica* foram registradas pela primeira vez na região.

A anurofauna estudada é constituída, em proporções iguais, por espécies com dois padrões de distribuição: aquelas cuja área de ocorrência está relacionada a formações abertas sul americanas (Complexo Caatinga-Cerrado-Chaco e/ou Pampa) e aquelas com ampla área



de ocorrência, incluindo tanto formações abertas quanto florestais (domínio Atlântico e/ou Amazônico) (*sensu* DUELLMAN 1999) (Fig. 11).

Praticamente a totalidade das espécies registradas em Santa Fé do Sul é conhecida por colonizar com sucesso áreas antrópicas em outras regiões do país, incluindo pastagens (ver BRANDÃO E ARAÚJO 1998, STRÜSMANN 2000, BRANDÃO 2002). Segundo HADDAD & ABE (1999), em consequência dos desmatamentos, as espécies de anuros de áreas abertas, como aquelas originalmente cobertas por cerrados, têm expandido geograficamente os seus limites, em detrimento das espécies de mata. Com os desmatamentos promovidos pelo homem, espécies ecologicamente mais generalistas de áreas abertas como, por exemplo, *Bufo schneideri*, *Hyla albopunctata*, *Leptodactylus fuscus*, *Physalaemus cuvieri* e *Scinax fuscovarius*, foram beneficiadas, passando a ocorrer também nas áreas outrora cobertas por mata (HADDAD & ABE 1999).

Como o primeiro estudo com anuros na região data de 1967 (VIZOTTO 1967) e as profundas intervenções antrópicas que transformaram a paisagem remontam à década de 20 (IPT 2000), não existem dados comparativos seguros para a avaliação de uma possível perda e/ou substituição de espécies. Entretanto, considerando que a vegetação original da área de estudo era de Floresta Estacional Semidecidual (PROBIO 1998), é provável que espécies hábitat especialistas tenham perecido devido à destruição do hábitat, já que a perda de habitats naturais é provavelmente o fator mais importante no declínio das populações de anfíbios (PECHMANN & WILBUR 1994).

A alta diversidade encontrada para a região deve ser interpretada com ressalva, pois a análise dos resultados foi baseada na proporção que a diversidade calculada representou da diversidade teórica máxima, já que não existem estudos disponíveis para comparação. A diversidade de espécies é determinada com base em dois componentes: a riqueza de espécies e a equitabilidade (KREBS 1999). Quanto maior a semelhança na abundância das espécies de uma comunidade, maior a equitabilidade (KREBS 1999). Desta forma, os resultados obtidos



provavelmente estão mais relacionados à alta equitabilidade do que a riqueza de espécies, pois a espécie mais abundante representou menos de 30% do total registrado. Este resultado contraria a proposição de ODUM (2001) que, em comunidades de regiões tropicais sazonais poucas espécies são muito abundantes e, portanto, dominantes na comunidade, gerando baixa uniformidade (ou equitabilidade).

A alta equitabilidade registrada na área estudada provavelmente está relacionada à baixa abundância da maioria das espécies. Regiões tropicais sazonalmente secas na Tailândia apresentaram menor abundância de anuros que regiões tropicais não sazonais em Borneo e na Malásia (ver referências em DUELLMAN & TRUEB 1986) e desta forma, a baixa abundância de anuros registrada pode ser uma consequência da rigorosidade climática da região, que apresenta estação seca prolongada e imprevisibilidade no mês de início das chuvas.

Quanto à diversidade em cada corpo d'água, de modo geral as comunidades de ambientes temporários apresentaram, além de maior riqueza específica, maior equitabilidade que as de ambientes permanentes. Estes resultados reforçam a importância dos corpos d'água temporários na manutenção das populações de anuros da região e podem servir de base para futuras ações de manejo e conservação da anurofauna.

Distribuição espacial

A maior riqueza de espécies nos corpos d'água temporários pode estar relacionada ao clima marcadamente sazonal da região, com estação seca pronunciada. Em ambientes sazonais prevalece a seleção "r", que favorece as espécies com alto potencial reprodutivo, crescimento populacional exponencial, seguido por declínios catastróficos (ODUM 2001). Essas espécies conseguem explorar rapidamente recursos recentemente acumulados e apresentam grande plasticidade face a perturbações periódicas (ODUM 2001).

Os ambientes temporários foram utilizados preponderantemente por espécies com padrão de reprodução explosivo, que caracteristicamente possuem grande investimento em



reprodução (*sensu* WELLS 1977). Além disso, alguns eventos de mortalidade catastrófica foram registrados (T.G.S., observação pessoal): (i) quando a poça temporária T2 regrediu pela segunda vez, devido à inconstância das chuvas no início da estação chuvosa, foi observada perda total de pelo menos quatro desovas comuns de *P. nattereri* e a morte de milhares de girinos de *Dermatonotus muelleri*; (ii) na poça temporária (T1) centenas de girinos de *Scinax fuscovarius* em estágio inicial de desenvolvimento foram coletados na primeira quinzena de janeiro, mas nenhum na quinzena seguinte, quando o corpo d'água quase secou. Esses eventos caracterizam a instabilidade dos corpos d'água temporários da região estudada, resultante da pronunciada estação seca e da inconstância das chuvas.

Outro fator que pode explicar o uso preponderante dos corpos d'água temporários é a ausência ou menor abundância de predadores aquáticos (insetos e peixes) nesses ambientes, em comparação com os corpos d'água permanentes (HEYER *et al.* 1975, WOODWARD 1983, SMITH 1983). Em sistemas lênticos, a estrutura da comunidade de predadores varia através de um gradiente de hidroperíodo, de poças efêmeras a temporárias até permanentes (WELBORN *et al.* 1996, *apud* GUNZBURGER & TRAVIS 2004). Desta forma, pode existir um conflito ecológico com respeito à efemeridade dos corpos d'água, pois minimizar o risco de predação significa aumentar o risco de morte por dessecação (BEEBEE 1996).

Embora os predadores aquáticos não tenham sido coletados, foi possível, durante as amostragens, perceber um gradiente de riqueza e/ou abundância de predadores ao longo de um gradiente de hidroperíodo. Nos ambientes permanentes os insetos (*e.g.* Heteroptera e Odonata) e peixes (*Laetacara* sp. - Cichlidae; *Rivulus pictus* - Rivulidae) potencialmente predadores foram mais abundantes que nos ambientes temporários com hidroperíodo longo (superior a seis meses: B1, B2 e T3). Já nos ambientes temporários com hidroperíodo curto (até seis meses: T1 e T2), apenas insetos predadores (Odonata e Heteroptera) foram encontrados e somente no final da estação chuvosa. Desta forma, para a maioria das espécies, ocupar corpos d'água temporários de longa duração, onde ocorrem poucos predadores, parece



ser mais vantajoso que ocupar corpos d'água livres de predadores, mas com alto risco de dessecação (temporários de curta duração) ou ainda corpos d'água permanentes, mas com grande abundância de predadores.

A partilha espacial no uso de corpos d'água tem sido registrada em adultos (*e.g.* COLLINS & WILBUR 1979, BERNARDE & ANJOS 1999, BERTOLUCI & RODRIGUES 2002) e girinos (GASCON 1991, ROSSA-FERES & JIM 1996, ETEROVICK & SAZIMA 2000). As espécies podem ocorrer e se reproduzir em habitats com grau variável de permanência (hidroperíodo) (COLLINS & WILBUR 1979), de acordo com suas adaptações ecológicas e fisiológicas (HEYER *et al.* 1975) ou restrições evolutivas (ETEROVICK & SAZIMA 2000). A alta diversidade beta registrada, indica segregação de espécies e/ou de grupos de espécies por determinados corpos d'água, o que pode minimizar possíveis interações entre estas e promover sua coexistência na região.

O fato dos adultos da maioria das espécies terem sido generalistas no uso de habitat, enquanto os girinos foram especialistas indica que, apesar dos machos terem vocalizado em vários ambientes, o sucesso reprodutivo foi restrito a poucos corpos d'água. Várias hipóteses não excludentes podem ser levantadas para tentar explicar esse resultado:

- i) como sugerido por ARZABE (1999), populações localizadas podem vocalizar mas não se reproduzir quando as condições climáticas são adversas;
- ii) a ausência de sítios de desova adequados poderia inviabilizar a reprodução em alguns corpos d'água;
- iii) a mortalidade de ovos ou girinos devido a fatores bióticos e/ou abióticos poderia ser a responsável pelo baixo sucesso reprodutivo. A composição de comunidades de girinos é determinada por uma combinação de fatores bióticos e abióticos, que podem ter mais ou menos importância. Assim, para muitas comunidades, hidroperíodo, tamanho da poça, profundidade ou temperatura da água podem ser mais importantes; para outras, competição ou predação podem ser os principais fatores (ver referências em POUGH *et al.* 2001).



Apesar da alta riqueza de espécies de anuros, registrada em várias regiões brasileiras, ser comumente atribuída à heterogeneidade dos habitats (CARDOSO *et al.* 1989, POMBAL 1997, ARZABE 1999, BERNARDE & KOKUBUM 1999), esta correlação tem sido escassamente testada (*e.g.* GASCON 1991, ETEROVICK 2003). Dos sete descritores ambientais da complexidade estrutural dos corpos d'água, apenas o hidroperíodo e a profundidade foram positivamente correlacionados com a riqueza de espécies. Entretanto, as matrizes de duração e profundidade são autocorrelacionadas pois, entre os ambientes estudados, os corpos d'água profundos são permanentes e os rasos são temporários. Desta forma, a estrutura dos corpos d'água não teve influência sobre a composição da anurofauna, mas a maior riqueza de espécies ocorreu nos corpos d'água temporários de longa. Esse resultado corrobora que as diferenças na composição da anurofauna entre os corpos d'água estudados estão relacionadas ao hidroperíodo dos mesmos.

Os poucos estudos que testaram a influência da complexidade ambiental sobre a riqueza de anfíbios não apontam um padrão geral para anuros. LEE (1980), ao estudar o padrão de distribuição e o gradiente de riqueza de espécies na Península de Yucatã, registrou que a diversidade de espécies de anuros e cecílias foi melhor explicada pelo volume e sazonalidade das chuvas do que pela estrutura do habitat (diversidade, volume, altura e porcentagem de cobertura da vegetação), ao longo do gradiente estudado. Por outro lado, correlações positivas da complexidade estrutural com a riqueza e diversidade de espécies 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). VALLAN (2002) e KRISHNAMURTHY (2003) comparando ambientes alterados e não alterados em Madagascar e



na Índia, respectivamente, encontraram correlação positiva entre riqueza e diversidade de espécies com a complexidade estrutural (cobertura do dossel) dos ambientes não alterados.

No presente estudo, o hidroperíodo foi considerado como o descritor ambiental que melhor representou a riqueza registrada nos habitats estudados. A ausência de correlação entre a riqueza de espécies e a complexidade estrutural dos ambientes pode ser explicada pela grande homogeneidade destes, pois todos estão em área de pastagem e possuem vegetação marginal baixa, de composição muito semelhante, não diferindo quanto aos descritores ambientais da complexidade estrutural ($H = 5,687$; $p = 0,576$).

Distribuição temporal

Numerosos estudos têm destacado a importância da chuva e/ou temperatura na ocorrência e riqueza de espécies de anfíbios anuros (e.g. DUELLMAN & TRUEB 1986, AICHINGER 1987, GASCON 1991, TOLEDO *et al.* 2003). Em regiões tropicais sazonais, a maior parte das espécies se reproduz na estação úmida (e.g. ROSSA-FERES & JIM 1994, ARZABE 1999, ETEROVICK & SAZIMA 2000, PRADO *et al.* 2004). Apesar da temperatura possuir importância secundária na regulação da atividade reprodutiva de anuros em regiões tropicais (HEYER 1973), baixas temperaturas talvez possam ser utilizadas pelos mesmos como indicativo do final da estação chuvosa e, conseqüentemente, da atividade de vocalização (ETEROVICK & SAZIMA 2000).

➡ No presente estudo, a maioria das espécies apresentou atividade reprodutiva fortemente associada ao período quente e chuvoso, corroborando o padrão encontrado em ambientes tropicais sazonais e evidenciando a forte influência do período seco como fator restritivo à atividade e reprodução da maior parte das espécies. A temperatura tem pequena variação ao longo no ano na região noroeste do estado (BARCHA & ARID 1971), mas na estação seca do período estudado, foram registradas temperaturas anormalmente baixas, que certamente influenciaram o resultado do teste de correlação com a temperatura.



→ A diferença nas espécies que colonizaram os ambientes temporários e permanentes, provavelmente, está relacionada à estabilidade dos corpos d'água. Ambientes instáveis, que no início da estação chuvosa secaram ou apresentaram acentuada retração do nível d'água, foram colonizados primeiramente pelos leptodactídeos, reforçando o padrão registrado em outros estudos realizados em áreas marcadamente sazonais (ROSSA-FERES 1997, ARZABE 1999). Por outro lado, os ambientes com hidroperíodo estável (permanentes ou temporários de longa duração), que não apresentaram oscilação do nível d'água, foram ocupados primeiramente pelos híldeos, como registrado por ARZABE (1999). Oito (cerca de 90%) das espécies de leptodactídeos registradas apresentam desova em ninhos de espuma, o que é considerado uma proteção contra a dessecação, principalmente em ambientes sazonais (DOWNIE 1988). Já os híldeos registrados em Santa Fé do Sul dependem de hidroperíodo estável para desovar, pois colocam os ovos diretamente na água, não tendo proteção contra dessecação.

Apesar das espécies terem sido restritas à estação chuvosa, com distribuição quase contínua ao longo da estação, percebeu-se uma tendência à segregação de grupos de espécies quanto ao pico de atividade de vocalização:

i) restrito ao início da estação chuvosa (entre outubro ou novembro) - *Elachistocleis* sp., *Hyla elianeae*, *Leptodactylus fuscus*, *Phrynohyas venulosa*, *Physalaemus cuvieri*, *P. nattereri*; *Pseudopaludicola* aff. *saltica*, *Scinax* cf. *simili* e *S. fuscovarius*.

ii) amplo (entre novembro e fevereiro) - *Hyla albopunctata*, *H. nana* e *Leptodactylus podicipinus*.

Para os girinos, houve segregação temporal entre grupos de espécies ao longo da estação, mas ocorreu sobreposição do pico de abundância dentro de cada grupo.

Estudos sobre temporada reprodutiva de anuros em regiões sazonais não evidenciam um padrão único. Em Botucatu, SP, ROSSA-FERES & JIM (1994) encontraram forte sobreposição na temporada de vocalização e na ocorrência dos girinos, mas segregação



quanto ao pico de abundância das larvas dentro dos agrupamentos de espécies. ETEROVICK & SAZIMA (2000) registraram segregação quanto à temporada de vocalização e ao período de ocorrência dos girinos na Serra do Cipó, MG. PRADO *et al.* (2004) encontraram que no Pantanal, apesar da maioria das espécies se reproduzir durante a estação chuvosa, três períodos reprodutivos segregam grupos de espécies: estação seca, estação chuvosa e estação da cheia.

De acordo com TOFT (1985), diferenças temporais entre espécies dentro de uma estação chuvosa podem decorrer de fatores como competição, predação ou tolerância fisiológica. Segundo BLAIR (1961), a temporada de vocalização parece não ser um mecanismo importante no isolamento reprodutivo entre as espécies, mas talvez diminua a competição na fase larval.

A fraca partilha espacial e temporal entre as espécies, em decorrência, respectivamente, da homogeneidade estrutural dos corpos d'água e da severidade da estação seca, não foi suficiente para explicar o isolamento reprodutivo entre as espécies. Desta forma, outros fatores, como a partilha acústica e a segregação dos sítios de vocalização, podem ter maior importância para explicar a coexistência das mesmas.

A severidade climática (extensa e pronunciada estação seca, imprevisibilidade e inconstância das chuvas no início da estação chuvosa), juntamente com o elevado grau de conversão do habitat natural em áreas de cultivo são, provavelmente, os fatores responsáveis pelo predomínio de espécies generalistas quanto ao uso de habitat na área estudada.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo) pela bolsa concedida e ao Programa BIOTA/ FAPESP (processo 01/13341-3) pelo apoio financeiro. Ao Prof. Dr. Pitágoras Bispo (UNESP/ Assis) e à Prof^a Dr^a Lílian Casatti (UNESP/ São José do Rio Preto) pelo auxílio nas análises estatísticas. À Prof^a Dr^a Neusa Taroda Ranga (UNESP/



São José do Rio Preto) e Prof^a Dr^a Andréia Rezende pela identificação das plantas. A todos os colegas de laboratório, pelo auxílio nas coletas, em especial aos biólogos Rodrigo Silva, Carolina P. Candeira e Fernando Rodrigues, que participaram da maioria delas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AICHINGER, M. 1987. Annual activity patterns of anurans in a seasonal neotropical environment. **Oecologia**, Heidelberg, 71: 583-592.
- ARZABE, C. 1999. Reproductive activity patterns of anurans in two different altitudinal sites within the Brazilian Caatinga. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, 16 (3): 851-864.
- 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.
- 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.
- 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**, Votuporanga, SP. (1): 94-122.
- BEEBEE, T.J.C. 1996. **Ecology and Conservation of Amphibians**. London, Chapman & Hall, 213p.
- 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. Serie Zoologia**, Porto Alegre, 12: 111-140.
- 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.



- 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. & 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.
- BLAIR, W.F. 1961. Calling and spawning seasons in a mixed population of anurans. **Ecology**, Washington, **42** (1): 99-110.
- 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.
- BRANDÃO, R.A. 2002. Avaliação ecológica rápida da herpetofauna nas Reservas Extrativistas de Pedras Negras e Curralinho, Costa Marques, RO. **Brasil Florestal**, Brasília, **21** (74): 61 – 73.
- 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.
- COLLINS, J.P. & H. WILBUR. 1979. Breeding habits and habitats of the amphibians of the Edwin S. George Reserve, Michigan, with notes on the local distribution of fishes. **Occasional Papers of the Museum of Zoology University of Michigan**, Ann Arbor, **686**: 1-34.



- 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>.
- CRUMP, M.L. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. **Miscellaneous Publications Museum Natural History 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.
- DOWNIE, J.R. 1988. Functions of the foam in the foam-nesting leptodactylid *Physalaemus pustulosus*. **Herpetological Journal**, Londres, 1: 302-307.
- DUELLMAN, W.E. & L. TRUEB. 1986. **Biology of Amphibians**. Baltimore and London, McGraw-Hill, 670p.
- DUELLMAN, W.E. 1999. Distribution Patterns of Amphibians in the South America. p. 255-328. In: W.E. Duellman (Ed.). **Patterns of Distribution of Amphibians – A Global Perspective**. Baltimore and London, Johns Hopkins University Press, vii+565p.
- ETEROVICK, 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.
- ETEROVICK, P.C. 2003. Distribution of anuran species among montane streams in southeastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, New York, 19: 219-228.
- FREITAS, E.F.L. 2001. **Adaptações esqueléticas para escavação em *Leptodactylus fuscus* e *Physalaemus nattereri***. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 72p.
- FROST, D.R. 2004. Amphibian species of the world: an online reference, version 3.0. American Museum of Natural History, New York, USA. Disponível em: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Acesso em 25/10/2004.



- GASCON, C. 1991. Population and community - level analysis of species occurrences of central Amazonian rain forest tadpoles. **Ecology**, Washington, **72** (5): 1731-1746.
- GUNZBURGER, M.S. & J. TRAVIS. 2004. Evaluating predation pressure on green treefrog larvae across a habitat gradient. **Oecologia**, Heidelberg, **140**: 422-429.
- 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.
- HADDAD, C.F.B. & A.S ABE. 1999. Anfíbios e Répteis. *In* **Workshop Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Disponível em: http://www.bdt.fat.org.br/workshop/mata.atlantica/BR/rfinais/rt_anfibios. Acesso em 15/09/2004.
- 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.
- HAZELL, D.; R CUNNINGHAM; D. LINDENMAYER; B. MACKEY & 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. 1973. Ecological interations of frog larvae at a seasonal tropical location in Thailand. **Journal of Herpetology**, Saint Louis, **7** (4): 337-361.
- 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.
- HEYER, W.R.; R.W. MCDIARMID & D.L. WEIGMANN. 1975. Tadpoles, predation and pond habitats in the tropics. **Biotropica**, Connecticut, **7**: 100-111.
- 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 landscapes**. 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.
- IUCN, CONSERVATION INTERNATIONAL, AND NATURESERVE. 2004. **Global Amphibians Assessment**. www.globalamphibians.org. Acesso em 15/09/ 2004.
- KREBS, C.J. 1999. **Ecological Methodology**. Menlo Park, Addison Wesley Educational Publishers, 620p.
- 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.
- LEE, J.C. 1980. An ecogeographic analysis of the herpetofauna of Yucatan Peninsula. **Miscellaneous Publication**, Kansas, **67**: 1-48.
- LOPES, J.A.M. 2000. *In: Fauna silvestre do rio Manso, MT*. C. Alho (Ed.). Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 350p.
- MAGURRAN, A.E. 1988. **Ecological Diversity and Its Measurement**. New Jersey, Princeton University Press, 179p.
- MANLY, B.F.G. 1994. **A Primer of Multivariate Statistics**. London, Chapman & Hall, 179p.
- MARTINS, I.A. 2001. Parental care behaviour in *Leptodactylus podicipinus* (Cope, 1862) (Anura, Leptodactylidae). **Herpetological Journal**, London, **11**: 29-32.
- MCALECEE, N.; P.J.D LAMBSHEAD; 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.
- MCDIARMID, R.W. 1994. Data standards. 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, X+367p.
- 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.
- ODUM, E.P. 2001. **Fundamentos de Ecologia.** Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 927p.
- PARRIS, K.M. & M. MCCARTHY. 1999. What influences the structure of frog assemblages at forest streams? **Australian Journal of Ecology**, Adelaide, **24**: 495-502.
- PECHMANN, J.H.K. & H.M. WILBUR. 1994. Putting declining amphibians populations into perspective. Natural fluctuations and human impacts. **Herpetologica**, Springfield, **50**: 65-84.
- PINTO-COELHO, R.M. 2000. **Fundamentos em Ecologia.** Porto Alegre, Artmed Editora, 252p.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- PROBIO. 1998. **Áreas de domínio do cerrado no estado de São Paulo.** São Paulo, Imprensa Oficial da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, 84p.



- PROJETO BRA/90/010. 1995. **Os ecossistemas brasileiros e os principais macrovetores de desenvolvimento: subsídios ao planejamento da gestão ambiental**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 108p.
- ROHLF, F.J. 2000. **NTSYS 2.1: Numerical Taxonomic and Multivariate Analysis System**. New York, Exeter Software.
- ROMESBURG, H.C. 1984. **Cluster Analysis for researchers**. Malabar, Florida, Robert E. Krieger Publishing Company, 334p.
- ROSSA-FERES, D.C. 1997. **Ecologia de uma comunidade de anfíbios anuros da região Noroeste do estado de São Paulo: microhabitat, sazonalidade, dieta e nicho multidimensional**. Tese de Doutorado. UNESP, Rio Claro. 178p.
- ROSSA-FERES, D.C. & J. JIM. 1994. Distribuição sazonal em comunidades de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, **54** (2): 323-334.
- ROSSA-FERES, D.C. & J. JIM. 1996. Distribuição espacial em comunidade de girinos na região de Botucatu, São Paulo (Amphibia, Anura). **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, **56**: 309-316.
- 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.
- SANTOS, A.J. 2003. Estimativas de riqueza em espécies, p. 19-41. In: 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.



- SMITH, D.C. 1983. Factors controlling tadpole populations of the chorus frog (*Pseudacris triseriata*) on Isle Royale, Michigan. **Ecology**, Washington, **64**: 501-510.
- SMOUSE, P.E.; J.C. LONG & R.R. SOKAL. 1986. Multiple regression and correlation extensions of the Mantel test of matrix correspondence. **Systematic Zoology**, New York, **35** (4): 627-632.
- STRÜSSMANN, C. 2000. Herpetofauna, p. 153-189. In: C. ALHO (Ed.). **Fauna silvestre da região do rio Manso, MT**. Brasília, 350p.
- TOFT, C.A. 1985. Resource partitioning in amphibians and reptiles. **Copeia**, Lawrence, **1**: 1-21.
- 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.
- 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.
- VIZOTTO, L.D. 1967. **Desenvolvimento de anuros da região norte-ocidental do estado de São Paulo**. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Universidade de São Paulo, São Paulo, 166p.
- WELLS, K.D. 1977. The social behavior of anuran amphibians. **Animal Behavior**, **25**: 666-693.
- WOODWARD, B.D. 1983. Predator-prey interactions and breeding-pond use of temporary-pond species in a desert anuran community. **Ecology**, Washington, **64** (6): 1549-1555.
- ZAR, J.H. 1999. **Biostatistical Analysis**. New Jersey, Prentice Hall, 929p.



FIGURAS

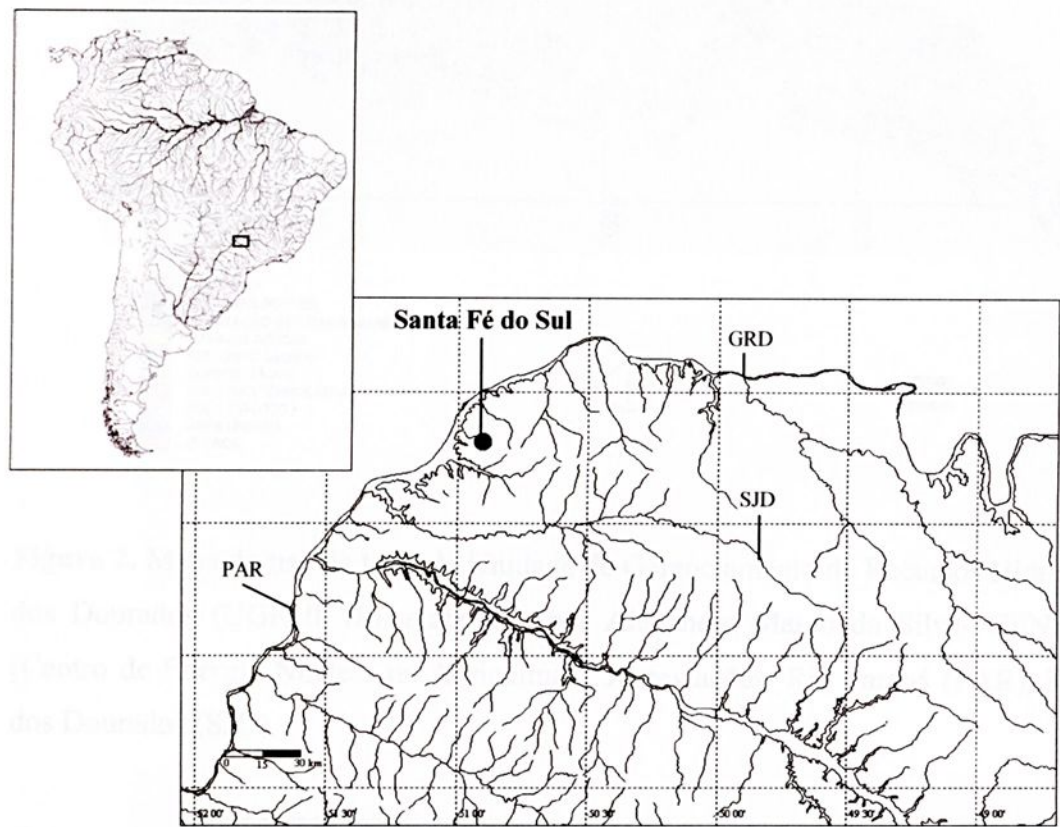


Figura 1. Mapa da América do Sul, destacando a região noroeste do estado de São Paulo e o município de Santa Fé do Sul. Abreviações: Rio Paraná (PAR), Rio São José dos Dourados (SJD), Rio Grande (GRD).



T. 1342/05

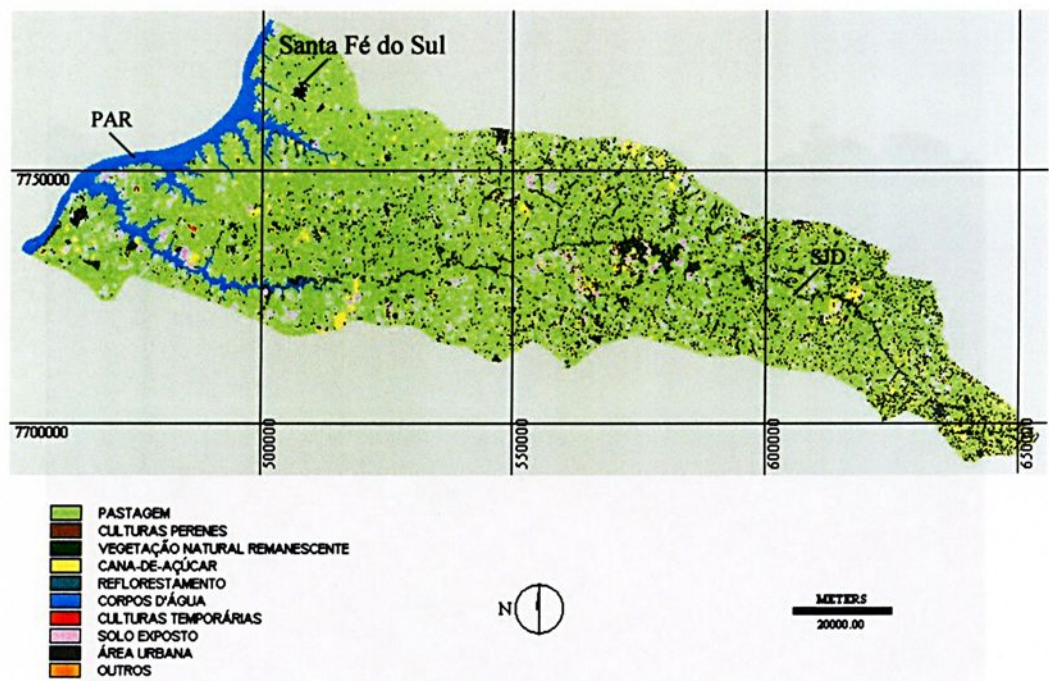


Figura 2. Mapa do uso da terra da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos São José dos Dourados (UGRHI 18), elaborado por Alexandre Marco da Silva- CENA - ESALQ (Centro de Energia Nuclear na Agricultura). Abreviações: Rio Paraná (PAR), Rio São José dos Dourados (SJD).



Figura 3. Brejo temporário de longa duração (B1: 20°11'20"S; 50°53'47"W) estudado em Santa Fé do Sul, SP.



Figura 4.

atada em

Figura 4. Brejo temporário de longa duração (B2: 20°11'05"S; 50°53'40"W) estudado em Santa Fé do Sul, SP.



Figura 5.

atada em

Figura 5. Poça temporária de curta duração (T1: 20°11'08"S; 50°53'26"W) estudada em Santa Fé do Sul, SP.



Figura 6. Poça temporária de curta duração (T2: 20°11'07"S; 50°53'40"W) estudada em Santa Fé do Sul, SP.



Figura 7. Poça temporária de longa duração (T3: 20°10'42"S; 50°53'32"W) estudada em Santa Fé do Sul, SP.



Figura 8. Poça permanente (P1: 20°11'07"S; 50°53'37"W) estudada em Santa Fé do Sul, SP.



Figura 9. Poça permanente (P2: 20°11'03"S; 50°53'40"W) estudada em Santa Fé do Sul, SP.



Figura 10. Poça permanente (P3: 20°11'07"S; 50°53'40"W) estudada em Santa Fé do Sul, SP.

Família/ Espécie	B1	B2	T1	T2	T3	P1	P2	P3	AV	D
Bufonidae										
<i>Bufo schneideri</i> Werner, 1894										A/F
Hylidae										
<i>Hyla albopunctata</i> Spix, 1824										A/F
<i>Hyla elianeae</i> Napoli & Caramaschi, 2000										A?
<i>Hyla minuta</i> Peters, 1872										A/F
<i>Hyla nana</i> Boulenger, 1889										A
<i>Hyla raniceps</i> (Cope, 1862)										A/F
<i>Phrynohyas venulosa</i> (Laurenti, 1768)										A/F
<i>Scinax cf. similis</i> (Cochran, 1952)										A?
<i>Scinax fuscovarius</i> (A. Lutz, 1925)										A
Leptodactylidae										
<i>Leptodactylus chaquensis</i> Cei, 1950						*	*			A
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneideri, 1799)										A/F
<i>Leptodactylus labyrinthicus</i> (Spix, 1824)										A/F
<i>Leptodactylus podicipinus</i> (Cope, 1862)										A/F
<i>Physalaemus centralis</i> Bokermann, 1962										A/F
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826										A/F
<i>Physalaemus fuscomaculatus</i> (Steindachner, 1864)										A
<i>Physalaemus nattereri</i> (Steindachner, 1863)										A
<i>Pseudopaludicola aff. saltica</i> (Cope, 1887)										A
Microhylidae										
<i>Dermatonotus muelleri</i> (Boettger, 1885)										A
<i>Elachistocleis</i> sp.										A?
Riqueza de espécies	12	09	05	07	11	08	05	06		
Diversidade de Shannon-Wiener (H')	1,68	1,75	0,69	1,22	1,93	1,16	1,15	1,00		
Equitabilidade de Pielou (e)	0,76	0,90	1,00	0,76	0,84	0,56	0,71	0,61		

(*) = registro visual, sem atividade de vocalização.

Figura 11. Lista de anuros registrados entre setembro de 2003 e agosto de 2004, em Santa Fé do Sul, SP. Barras cinzas indicam o registro de machos e as hachuradas o de girinos. Ambientes: brejos temporários (B); poças temporárias (T); poças permanentes (P). D = distribuição das espécies na América do Sul conforme os tipos de formações naturais (*sensu* Duellman 1999): (A) espécies que ocorrem preferencialmente em ambientes abertos (Complexo Caatinga-Cerrado-Chaco) e (A/F) para espécies que ocorrem tanto em formações abertas quanto em florestais (e.g. Floresta Atlântica e/ou Amazônica); (?) = dados não disponíveis na literatura.



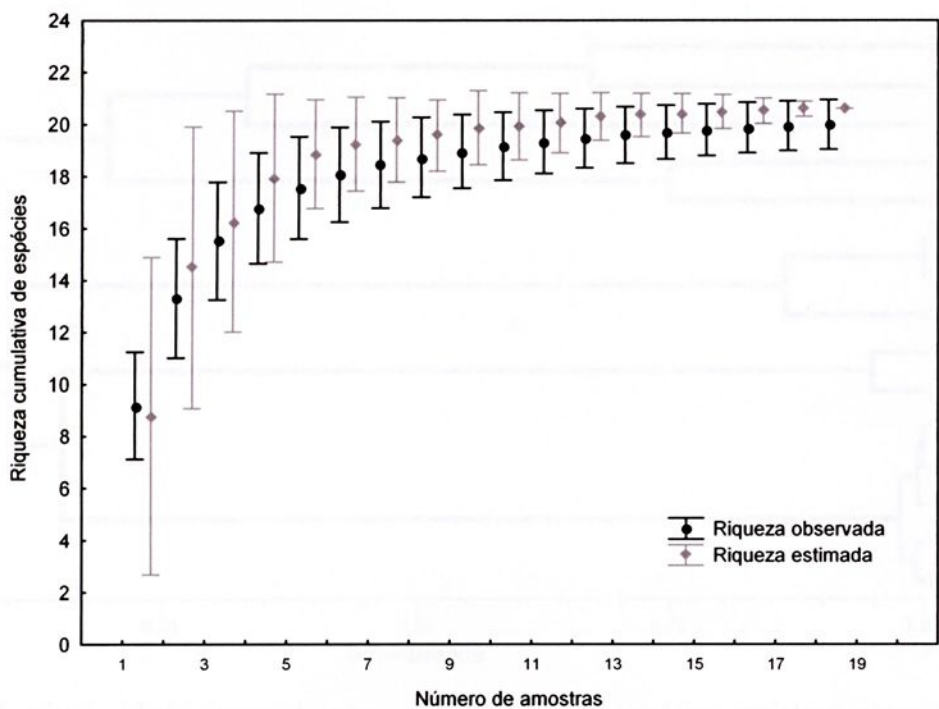


Figura 12. Curva do coletor representando a riqueza cumulativa de espécies e curva de riqueza estimada (Bootstrap), ao longo de 18 amostragens de campo (setembro de 2003 a agosto de 2004) em Santa Fé do Sul, SP. Curvas geradas com 50 aleatorizações. As barras representam o desvio padrão.

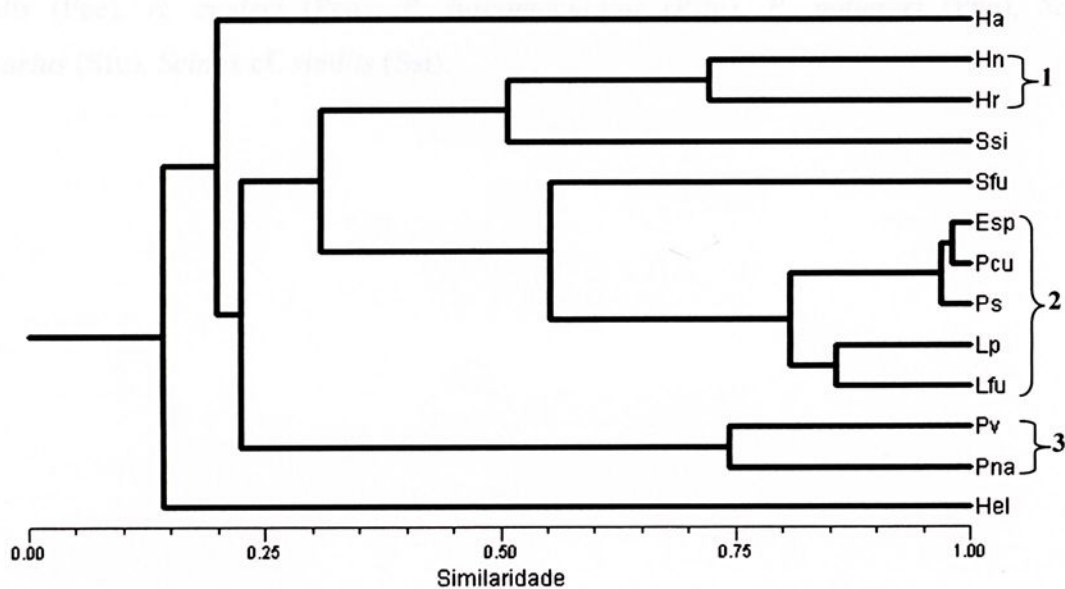


Figura 13. Similaridade espacial entre os machos de 13 espécies de anuros registradas em Santa Fé do Sul, SP, entre setembro de 2003 e agosto de 2004. Coeficiente de Correlação Cofenética = 0,83. Abreviações: *Elachistocleis* sp. (Esp), *Hyla albopunctata* (Ha), *H. elianeae* (Hel), *H. nana* (Hn), *H. raniceps* (Hr), *Leptodactylus fuscus* (Lfu), *L. podicipinus* (Lp), *Phrynohyas venulosa* (Pv), *Physalaemus cuvieri* (Pcu), *P. nattereri* (Pna), *Pseudopaludicola* aff. *saltica* (Ps), *Scinax fuscovarius* (Sfu), *Scinax* cf. *similis* (Ssi).

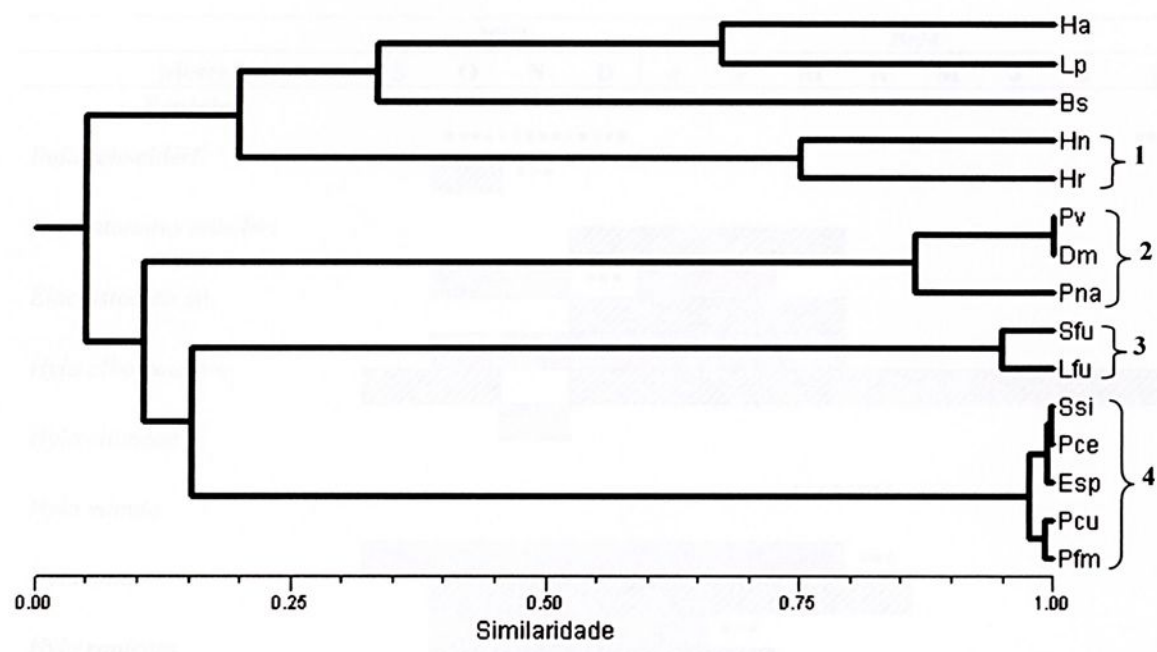


Figura 14. Similaridade espacial entre os girinos de 15 espécies registradas em oito corpos d'água em Santa Fé do Sul, SP, entre setembro de 2003 e agosto de 2004. Coeficiente de Correlação Cofenética = 0,94. Abreviações: *Bufo schneideri* (Bs), *Dermatonotus muelleri* (Dm), *Elachistocleis* sp. (Esp), *Hyla albopunctata* (Ha), *H. nana* (Hn), *H. raniceps* (Hr), *Leptodactylus fuscus* (Lfu), *L. podicipinus* (Lp), *Phrynohyas venulosa* (Pv), *Physalaemus centralis* (Pce), *P. cuvieri* (Pcu), *P. fuscomaculatus* (Pfm), *P. nattereri* (Pna), *Scinax fuscovarius* (Sfu), *Scinax* cf. *similis* (Ssi).

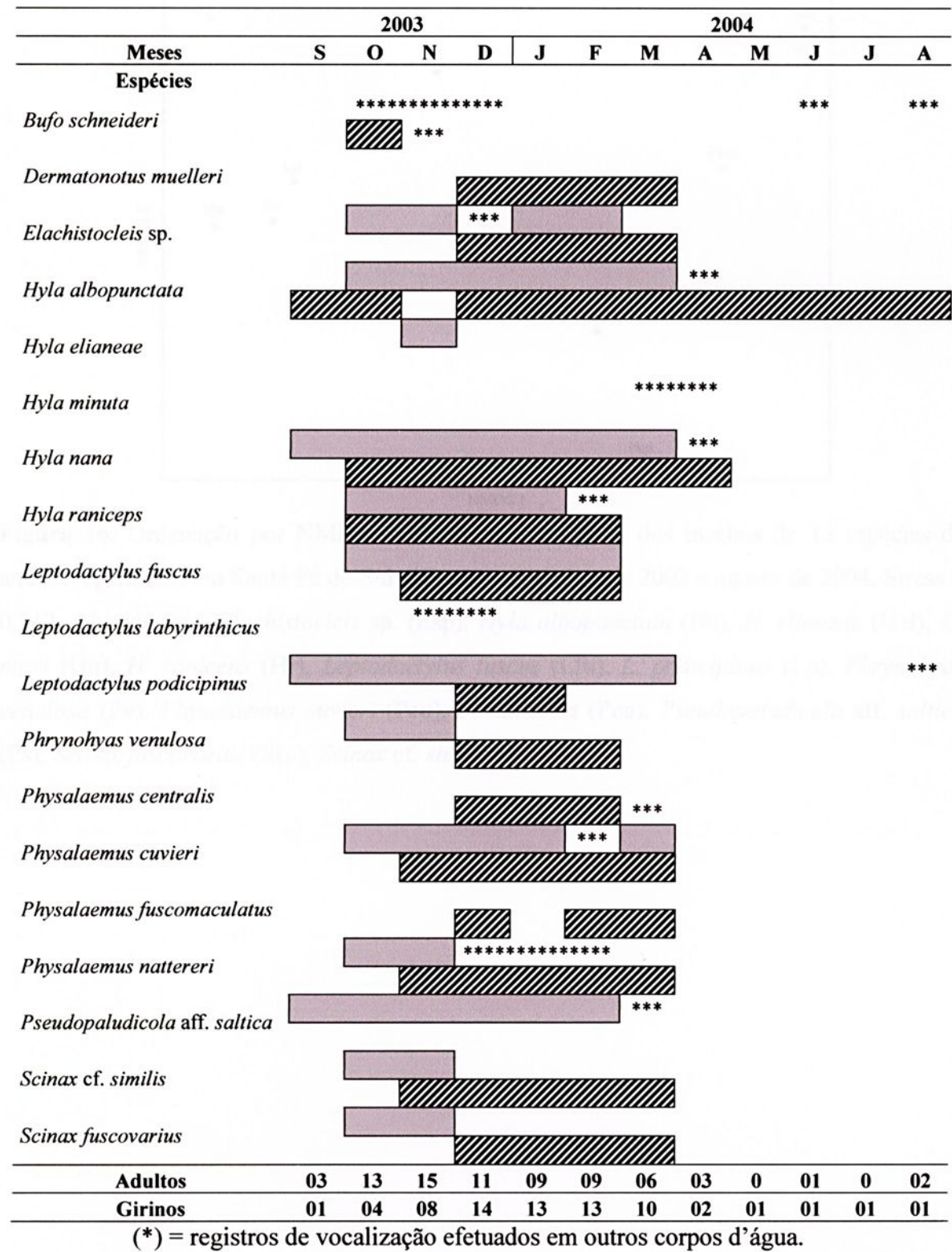


Figura 15. Temporada de vocalização dos adultos (barra superior, cinza) e distribuição mensal dos girinos (barra inferior, hachurada) dos anuros registrados em Santa Fé do Sul, SP, entre setembro de 2003 e agosto de 2004. Adultos: número de espécies com machos em atividade de vocalização. Girinos: número de espécies registradas pela presença de girinos.

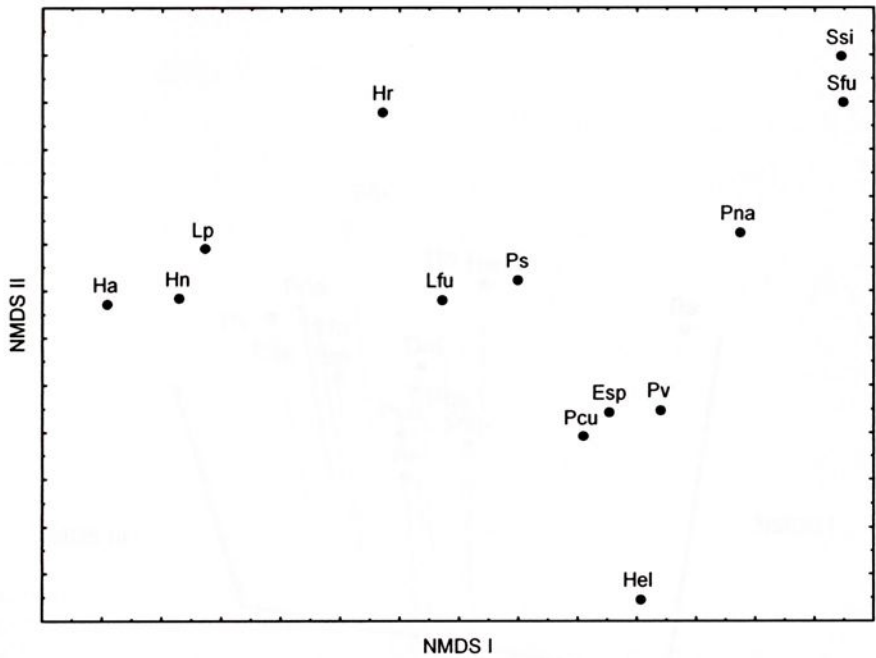


Figura 16. Ordenação por NMDS da ocorrência temporal dos machos de 13 espécies de anuros registradas em Santa Fé do Sul, SP, entre setembro de 2003 e agosto de 2004. Stress = 0,112. Abreviações: *Elachistocleis* sp. (Esp), *Hyla albopunctata* (Ha), *H. elianeae* (Hel), *H. nana* (Hn), *H. raniceps* (Hr), *Leptodactylus fuscus* (Lfu), *L. podicipinus* (Lp), *Phrynohyas venulosa* (Pv), *Physalaemus cuvieri* (Pcu), *P. nattereri* (Pna), *Pseudopaludicola* aff. *saltica* (Ps), *Scinax fuscovarius* (Sfu), *Scinax* cf. *similis* (Ssi).

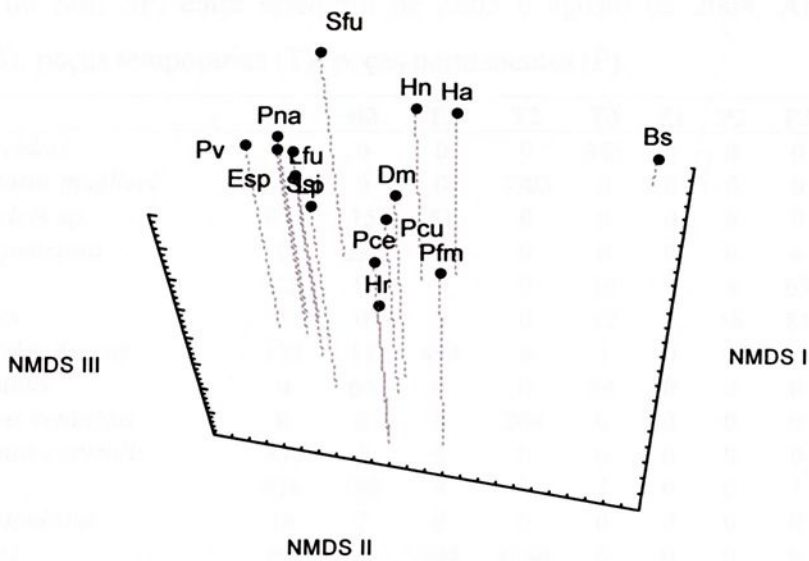


Figura 17. Ordenação por NMDS da ocorrência temporal dos girinos de 15 espécies de anuros registradas em Santa Fé do Sul, SP, entre setembro de 2003 e agosto de 2004. Stress = 0,022. Abreviações: *Bufo schneideri* (Bs), *Dermatonotus muelleri* (Dm), *Elachistocleis* sp. (Esp), *Hyla albopunctata* (Ha), *H. nana* (Hn), *H. raniceps* (Hr), *Leptodactylus fuscus* (Lfu), *L. podicipinus* (Lp), *Phrynohyas venulosa* (Pv), *Physalaemus centralis* (Pce), *P. cuvieri* (Pcu), *P. fuscomaculatus* (Pfm), *P. nattereri* (Pna), *Scinax fuscovarius* (Sfu), *Scinax* cf. *similis* (Ssi).

TABELAS

Tabela I. Abundância dos girinos de 15 espécies de anuros registradas em oito corpos d'água em Santa Fé do Sul, SP, entre setembro de 2003 e agosto de 2004. Ambientes: brejos temporários (B); poças temporárias (T); poças permanentes (P).

Espécies	B1	B2	T1	T2	T3	P1	P2	P3	TOTAL
<i>Bufo schneideri</i>	0	0	0	0	375	0	0	0	375
<i>Dermatonotus muelleri</i>	0	0	0	3703	0	0	0	0	3703
<i>Elachistocleis</i> sp.	655	15	51	0	0	0	0	0	721
<i>Hyla albopunctata</i>	0	237	0	0	0	0	0	6	243
<i>H. nana</i>	22	0	0	0	10	6	8	63	109
<i>H. raniceps</i>	1	0	0	0	72	0	58	81	212
<i>Leptodactylus fuscus</i>	133	11	494	8	1	0	0	0	647
<i>L. podicipinus</i>	0	64	0	0	64	0	0	0	128
<i>Phrynohyas venulosa</i>	0	0	0	206	0	0	0	0	206
<i>Physalaemus centralis</i>	336	3	0	0	0	0	0	0	339
<i>P. cuvieri</i>	814	188	4	0	7	0	0	1	1014
<i>P. fuscomaculatus</i>	16	2	0	0	0	0	0	0	18
<i>P. nattereri</i>	461	0	304	1340	0	0	0	0	2105
<i>Scinax</i> cf. <i>similis</i>	143	0	0	7	0	0	0	0	150
<i>S. fuscovarius</i>	21	0	1167	6	0	0	0	0	1194
Total	2602	520	2020	5270	529	6	66	151	11164

Tabela II. Abundância dos machos de 13 espécies de anuros, nas amostragens realizadas no período de setembro de 2003 a agosto de 2004, em oito corpos d'água no município de Santa Fé do Sul, SP. Ambientes: brejos temporários (B); poças temporárias (T); poças permanentes (P).

Espécies	B1	B2	T1	T2	T3	P1	P2	P3	Total
<i>Elachistocleis</i> sp.	50	10	0	0	3	0	1	0	64
<i>Hyla albopunctata</i>	0	10	0	0	0	3	0	0	13
<i>H. elianeae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>H. nana</i>	8	15	0	2	15	40	20	25	125
<i>H. raniceps</i>	0	0	0	0	2	3	9	5	19
<i>Leptodactylus fuscus</i>	10	8	2	1	3	0	0	0	24
<i>L. podicipinus</i>	10	4	0	0	2	4	0	3	23
<i>Phrynohyas venulosa</i>	0	0	0	4	0	3	0	1	8
<i>Physalaemus cuvieri</i>	20	4	0	0	3	1	0	2	30
<i>P. nattereri</i>	4	0	2	15	0	0	0	0	21
<i>Pseudopaludicola</i> aff. <i>saltica</i>	60	1	0	0	7	1	2	0	71
<i>Scinax</i> cf. <i>similis</i>	1	0	0	0	1	2	0	0	4
<i>S. fuscovarius</i>	4	0	0	4	3	0	3	0	14
Total	167	52	4	26	40	57	35	36	417

Tabela III. Diversidade β (Índice de Jaccard) entre oito corpos d'água estudados em Santa Fé do Sul, SP, entre setembro de 2003 e agosto de 2004. Em negrito as maiores similaridades registradas; em itálico o número de espécies em comum entre os corpos d'água. Corpos d'água: brejos temporários (B); poças temporárias (T); poças permanentes (P).

Corpos d'água	B1	B2	T1	T2	T3	P1	P2	P3
B1	*	61.54	41.67	35.71	64.29	40	38.46	28.57
B2	8	*	27.27	14.29	42.86	38.46	25	36.36
T1	5	3	*	33.33	33.33	7.69	22.22	10
T2	5	2	3	*	28.57	23.08	18.18	18.18
T3	9	6	4	4	*	42.86	41.67	30.77
P1	6	5	1	3	6	*	36.36	66.67
P2	5	3	2	2	5	4	*	20
P3	4	4	1	2	4	6	2	*

Tabela IV. Amplitude de nicho para o uso de hábitat dos adultos e girinos de 16 espécies de anuros, em oito corpos d'água em Santa Fé do Sul, SP. (B) = índice de Levins.

Espécies	Adultos	Girinos
	B	
<i>Bufo schneideri</i>	*	1.00
<i>Dermatonotus muelleri</i>	*	1.00
<i>Elachistocleis</i> sp.	1.57	1.20
<i>Hyla albopunctata</i>	1.55	1.06
<i>H. nana</i>	4.97	2.55
<i>H. raniceps</i>	3.03	2.97
<i>Leptodactylus fuscus</i>	3.24	1.60
<i>L. podicipinus</i>	3.65	2.00
<i>Phrynohyas venulosa</i>	2.46	1.00
<i>Physalaemus centralis</i>	*	1.02
<i>P. cuvieri</i>	2.09	1.47
<i>P. fuscomaculatus</i>	*	1.25
<i>P. nattereri</i>	1.80	2.11
<i>Pseudopaludicola</i> aff. <i>saltica</i>	1.38	*
<i>Scinax</i> cf. <i>similis</i>	2.67	1.10
<i>S. fuscovarius</i>	3.92	1.05

Tabela V. Correlações (r) entre os descritores ambientais dos corpos d'água e a riqueza de espécies, utilizando teste de Mantel (5.000 permutações de Monte Carlo). p = nível de significância.

Descritores ambientais	r	p
Número de tipos de perfis de margem	0,064	0,498
Número de tipos de margem	0,061	0,379
Número de tipos de planta nas margens	0,031	0,439
Porcentagem de vegetação no interior do corpo d'água	0,003	0,439
Tamanho dos corpos d'água	0,148	0,233
Duração dos corpos d'água	- 0,648	0,002
Profundidade	- 0,335	0,044

Tabela VI. Abundância mensal dos machos de 13 espécies de anuros, nas amostragens realizadas no período de setembro de 2003 a agosto de 2004, em oito corpos d’água no município de Santa Fé do Sul, SP.

Espécies	S	O	N	D	J	F	M	Total
<i>Elachistocleis</i> sp.	0	19	60	0	6	1	0	86
<i>Hyla albopunctata</i>	0	4	10	7	10	10	2	43
<i>H. elianeae</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>H. nana</i>	3	29	113	91	74	48	27	385
<i>H. raniceps</i>	0	7	10	12	1	0	0	30
<i>Leptodactylus fuscus</i>	0	8	18	5	4	3	0	38
<i>L. podicipinus</i>	2	7	12	8	11	5	1	46
<i>Phrynohyas venulosa</i>	0	3	8	0	0	0	0	11
<i>Physalaemus cuvieri</i>	0	6	28	2	2	0	1	39
<i>P. nattereri</i>	0	18	16	0	0	0	0	34
<i>Pseudopaludicola</i> aff. <i>saltica</i>	11	35	60	6	12	4	0	128
<i>Scinax</i> cf. <i>similis</i>	0	3	1	0	0	0	0	4
<i>S. fuscovarius</i>	0	10	4	0	0	0	0	14
Total	16	149	341	131	120	71	31	859

Tabela VII. Abundância mensal dos girinos de 15 espécies de anuros, nas amostragens realizadas no período de setembro de 2003 a agosto de 2004, em oito corpos d’água no município de Santa Fé do Sul, SP.

Espécies	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
<i>Bufo schneideri</i>	0	375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	375
<i>Dermatonotus muelleri</i>	0	0	0	1643	991	340	729	0	0	0	0	0	3703
<i>Elachistocleis</i> sp.	0	0	3	167	449	96	6	0	0	0	0	0	721
<i>Hyla albopunctata</i>	11	18	0	12	35	55	65	5	11	17	9	5	243
<i>H. nana</i>	0	1	6	11	26	31	30	4	0	0	0	0	109
<i>H. raniceps</i>	0	1	79	105	17	10	0	0	0	0	0	0	212
<i>Leptodactylus fuscus</i>	0	0	116	98	316	117	0	0	0	0	0	0	647
<i>L. podicipinus</i>	0	0	0	64	64	0	0	0	0	0	0	0	128
<i>Phrynohyas venulosa</i>	0	0	0	33	161	12	0	0	0	0	0	0	206
<i>Physalaemus centralis</i>	0	0	0	256	72	11	0	0	0	0	0	0	339
<i>P. cuvieri</i>	0	0	40	509	257	65	143	0	0	0	0	0	1014
<i>P. fuscomaculatus</i>	0	0	0	13	0	2	3	0	0	0	0	0	18
<i>P. nattereri</i>	0	0	110	308	1276	270	141	0	0	0	0	0	2105
<i>Scinax</i> cf. <i>similis</i>	0	0	2	52	82	12	2	0	0	0	0	0	150
<i>S. fuscovarius</i>	0	0	0	22	555	614	3	0	0	0	0	0	1194
Total	11	395	356	3293	4301	1635	1122	9	11	17	9	5	11164

Sítios de vocalização e similaridade acústica entre anfíbios anuros no
sudeste do Brasil

Tiago Grande dos Santos¹ & Denise de C. Rêgo-Pereira²

¹ Pós-Graduação em Biologia Animal, UNESP, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil
(15074-000) E-mail: tiago.grande@unesp.br

² Departamento de Zoologia e Botânica, UNESP, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil
(15074-000)

ABSTRACT. Vocalization sites and acoustic similarity among amphibians anurans in

Capítulo 2

passage was in the southeast of Brazil, there was higher overlap in the vocalization site

among the species that vocalized based on the ground or floating in water than on those that

*Sítios de vocalização e similaridade acústica entre anfíbios
anuros no sudeste do Brasil*

characteristics of species inhabiting unpredictable habitats and/or altered by human activities.

The analysis of advertisement call features indicated higher segregation in the call

among species that vocalized based on the ground or floating in the water than on those that

vocalized located in vegetation. The segregation in the vocalization site, registered in the

area of the water bodies, is resulted from the low species richness in these environments.

However, in the water bodies with higher richness, overlapping occurred. In this case, the

differentiation of the advertisement calls seems to be enough to differentiate the species.

Sítios de vocalização e similaridade acústica entre anfíbios anuros no sudeste do Brasil

Tiago Gomes dos Santos¹ & Denise de C. Rossa-Feres²

¹ Pós-Graduação em Biologia Animal, UNESP, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.
15054-000. E-mail: frogomes@yahoo.com.br; denise@ibilce.unesp.br

² Departamento de Zoologia e Botânica, UNESP, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.
15054-000.

ABSTRACT. Vocalization sites and acoustic similarity among amphibians anurans in southeast of Brazil. In the present study was determined the similarity in the vocalization sites and in the advertisement call of 12 species of anuran males, using water bodies located in pasturage area in the southeast of Brazil. There was higher overlap in the vocalization site among the species that vocalized based on the ground or floating in water, than on those that vocalized roosted in the vegetation, probably due to the differences in the space allocation opportunities in the bi or three dimensional space use. Most of the 12 analyzed species (75%; n = 9 species) was generalist in at least one of the vocalization site variable, what is characteristic of species inhabiting unpredictable habitats and/or altered by human activities. The analysis of advertisement call features ordination evidenced higher segregation in the call among species that vocalized based on the ground or floating in the water than on those that vocalized roosted in vegetation. The segregation in the vocalization sites, registered in the most of the water bodies, is resulted from the low species richness on those environments, because in the water bodies with higher richness, overlapping occurred. In this case, the differentiation of the advertisement calls seems to be enough to explicate the species



coexistence. In the remnant water bodies the communities seem to have been unsaturated.

KEY-WORDS: community, niche amplitude, advertisement calls.

RESUMO. No presente estudo foi determinada a similaridade nos sítios de vocalização e nos cantos de anúncio de machos de 12 espécies de anuros, em corpos d'água situados em área de pastagem no sudeste do Brasil. Houve maior sobreposição no sítio de vocalização entre as espécies que vocalizaram apoiadas sobre o solo ou flutuando na água, do que entre as espécies que vocalizaram empoleiradas na vegetação, provavelmente, como consequência de diferenças nas oportunidades de partilha espacial no uso bi ou tridimensional do espaço. A maioria das 12 espécies analisadas (75%; $n = 9$ espécies) foi generalista em pelo menos uma das variáveis do sítio de vocalização, o que é característico de espécies de habitats imprevisíveis e/ou alterados pelo homem. A análise da ordenação das características do canto de anúncio evidenciou maior segregação do canto entre as espécies que vocalizaram apoiadas sobre o solo ou flutuando na água que entre aquelas que vocalizaram empoleiradas. A segregação nos sítios de vocalização, registrada na maioria dos corpos d'água, resultou da baixa riqueza de espécies nesses ambientes, pois nos corpos d'água com maior riqueza, ocorreu sobreposição. Neste caso, a diferenciação dos cantos de anúncio parece ter sido suficiente para explicar a coexistência das espécies. Nos corpos d'água restantes as comunidades parecem ter sido insaturadas.

PALAVRAS CHAVE: comunidade, amplitude de nicho, canto de anúncio.

INTRODUÇÃO

Durante a estação reprodutiva, os anuros da maioria das espécies se reúnem nos habitats aquáticos, formando agregações com alto potencial para interações intra e interespecíficas (CRUMP 1971). Nesse período, o canto de anúncio e o sítio de vocalização dos

machos têm importância fundamental no isolamento entre as espécies (HÖLD 1977, CARDOSO *et al.* 1989, POMBAL 1997).

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 CRUMP 1982). Além da partilha acústica, (DUELLMAN 1967, HÖLD 1977, CARDOSO & VIELLARD 1990), numerosos estudos realizados nas últimas três décadas têm mostrado que dentro de uma dada comunidade, diferentes espécies usam diferentes microhábitats para vocalizar (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). No Brasil, a segregação no uso dos sítios de vocalização entre as espécies parece ser comumente registrada em ambientes de floresta (*e.g.* HEYER *et al.* 1990, HADDAD & SAZIMA 1992, POMBAL & GORDO 2004). Em áreas abertas, entretanto, os resultados obtidos até o momento não permitem generalizações pois, enquanto alguns estudos registraram partilha (*e.g.* NASCIMENTO *et al.* 1994, ETEROVICK & SAZIMA 2000, BERTOLUCI & RODRIGUES 2002), outros relataram sobreposição entre as espécies no uso do sítio de vocalização (*e.g.* POMBAL 1997, CARDOSO *et al.* 1989, ROSSA-FERES & JIM 2001). O objetivo do presente estudo foi descrever e analisar a similaridade no canto de anúncio e no uso de sítio de vocalização de 12 espécies de anuros, em oito corpos d'água localizados em área com formação vegetal de pequeno porte no sudeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e coleta de dados

O estudo foi realizado em Santa Fé do Sul, região noroeste do estado de São Paulo, distante cerca de 20 Km da divisa com o estado do Mato Grosso do Sul. A formação vegetal



original era de Floresta Estacional Semidecidual, hoje praticamente substituída por áreas de pastagem (PROJETO BRA/90/010, PROBIO 1998, IPT 2000). O clima da região é do tipo Tropical Quente e Úmido (Aw de Köppen), caracterizado pela pronunciada estação seca, que recebe apenas 15% da precipitação total anual (BARCHA & ARID 1971) e pela imprevisibilidade no mês de início da estação chuvosa (ROSSA-FERES & JIM 2001). O extremo noroeste do estado de São Paulo, particularmente, apresenta o menor volume pluviométrico anual (entre 1.100 e 1.500 mm) e as mais elevadas temperaturas médias anuais do estado (entre 22°C e 23°C) (IPT 2000).

A coleta de dados se estendeu de setembro de 2003 a agosto de 2004 e foi realizada em oito corpos d'água situados em área de pastagem (ver descrição no Capítulo 1). Os ambientes selecionados foram amostrados quinzenalmente durante o período chuvoso e mensalmente durante o período seco, quando poucas espécies estão ativas na região (ROSSA-FERES 1997). Cada amostragem teve duração de um dia e geralmente as atividades de campo foram desenvolvidas por quatro pessoas.

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

a) tipo de substrato: solo seco, úmido ou alagado, para as espécies que vocalizaram sobre o solo; água, para as espécies que vocalizaram flutuando no corpo d'água; tipo de planta, para as espécies que vocalizaram empoleiradas;

b) tipo de margem: plana, inclinada (inclinação até 60°), em barranco (inclinação superior à 60°);

c) posição do indivíduo no substrato: em relação à margem, para os anuros que vocalizaram sobre o solo ou flutuando na água; posição na vegetação, para os anuros que vocalizaram empoleirados;

d) altura do sítio de vocalização em relação à superfície da água ou do solo;

e) profundidade da água, para as espécies que vocalizaram flutuando na água;



f) distância do sítio de vocalização até a margem mais próxima do corpo d'água.

O canto de anúncio de cada espécie foi registrado com gravador portátil Panasonic® (modelo RQ-L31) acoplado a um microfone semidirecional Sonic®, posicionado a uma distância de 0,5 a 1,5 m do indivíduo que vocalizava.

Análise de dados

O sítio de vocalização dos machos das espécies encontradas em cada corpo d'água e as possíveis variações no sítio de uma mesma espécie, entre vários corpos d'água, foram comparados pelo teste de Mann-Whitney (U), para pares de espécies e de Kruskal-Wallis (H), para mais que duas espécies (ZAR 1999), com nível de significância de $p < 0,05$. Quando o teste de Kruskal-Wallis foi significativo, procedeu-se ao teste de Dunn *a posteriori* (ZAR 1999) como método de comparações múltiplas entre os grupos testados. Os testes foram realizados utilizando o programa BioEstat 3.0 (AYRES *et al.* 2003).

A amplitude no uso de sítio de vocalização foi determinada para as espécies com número de observações igual ou superior a três, pela aplicação do índice de Levins (KREBS 1999). Para as espécies cujos machos vocalizaram empoleirados, a amplitude de nicho foi calculada para o tipo de substrato e altura de empoleiramento na vegetação. Para as espécies cujos machos vocalizaram sobre o solo ou flutuando na água, a amplitude de nicho foi calculada para o tipo de substrato e a distância da margem. As espécies cujos machos vocalizaram tanto empoleirados quanto sobre o solo foram consideradas nos dois grupos analisados. Foram consideradas generalistas as espécies que apresentaram nicho amplo ($B > 2,0$, valor aproximado das medianas da amplitude de nicho das espécies).

A similaridade no sítio de vocalização das espécies em cada corpo d'água foi determinada pelo índice de similaridade de Jaccard (C_j , KREBS 1999), com posterior agrupamento por média não ponderada (UPGMA) (KREBS 1999), considerando as seguintes



variáveis: tipo de substrato, distância da margem e altura de empoleiramento. Foram considerados agrupamentos válidos, todos os arranjos com similaridade igual ou superior a 0,60. As análises foram realizadas no programa NTSYS 2.1 (ROHLF 2000). A correlação entre a riqueza de espécies em cada corpos d'água e a porcentagem de espécies com sobreposição no uso de sítio de vocalização ($C_j \geq 60\%$) foi testada pelo coeficiente de correlação de Spearman (r_s) (KREBS 1999), utilizando o programa BioEstat 3.0 (AYRES *et al.* 2003).

A similaridade no sítio de vocalização para a área de estudo, independentemente do corpo d'água onde as espécies ocorreram, foi determinada pelo índice de similaridade de Morisita-Horn (KREBS 1999), com posterior agrupamento por média não ponderada (UPGMA) (KREBS 1999). Para esta análise foram utilizadas todas as variáveis registradas para o sítio de vocalização dos machos, considerando apenas as espécies cujo número de observações foi igual ou maior que três. Foram considerados como agrupamentos válidos, todos os arranjos com similaridade superior a 0,75. As análises foram realizadas utilizando o programa NTSYS 2.1 (ROHLF 2000).

O Coeficiente de Correlação Cofenética (r) foi calculado para avaliar a perda de informação na representação das matrizes de similaridade pelos dendrogramas (ROMESBURG 1984), sendo valor de $r \geq 0,9$ considerado como um ajuste muito bom; $0,8 \leq r < 0,9$ considerado um bom ajuste; $0,7 \leq r < 0,8$ considerado como ajuste pobre; e $r < 0,7$ considerado um ajuste muito pobre (ROHLF 2000). As análises foram realizadas utilizando o programa NTSYS 2.1 (ROHLF 2000).

A similaridade no canto de anúncio dos machos foi determinada pela aplicação da DCA (*Detrended Correspondence Analysis*), uma técnica de ordenação derivada da Análise de Correspondência (CA), que utiliza auto-análise, assim como a Análise de Componentes Principais (APC) (GAUCH 1995). A DCA além de não exigir a linearidade dos dados, corrige os problemas da CA, como o efeito do arco e a compactação das extremidades dos eixos (GAUCH 1995). Essa análise foi realizada utilizando o programa PC-ORD 4.0 (MCCUNE &



MEFFORD 1999), separadamente, considerando os diferentes grupos taxonômicos: i) hilídeos e ii) leptodactilídeos e *Elachistocleis* sp.. Seis parâmetros do canto de anúncio foram considerados para cada conjunto de espécies: hilídeos - frequência mínima, frequência máxima, frequência dominante inicial, frequência dominante final, duração das notas, número de pulsos por nota; ii) leptodactilídeos e *Elachistocleis* sp. - frequência dominante inicial, frequência dominante final, duração das notas, número de pulsos por nota, número de harmônicos por nota e estrutura da nota, se pulsionada ou harmônica. Os parâmetros dos cantos de anúncio foram determinados no programa Avisoft-SASLab Light, com frequência de amostragem 22050 Hz, opção de 256 bandas (FFT – Fast Fourier Transform). A terminologia para os parâmetros acústicos seguiu DUELLMAN & TRUEB (1986) e MARTINS & JIM (2003).

RESULTADOS

Foi determinado o sítio de vocalização dos machos de 13 espécies (Tab. I). Como a maioria das espécies ocorreu em baixa abundância populacional (ver Capítulo 1), o sítio de vocalização é descrito separadamente para cada corpo d'água estudado, e comparações estatísticas são apresentadas para as espécies com número de registros igual ou maior a três:

1) Brejo temporário (B1):

1.1) No solo: *Elachistocleis* sp., *Leptodactylus fuscus*, *L. podicipinus*, *Physalaemus nattereri*, *Scinax fuscovarius* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica* vocalizaram sobre solo seco e úmido, em áreas recobertas ou não por vegetação. Machos de *Elachistocleis* sp. e *L. podicipinus* ainda utilizaram áreas de solo alagado, com e sem vegetação, respectivamente. Houve diferença significativa entre *Leptodactylus fuscus* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica* quanto à distância da margem ($U = 219,5$; $p < 0,05$), sendo que os machos de *L. fuscus* vocalizaram mais distantes da margem ($172 \pm 263,31$) que os de *Pseudopaludicola* aff. *saltica* ($16,73 \pm 39,25$). As demais espécies não foram comparadas quanto a esse parâmetro porque



vocalizaram em áreas com margens alagadas, onde era impossível determinar a distância da margem.

1.2) Na superfície da água: *Elachistocleis* sp., *Leptodactylus podicipinus*, *Physalaemus cuvieri*, *P. nattereri* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica* vocalizaram em áreas com vegetação, mas apenas *P. cuvieri* foi encontrado vocalizando também em poças formadas por pegadas de bovinos. Machos de *Elachistocleis* sp. vocalizaram em locais com profundidade igual 1,32 cm ($\pm 0,90$), enquanto os de *Leptodactylus podicipinus* e os de *Physalaemus nattereri* vocalizaram em locais com 2,5 cm ($\pm 1,38$) e 3,5 cm ($\pm 2,52$) de profundidade, respectivamente. Não houve diferença significativa entre estas três espécies quanto à profundidade da água ($H = 2,994$; $p > 0,05$). Os dois machos de *Physalaemus cuvieri* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica* também vocalizaram em locais rasos, sendo que os da primeira espécie utilizaram locais com 1 cm e 3 cm de profundidade e os da segunda espécie utilizaram locais com 2 cm e 7 cm de profundidade.

1.3) Sobre vegetação herbácea: *Hyla nana*, *Scinax* cf. *similis* e *Scinax fuscovarius* vocalizaram sobre dicotiledôneas herbáceas. Os machos da primeira espécie empoleiraram a cerca de 26,6 ($\pm 14,42$) cm de altura, enquanto os únicos machos das duas últimas espécies foram observados empoleirados a cerca de 100 cm e 50 cm de altura, respectivamente.

1.4) Sobre vegetação arbustiva: apenas um macho de *Hyla nana* vocalizou, empoleirado a 140 cm de altura, sobre Melastomataceae no interior do corpo d'água.

2) Brejo temporário (B2):

2.1) No solo: *Hyla albopunctata* e *Leptodactylus podicipinus*. Machos da primeira espécie foram observados vocalizando em áreas de solo alagado sem vegetação, enquanto os da segunda espécie foram encontrados em áreas de solo úmido e seco, com e sem vegetação, respectivamente.

2.2) Na superfície da água: *Elachistocleis* sp., *Leptodactylus podicipinus* e *Physalaemus cuvieri* vocalizaram flutuando na água, em áreas com vegetação. O único macho



de *Physalaemus cuvieri* observado utilizou uma pequena poça, formada por pegada de bovino, como sítio de vocalização. Não houve diferença significativa entre os machos de *Elachistocleis* sp. e *L. podicipinus* quanto à profundidade da água ($U = 8$; $p > 0,05$).

2.3) Sobre vegetação herbácea: machos de *Hyla albopunctata* e *Hyla nana* vocalizaram empoleirados sobre vários tipos de plantas herbáceas (e.g. Poaceae, Typhaceae, pteridófitas e dicotiledôneas), sendo que os da primeira espécie empoleiraram a 58,81 cm ($\pm 40,92$) de altura e os da segunda espécie empoleiraram a 55,50 cm ($\pm 30,68$) de altura. As duas espécies não diferiram quanto à altura de empoleiramento ($U = 134,5$; $p > 0,05$).

2.4) Sobre vegetação arbustiva: *Hyla albopunctata* e *Hyla nana*. Apenas dois machos de *Hyla nana* foram observados utilizando este tipo de vegetação, empoleirados a 85 e 95 cm de altura, enquanto os de *H. albopunctata* empoleiraram a uma altura média de 88,3 cm ($\pm 7,64$).

3) Poça temporária (T1):

3.1) No solo: dois machos de *Leptodactylus fuscus* vocalizaram sobre solo sem vegetação, em área alagada e seca, distantes 5 cm internamente à margem e 40 cm externamente à margem, respectivamente.

3.2) Na superfície da água: machos de *Physalaemus nattereri* vocalizaram flutuando em áreas com e sem vegetação, com 2,5 cm ($\pm 0,5$) de profundidade e a 43 cm ($\pm 50,5$) da margem do corpo d'água.

4) Poça temporária (T2):

4.1) No solo: *Leptodactylus fuscus* e *Scinax fuscovarius*. Machos da primeira espécie vocalizaram apoiados sobre solo úmido com vegetação, a mais de 50 cm da margem, enquanto os da segunda espécie utilizaram áreas de solo seco sem vegetação, a uma distância de 8 cm ($\pm 9,09$) da margem corpo d'água.



4.2) Na superfície da água: os machos de *Physalaemus nattereri* vocalizaram flutuando na água em locais com 4,52 cm ($\pm 2,76$) de profundidade e distantes 13,42 cm ($\pm 19,86$) da margem.

4.3) Sobre vegetação herbácea: os dois machos de *Hyla nana* vocalizaram sobre Poaceae, a menos de 50 cm de altura do solo e a 50 cm e 120 cm de distância da água.

4.4) Sobre vegetação arbórea: machos de *Phrynohyas venulosa* foram encontrados vocalizando sobre abacateiro (Lauraceae), a 353,33 cm ($\pm 82,87$) de altura do solo e distantes 408,33 cm ($\pm 208,37$) da água.

5) Poça temporária (T3):

5.1) No solo: *Elachistocleis* sp., *Leptodactylus fuscus* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica*. Os dois machos de *Elachistocleis* sp. observados vocalizaram sobre solo úmido sem vegetação, distantes 0 cm e 9 cm externamente à margem. Os machos das duas últimas espécies vocalizaram sobre solo seco sem vegetação, entretanto os de *Pseudopaludicola* aff. *saltica* foram encontrados sempre a menos de 15 cm da água, enquanto que o único macho de *L. fuscus* observado vocalizou a aproximadamente 4 m de distância da água.

5.2) Na superfície da água: *Leptodactylus podicipinus* e *Physalaemus cuvieri*. Machos da primeira espécie foram encontrados flutuando na superfície da água, em pequenas depressões sob vegetação morta acamada na margem do corpo d'água, em locais com 2,6 cm ($\pm 1,95$) de profundidade e a 2 cm ($\pm 4,47$) de distância da margem. Machos da segunda espécie vocalizaram flutuando na água, em áreas sem vegetação ou em pequenas poças formadas por pegadas de bovinos na margem do corpo d'água, em locais com 1,33 cm ($\pm 0,58$) de profundidade e 6,67 cm ($\pm 11,54$) de distância da margem.

5.3) Sobre vegetação herbácea: *Hyla elianeae*, *H. nana*, *H. raniceps* e *Scinax* cf. *similis*. Os únicos machos de *Scinax* cf. *similis* e *H. elianeae* observados vocalizaram na margem, sobre Cyperaceae e Poaceae, empoleirados a 60 cm e 42 cm de altura, respectivamente. Os machos de *H. nana* utilizaram tanto Poaceae e Cyperaceae quanto



dicotiledôneas herbáceas como sítio de vocalização e empoleiraram a 42,74 cm ($\pm 14,49$) de altura, preponderantemente externamente à margem ($31,74 \pm 47,62$ cm). Os dois machos de *Hyla raniceps* observados vocalizaram a menos de 20 cm internamente à margem, sobre dicotiledônea herbácea e empoleirados a 45 cm e 80 cm de altura.

6) Poça permanente (P1):

6.1) No solo: *Hyla albopunctata* e *Hyla raniceps*. Um macho de cada espécie foi observado vocalizando sobre solo sem vegetação, distantes 50 cm e 80 cm da margem, respectivamente.

6.2) Na superfície da água: machos de *Leptodactylus podicipinus* foram encontrados na água, entre densas moitas de vegetação herbácea, em locais com 1,33 cm ($\pm 2,31$) de profundidade.

6.3) Sobre vegetação herbácea: *Hyla albopunctata*, *H. nana* e *Scinax* cf. *similis*. Machos de *H. albopunctata* e de *H. nana* diferiram quanto à distância da margem ($U = 13$; $p < 0,05$), sendo que os de *H. albopunctata* vocalizaram preponderantemente externamente à margem ($192 \pm 189,92$ cm), enquanto que os de *H. nana* vocalizaram preponderantemente internamente à margem do corpo d'água ($120,17 \pm 108,70$ cm). Machos de *H. albopunctata* vocalizaram empoleirados a 62,0 cm ($\pm 55,0$) de altura e os de *H. nana* empoleiraram a 31,70 cm ($\pm 16,62$) de altura, mas não houve diferença estatística entre as duas espécies quanto à altura de empoleiramento ($U = 38$; $p < 0,05$). O único macho de *Scinax* cf. *similis* registrado vocalizou empoleirado a 45 cm de altura do solo e a 3 m de distância da margem.

6.4) Sobre vegetação arbórea: machos de *Phrynohyas venulosa* vocalizaram sobre *Eucalyptus* spp., a mais de 10 m do corpo d'água, mas não foram visualizados.

7) Poça permanente (P2):

7.1) No solo: *Elachistocleis* sp., *Hyla raniceps*, *Pseudopaludicola* aff. *saltica* e *Scinax fuscovarius*. Os machos de *H. raniceps* e de *S. fuscovarius* vocalizaram sobre solo



seco, sendo que, enquanto os da primeira espécie foram encontrados tanto em áreas com quanto em áreas sem vegetação, os da segunda espécie vocalizaram apenas em áreas sem vegetação. Houve diferença significativa entre estas espécies ($U = 0$; $p < 0,05$) quanto à distância da margem, pois os machos de *H. raniceps* vocalizaram mais próximos da margem ($38,52 \pm 34,22$) que os de *S. fuscovarius* ($240 \pm 101,49$ cm). Os machos de *Elachistocleis* sp. e de *Pseudopaludicola* aff. *saltica* vocalizaram sobre solo úmido, mas enquanto os da primeira espécie utilizaram áreas com vegetação, os da segunda espécie utilizaram áreas sem vegetação. O único macho de *Elachistocleis* sp. vocalizou a 80 cm da margem, enquanto os dois machos de *Pseudopaludicola* aff. *saltica* vocalizaram a uma distância de 35 cm e 30 cm da margem.

7.2) Sobre vegetação herbácea. Machos de *Hyla nana* e *H. raniceps* vocalizaram sobre vegetação herbácea marginal (e.g. Poaceae, Cyperaceae e dicotiledôneas). Os machos de *H. nana* empoleiraram a $38,81 (\pm 24,06)$ de altura, enquanto os de *H. raniceps* empoleiraram a $63,47$ cm ($\pm 48,35$) de altura, mas não houve diferença quanto à altura de empoleiramento ($U = 261,5$; $p > 0,05$). As espécies diferiram quanto à distância da margem ($U = 161$; $p < 0,05$), sendo que machos de *H. raniceps* vocalizaram preponderantemente externamente à margem ($17 \pm 71,78$), enquanto os de *H. nana* vocalizaram preponderantemente internamente à margem ($16,08 \pm 52,85$).

7.3) Sobre vegetação arbustiva: *Hyla raniceps*, cujos machos vocalizaram sobre arbusto (Myrtaceae) situado na margem do corpo d'água, a uma altura de 80 cm e 100 cm, a mais de um metro externamente à margem.

8) Poça permanente (P3):

8.1) Na superfície da água: *Leptodactylus podicipinus* e *Physalaemus cuvieri*. Os machos da primeira espécie vocalizaram entre grandes moitas de vegetação herbácea, a uma profundidade média de $3,67$ cm ($\pm 5,50$) e a $46,67$ cm ($\pm 50,33$) da margem, enquanto o único



macho de *P. cuvieri* observado vocalizou em local com 2 cm de profundidade, em poça formada por pegada de bovino, distante 1 cm da margem.

8.2) Sobre vegetação herbácea: machos de *Hyla nana* e de *H. raniceps* vocalizaram sobre vários tipos de vegetação (e.g. Poaceae, Cyperaceae, Typhaceae, dicotiledôneas, pteridófitas). Machos da primeira espécie vocalizaram internamente à margem ($178,25 \pm 119,54$ cm), empoleirados a 37,75 cm ($\pm 24,23$) de altura. Machos da segunda espécie vocalizaram internamente à margem ($97,5 \pm 37,75$ cm), e empoleirados a 62,25 cm ($\pm 41,63$) de altura. Não houve diferença significativa quanto à altura de empoleiramento ($U = 65,5$; $p > 0,05$), nem quanto à distância da margem ($U = 66$; $p > 0,05$) entre as duas espécies.

8.3) Sobre vegetação arbustiva: *Hyla nana* e *H. raniceps*. Os dois machos de *H. raniceps* que utilizaram este tipo de vegetação vocalizaram internamente à margem, a mais de 150 cm desta, empoleirados a 70 e a 95 cm de altura. Os machos de *H. nana* vocalizaram empoleirados a uma altura média de 46,09 cm ($\pm 21,33$), internamente a margem ($133,64 \pm 67,72$ cm).

8.4) Sobre vegetação arbórea: um macho de *Phrynohyas venulosa* foi encontrado vocalizando sobre goiabeira (Myrtaceae) situada a sete metros do corpo d'água, a mais de 2 m de altura.

A maioria dos hilídeos foi generalista no uso de sítio de vocalização: cerca de 60% ($n = 4$) das cinco espécies cujos machos vocalizaram empoleirados tiveram grande amplitude de nicho para tipo de substrato e 80% ($n = 5$) para altura de empoleiramento (Tab. II). Já a maioria das espécies cujos machos vocalizaram sobre o solo (Leptodactylidae e *Elachistocleis* sp.) foram especialistas no uso de sítio de vocalização: 57% ($n = 3$) das sete espécies tiveram pequena amplitude de nicho para tipo de substrato e para distância da margem (Tab. III).

A maioria das espécies não diferiu no uso de sítio de vocalização nos diversos ambientes onde ocorreram (Tabs. IV a VIII). Apenas machos de *Hyla nana* e de *H. raniceps* vocalizaram em locais com diferentes distâncias da margem ($U = 4$, $p < 0,05$; $H = 89,76$, $p <$



0,05, respectivamente) e altura de empoleiramento ($U = 35,5$, $p < 0,05$; $H = 20,21$, $p < 0,05$, respectivamente) (Tabs. V a IX). De modo geral, machos de ambas as espécies empoleiraram em locais mais altos nos ambientes com vegetação de maior porte (B2 e T3) e mais internamente em relação à margem nos ambientes com grande porcentagem de vegetação emergente recobrando a superfície da água (P1 e P3).

A similaridade no uso do sítio de vocalização das espécies foi determinada para sete dos oito corpos d'água, sendo que ocorreu maior sobreposição entre as espécies cujos machos vocalizaram sobre o solo ou flutuando na água, que entre as espécies cujos machos vocalizaram empoleirados na vegetação (Fig.1). A composição dos agrupamentos variou de acordo com a composição de espécies nos diferentes corpos d'água (Fig. 1). A análise não foi realizada para a poça temporária T1, pois apenas machos de duas espécies (*Leptodactylus fuscus* e *Physalaemus nattereri*) foram registrados em atividade de vocalização neste ambiente. A porcentagem de espécies com elevada sobreposição no uso do sítio de vocalização ($C_j \geq 60\%$), em cada corpo d'água, foi positivamente correlacionada com o número de espécies que vocalizaram nestes ambientes ($r_s = 0,84$; $p = 0,018$).

A similaridade no sítio de vocalização para a área de estudo, independentemente do corpo d'água onde as espécies ocorreram, evidenciou a formação de três agrupamentos com sobreposição superior a 75% (Fig. 2):

1. formado por *Elachistocleis* sp., *Leptodactylus fuscus*, *L. podicipinus* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica*, cujos machos, de forma geral, vocalizaram desde a água até o solo. Entretanto, dois subagrupamentos podem ser visualizados, sendo o primeiro (1.1, Fig. 2) formado por *Leptodactylus fuscus* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica*, cujos machos vocalizaram preponderantemente sobre solo úmido sem vegetação e, o segundo (1.2, Fig. 2), formado por *Elachistocleis* sp. e *Leptodactylus podicipinus*, cujos machos vocalizaram preponderantemente flutuando na água, entre a vegetação.



2. formado por *Physalaemus cuvieri* e *P. nattereri*, cujos machos vocalizaram flutuando na água em locais rasos, com profundidade inferior a 15 cm. Entretanto, machos de *P. cuvieri* vocalizaram preponderantemente em pequenas poças com margens planas, formadas por acúmulo de água em pegadas de bovinos, enquanto os de *P. nattereri* vocalizaram preponderantemente próximos a margens em barranco.

3. formado por *Hyla nana* e *Scinax* cf. *similis*, cujos machos vocalizaram empoleirados preponderantemente sobre vegetação herbácea. Entretanto, machos *Scinax* cf. *similis* vocalizaram sempre externamente à margem dos corpos d'água, enquanto que os de *H. nana*, foram observados principalmente vocalizando no interior dos corpos d'água.

Os resultados dessa análise corroboraram os obtidos nas análises de similaridade de sítio de vocalização em cada corpo d'água, pois também foi encontrada maior sobreposição entre as espécies que vocalizaram apoiadas sobre o solo e/ou flutuando na água, que entre aquelas que vocalizaram empoleiradas na vegetação (Fig. 2). Quatro espécies não foram associadas a nenhum dos agrupamentos supracitados: *Hyla albopunctata*, *H. raniceps*, *Phrynohyas venulosa* e *Scinax fuscovarius*. Os machos de *H. albopunctata* vocalizaram preponderantemente empoleirados, utilizando vários tipos de vegetação herbácea (Poaceae, Cyperaceae, Typhaceae e dicotiledôneas) em locais com margens planas, enquanto que os de *S. fuscovarius* vocalizaram preponderantemente apoiados sobre soco seco sem vegetação, em locais com margem inclinada ou em barranco. Os machos de *H. raniceps* vocalizaram preponderantemente empoleirados sobre vários tipos de vegetação (herbácea e arbustiva), enquanto que os de *P. venulosa* vocalizaram sempre empoleirados sobre vegetação arbórea, a vários metros do solo.

Mesmo utilizando DCA, a ordenação dos parâmetros do canto de anúncio das espécies que vocalizaram sobre o solo (Fig. 3) apresentou distribuição em arco. Além disso, a escala dos eixos desse gráfico foi menor que a da ordenação obtida para os hilídeos (Fig. 4), indicando que a diferenciação do canto das espécies que vocalizaram sobre o solo é muito



grande, pois o espaço bidimensional gerado pelos eixos dos gráficos não comportou a distância entre eles. Assim, houve maior diferença no canto de anúncio das espécies que vocalizaram sobre o solo que entre as que vocalizaram empoleiradas (Figs. 3 e 4; Tabs. X e XI).

As espécies que apresentaram grande sobreposição no sítio de vocalização (*Pseudopaludicola* aff. *saltica* e *Leptodactylus fuscus*, *Elachistocleis* sp. e *L. podicipinus*, *Physalaemus nattereri* e *P. cuvieri*, *Hyla nana* e *Scinax* cf. *similis*) (Fig. 2) mostraram-se separadas no espaço acústico (Figs. 3 e 4), enquanto que o par com maior semelhança no canto de anúncio (*Scinax* cf. *similis* e *S. fuscovarius*) (Fig. 4) apresentou segregação no sítio de vocalização (Fig. 2).

DISCUSSÃO

O sítio de vocalização das espécies presentemente estudadas é, de modo geral, semelhante ao registrado em outras localidades do noroeste de São Paulo (BERNARDE & KOKUBUM 1999, ROSSA-FERES & JIM 2001). Esta especificidade do sítio de vocalização tem sido registrada em outros estudos com comunidades de anuros (*e.g.* HÖLD 1977, ROSSA-FERES & JIM 2001, BERTOLUCI & RODRIGUES 2002) e parece ser uma extensão filogenética adicional ao comportamento de isolamento acústico em muitas espécies (ETGES 1987), podendo promover melhor utilização do hábitat reprodutivo (BERTOLUCI & RODRIGUES 2002).

O uso de sítio de vocalização não variou entre os corpos d'água estudados. Apenas *Hyla nana* e *Hyla raniceps* apresentaram diferenças significativas entre os habitats, quanto aos parâmetros quantitativos altura de empoleiramento e distância da margem. Esta variação está provavelmente relacionada a diferenças na estrutura da vegetação associada aos corpos d'água, já que os machos das duas espécies estabeleceram poleiros mais elevados nos ambientes com vegetação de maior porte, e sua distribuição horizontal variou de acordo com a disponibilidade de plantas interna e externamente ao corpo d'água.



A pequena sobreposição, ou a ausência desta, no sítio de vocalização registrada na maioria dos corpos d'água estudados difere do encontrado por POMBAL (1997) e ROSSA-FERES & JIM (2001), que reportaram grande sobreposição. No entanto, corrobora a segregação encontrada 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).

De acordo com CARDOSO *et al.* (1989), a heterogeneidade espacial é um importante fator na determinação do número de espécies que podem explorar um determinado ambiente, sendo que em ambientes de área aberta, o número de espécies é maior que o número de micro-ambientes disponíveis como sítio de vocalização. Dentre os corpos d'água estudados, ocorreu grande sobreposição de sítios de vocalização em pelo menos três deles (B1, P1 e T3), nos quais foi registrada a maior riqueza de espécies, indicando que o número de espécies provavelmente foi maior que a disponibilidade de microhábitats. Entretanto, para os demais corpos d'água houve segregação entre os sítios de vocalização, provavelmente porque um menor número de espécies utilizou estes ambientes, como registrado em alguns ambientes de área aberta (NASCIMENTO *et al.* 1994, POMBAL & GORDO 2004), indicando que nesses corpos d'água as comunidades parecem ter sido insaturadas.

Houve maior sobreposição no sítio de vocalização entre as espécies cujos machos vocalizaram apoiados no solo ou flutuando na água do que entre aquelas cujos machos vocalizaram empoleirados (hilídeos). 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 (CARDOSO *et al.* 1989). Concordando com isso, uma maior proporção das espécies cujos machos vocalizaram empoleirados foi generalista no uso do sítio de vocalização, em comparação com aquelas cujos machos vocalizaram sobre o solo. 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.

A maior sobreposição no uso de sítio de vocalização entre as espécies que vocalizaram no solo ou na superfície da água também foi registrada por ROSSA-FERES & JIM (2001), que sugeriram que a pequena heterogeneidade ambiental pode ter limitado a diferenciação ou que as espécies podem não ter sofrido pressão para diferenciação do sítio de vocalização.

Por outro lado, a ordenação das espécies segundo os parâmetros do canto de anúncio, mostrou maior segregação entre as espécies cujos machos vocalizaram sobre o solo, que entre os hilídeos, cujos machos vocalizaram empoleirados. Segundo CRUMP (1982), as espécies de anuros que se reproduzem simpatricamente ou sincronicamente exibem fraca (se alguma) sobreposição nas variáveis acústicas das vocalizações dos machos. Além disso, muitas espécies têm sítios de vocalização característicos, resultando em um aumento no uso dos recursos espaciais e intensidade do reconhecimento entre as espécies. Assim, de acordo com o sumarizado por HÖLD (1977), as diferenças dos cantos de anúncio, junto com a partilha do sítio de vocalização teriam importância primária no reconhecimento e isolamento reprodutivo entre as espécies.

A maioria das 12 espécies analisadas (75%; $n = 9$ espécies) foi generalista em pelo menos uma das variáveis do sítio de vocalização. Segundo CARDOSO *et al.* (1989), a maior plasticidade na utilização dos sítios de vocalização pode estar relacionada à menor disponibilidade de microhabitats ao redor da poça. Espécies que apresentam nicho amplo são excelentes colonizadoras e estão bem adaptadas a habitats imprevisíveis, instáveis e/ou modificados (LEVINS 1968, HEYER & BELLIN 1973). Tais características são reconhecidas para os corpos d'água estudados, pois: i) todos estão situados em área de forte pressão antrópica, onde a vegetação original foi totalmente removida e substituída por cultivos e



pastagens (IPT 2000); ii) a vegetação em e ao redor dos corpos d'água é predominantemente herbácea, com poucas possibilidades para o estabelecimento de diferentes sítios de vocalização; e iii) o clima da região tem forte impacto sobre as populações (ver Capítulo 1), pois a estação seca é pronunciada e o início da estação chuvosa é imprevisível e instável, com um ou dois períodos de estiagem após as primeiras chuvas.

Poucas espécies utilizaram os corpos d'água temporários de curta duração e permanentes (ver Capítulo 1), e nesses ambientes houve, de forma geral, segregação no uso de sítio de vocalização. Entretanto, nos corpos d'água temporários de longa duração, onde ocorreu a maior riqueza de espécies, houve sobreposição no uso dos sítios de vocalização. Nesse último caso, considerando que não foram observadas interações interespecíficas, a diferenciação do canto de anúncio parece ser suficiente para explicar a coexistência das espécies.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo) pela bolsa concedida e ao Programa BIOTA/ FAPESP (processo 01/13341-3) pelo apoio financeiro. À Profª Drª Neusa Taroda Ranga (UNESP/ São José do Rio Preto) e Profª Drª Andréia Rezende pela identificação das plantas. A todos os colegas de laboratório, pelo auxílio nas coletas, em especial aos biólogos Rodrigo Silva, Carolina P. Candeira e Fernando Rodrigues, que participaram da maioria delas.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- 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**, Votuporanga, SP. (1): 94-122.
- 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.
- 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.
- 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.
- CRUMP, M.L. 1971. Quantitative analysis of the ecological distribution of a tropical herpetofauna. **Occasional Papers of the Museum of Natural History**, Lawrence, **3**: 1-62.
- 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. & L. TRUEB. 1986. **Biology of Amphibians**. Baltimore and London, McGraw-Hill, 670p.
- ETEROVICK, 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.
- ETGES, W.J. 1987. Call site choice in male anurans. **Copeia**, Lawrence, 4: 910-923.
- GAUCH, H.G.JR. 1995. **Multivariate Analysis in Community Ecology**. Cambridge, Cambridge University Press. VIII+298p.
- 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.
- HEYER, W.R. & M.S. BELLIN. 1973. Ecological notes on five sympatric *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae) from Ecuador. **Herpetologica**, Springfield, 29 (1): 66-72.
- 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.
- HÖLD, W. 1977. Call differences and calling sites segregation in anuran species from Central Amazonian floating meadows. **Oecologia**, Heidelberg, 28: 351-363.
- 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.
- KREBS, C.J. 1999. **Ecological Methodology**. Menlo Park, Addison Wesley Educational Publishers, 620p.



LEVINS, R. 1968. Evolution in changing environments, some theoretical explorations.

Monographs in Population Biology, Princeton, 2: 1-129.

MARTINS, I.A. & JIM, J. 2003. Bioacoustic analysis of advertisement call in *Hyla nana* and *Hyla sanborni* (Anura, Hylidae) in Botucatu, São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, Rio de Janeiro, **63** (3): 507-516.

MCCUNE, B. & M.J. MEFFORD. 1999. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data**. Versão 4.0, MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon, USA.

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. & 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.

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.

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. 1998. **Áreas de domínio do cerrado no estado de São Paulo**. São Paulo, Imprensa Oficial da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, 84p.

PROJETO BRA/90/010. 1995. **Os ecossistemas brasileiros e os principais macrovetores de desenvolvimento: subsídios ao planejamento da gestão ambiental**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 108p.

ROHLF, F.J. 2000. **NTSYS 2.1: Numerical Taxonomic and Multivariate Analysis System**. New York, Exeter Software.



ROMESBURG, H.C. 1984. **Cluster Analysis for researchers**. Malabar, Florida, Robert E. Krieger Publishing Company, 334p.

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. 1997. **Ecologia de uma comunidade de anfíbios anuros da região Noroeste do estado de São Paulo: microhabitat, sazonalidade, dieta e nicho multidimensional**. Tese de Doutorado.UNESP, Rio Claro. 178p.

ZAR, J.H. 1999. **Biostatistical Analysis**. New Jersey, Prentice Hall, 929p.

FIGURAS

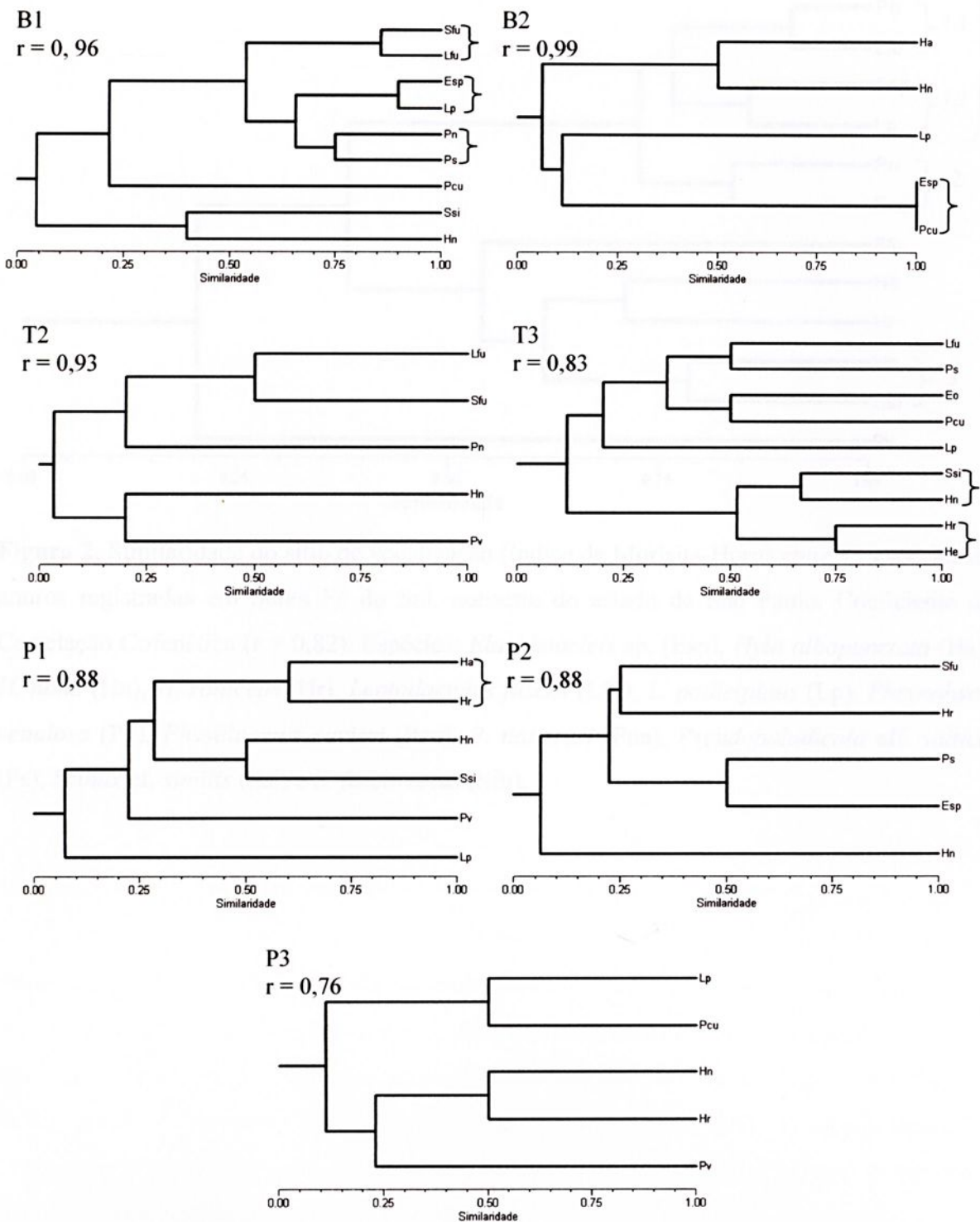


Figura 1. Similaridade do sítio de vocalização (índice de Jaccard) entre as espécies de anfíbios anuros que vocalizaram em sete dos oito corpos d'água estudados em Santa Fé do Sul, noroeste do estado de São Paulo. r = Coeficiente de Correlação Cofenética. As chaves indicam os agrupamentos com similaridade igual ou superior a 60%. Espécies: *Elachistocleis* sp. (Esp), *Hyla albopunctata* (Ha), *H. elianeae* (He), *H. nana* (Hn), *H. raniceps* (Hr), *Leptodactylus fuscus* (Lfu), *L. podicipinus* (Lp), *Phrynohyas venulosa* (Pv), *Physalaemus cuvieri* (Pcu), *P. nattereri* (Pna), *Pseudopaludicola* aff. *saltica* (Ps), *Scinax* cf. *similis* (Ssi) e *S. fuscovarius* (Sfu).

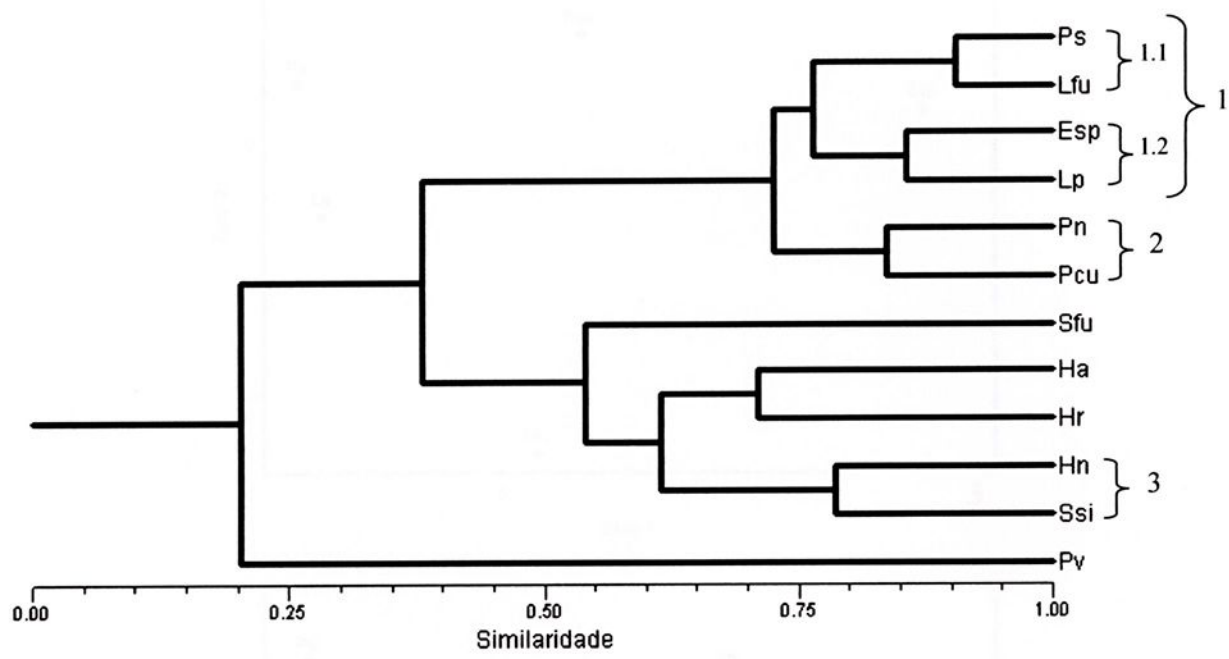
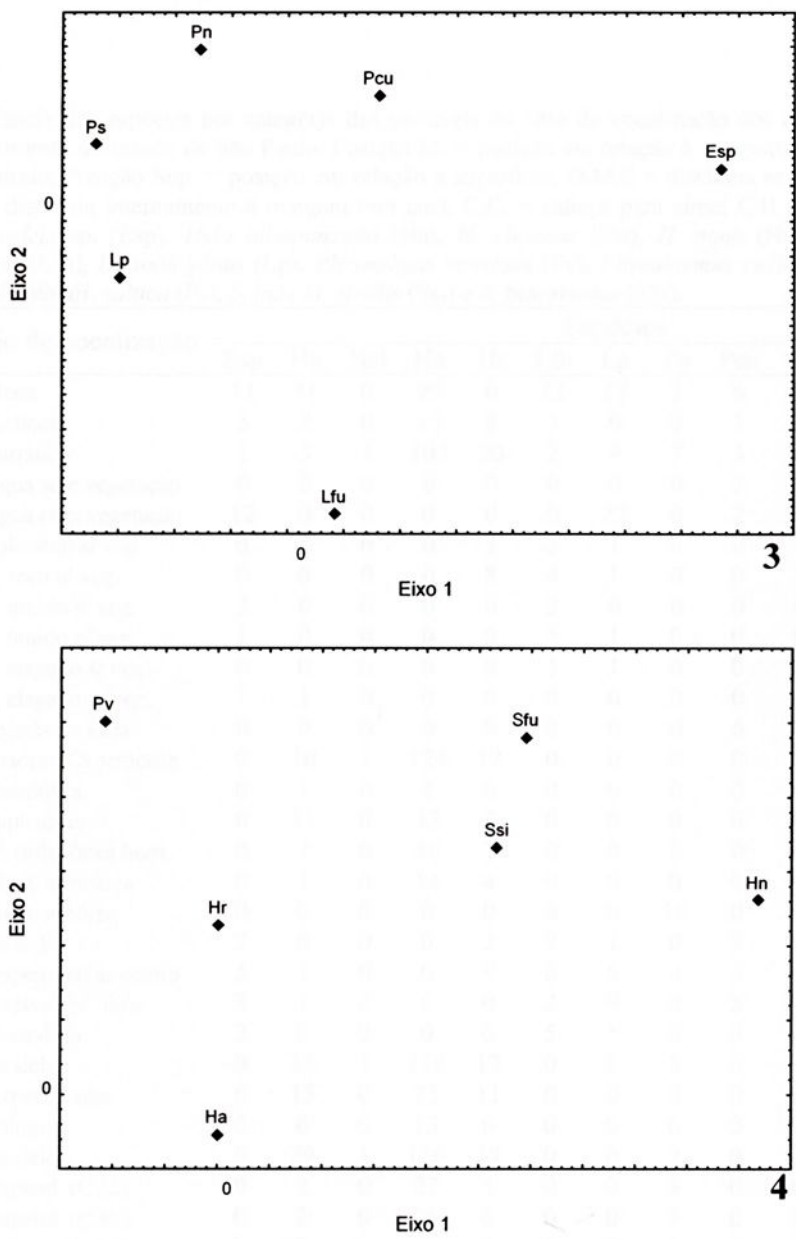


Figura 2. Similaridade do sítio de vocalização (índice de Morisita-Horn) entre 12 espécies de anuros registradas em Santa Fé do Sul, noroeste do estado de São Paulo. Coeficiente de Correlação Cofenética ($r = 0,82$). Espécies: *Elachistocleis* sp. (Esp), *Hyla albopunctata* (Ha), *H. nana* (Hn), *H. raniceps* (Hr), *Leptodactylus fuscus* (Lfu), *L. podicipinus* (Lp), *Phrynohyas venulosa* (Pv), *Physalaemus cuvieri* (Pcu), *P. nattereri* (Pna), *Pseudopaludicola* aff. *saltica* (Ps), *Scinax* cf. *similis* (Ssi) e *S. fuscovarius* (Sfu).



Figuras 3 e 4. Similaridade do canto de anúncio entre 12 espécies de anuros que vocalizaram em Santa Fé do Sul, noroeste do estado de São Paulo: 3) sobre o solo ou flutuando na água - *Elachistocleis* sp. (Esp), *Leptodactylus fuscus* (Lfu), *L. podicipinus* (Lp), *Physalaemus cuvieri* (Pcu), *P. nattereri* (Pna), *Pseudopaludicola* aff. *saltica* (Ps); 4) empoleiradas na vegetação - *Hyla albopunctata* (Ha), *H. nana* (Hn), *H. raniceps* (Hr), *Phrynohyas venulosa* (Pv), *Scinax* cf. *similis* (Ssi) e *S. fuscovarius* (Sfu).

TABELAS

Tabela I. Abundância das espécies por categoria das variáveis do sítio de vocalização dos anuros registrados em Santa Fé do Sul, noroeste do estado de São Paulo. Posição M. = posição em relação à margem; Posição S. = posição em relação ao substrato; Posição Sup. = posição em relação à superfície; D.M.E = distância externamente à margem (em cm); D.M.I = distância internamente à margem (em cm); C.C. = cabeça para cima; C.B. = cabeça para baixo. Espécies: *Elachistocleis* sp. (Esp), *Hyla albopunctata* (Ha), *H. elianae* (He), *H. nana* (Hn), *H. raniceps* (Hr), *Leptodactylus fuscus* (Lfu), *L. podicipinus* (Lp), *Phrynohyas venulosa* (Pv), *Physalaemus cuvieri* (Pcu), *P. nattereri* (Pna), *Pseudopaludicola* aff. *saltica* (Ps), *Scinax* cf. *similis* (Ssi) e *S. fuscovarius* (Sfu).

Variáveis do sítio de vocalização		Espécies												
		Esp	Ha	He	Hn	Hr	Lfu	Lp	Pv	Pcu	Pn	Ps	Sfu	Ssi
Margem	Plana	11	31	0	99	6	12	17	3	6	9	20	2	0
	Inclinada	5	2	0	15	8	1	0	0	1	2	7	4	1
	Barranco	1	3	1	105	20	2	9	7	3	17	1	4	2
Substrato	Água sem vegetação	0	0	0	0	0	0	0	0	2	23	0	0	0
	Água com vegetação	12	0	0	0	0	0	22	0	2	3	2	0	0
	Solo seco s/ veg.	0	1	0	0	3	3	1	0	0	1	3	8	0
	S. seco c/ veg.	0	0	0	0	8	4	1	0	0	1	2	0	0
	S. úmido s/ veg.	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	7	0	0
	S. úmido c/ veg.	1	0	0	0	0	5	1	0	0	0	10	0	0
	S. alagado s/ veg.	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0
	S. alagado c/ veg.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	Pegada de vaca	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
	Poaceae/Cyperaceae	0	10	1	124	12	0	0	0	0	0	0	0	2
	Pteridófita	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Typhaceae	0	11	0	32	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dicotiledônea herb.	0	7	0	46	3	0	0	0	0	0	0	2	1
	Dicot. arbustiva	0	3	0	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Posição M.	Dicot. arbórea	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0
	Paralelo	7	0	0	0	2	2	7	0	2	10	10	3	0
	Perpendicular centro	5	1	0	0	9	6	5	0	3	6	15	4	0
	Perpend. p/ fora	3	1	0	0	0	2	9	0	5	12	3	1	0
Posição S.	Escondido	2	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0
	Paralelo	0	18	1	128	12	0	0	8	0	0	0	1	2
	Perpendicular	0	15	0	75	11	0	0	0	0	0	0	1	1
	Oblíquo	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Posição Sup.	Paralelo	0	29	1	156	18	0	0	2	0	0	0	1	3
	Perpend. (C.C.)	0	2	0	27	5	0	0	3	0	0	0	1	0
	Perpend. (C.B.)	0	2	0	26	0	0	0	3	0	0	0	0	0
	Oblíquo (C.C.)	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oblíquo (C.B.)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Altura	0 - 24	0	5	0	52	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	25 - 49	0	8	1	100	8	0	0	0	0	0	0	0	1
	50 - 74	0	8	0	48	4	0	0	0	0	0	0	2	1
	75 - 99	0	7	0	17	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	> 99	0	6	0	2	4	0	0	10	0	0	0	0	1
Profundidade	0 - 5	16	2	0	0	11	14	22	0	10	23	21	8	0
	6 - 11	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5	2	0	0
	> 11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
D.M.E.	0 - 49	1	0	1	15	13	4	0	0	0	0	21	5	1
	50 - 99	1	2	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	1
	100 - 149	0	0	0	5	4	1	0	0	0	0	0	1	0
	150 - 199	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0
	> 199	0	2	0	0	0	3	0	10	0	0	0	2	1
D.M.I.	0 - 49	6	1	0	70	6	1	9	0	6	26	2	0	0
	50 - 99	3	0	0	33	3	0	2	0	0	1	0	1	0
	100 - 149	0	0	0	16	1	0	1	0	0	1	0	0	0
	150 - 199	0	0	0	21	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	> 199	1	0	0	40	1	0	0	0	0	0	0	0	0



Tabela II. Amplitude de nicho com base nos parâmetros de tipo de substrato e altura de empoleiramento, para cinco espécies de anuros registradas em oito corpos d’água no município de Santa Fé do Sul, SP, entre setembro de 2003 e agosto de 2004. B = amplitude de nicho de Levins.

Espécies	Tipo de substrato	Altura do poleiro
	B	B
<i>Hyla albopunctata</i>	4.10	4.86
<i>H. nana</i>	2.58	3.13
<i>H. raniceps</i>	3.53	3.45
<i>Phrynohyas venulosa</i>	1.00	1.00
<i>Scinax cf. similis</i>	1.80	3.00

Tabela III. Amplitude de nicho com base nos parâmetros de tipo de substrato e distância da margem para sete espécies de anuros registradas em oito corpos d’água no município de Santa Fé do Sul, SP, entre setembro de 2003 e agosto de 2004. B = amplitude de nicho de Levins.

Espécies	Tipo de substrato	Distância da margem
	B	B
<i>Elachistocleis</i> sp.	1.86	3.00
<i>Leptodactylus fuscus</i>	3.36	3.57
<i>L. podicipinus</i>	1.39	1.67
<i>Physalaemus cuvieri</i>	2.27	1.32
<i>P. nattereri</i>	1.45	1.16
<i>Pseudopaludicola</i> aff. <i>saltica</i>	4.51	1.00
<i>Scinax fuscovarius</i>	1.47	3.13

Tabela IV. Comparações da distância da margem (D.M.) em diferentes ambientes, para algumas espécies de anuros registradas em Santa Fé do Sul, SP, entre setembro de 2003 e agosto de 2004. U = teste de Mann-Whitney; ns = valor de p não significativo.

Espécies	Ambientes	D.M.	
		U	p
<i>Hyla raniceps</i>	P2 x P3	4	< 0.05
<i>Leptodactylus podicipinus</i>	T3 x P3	4	ns
<i>Phrynohyas venulosa</i>	P1 x T2	8	ns
<i>Pseudopaludicola</i> aff. <i>saltica</i>	T3 x B1	19.5	ns

Tabela V. Comparações da distância da margem (D.M.) em diferentes ambientes, para algumas espécies de anuros registradas em Santa Fé do Sul, SP, entre setembro de 2003 e agosto de 2004. H = teste de Kruskal-Wallis; ns = valor de p não significativo.

Espécies	Ambientes	D.M.	
		H	p
<i>Hyla nana</i>	P1 x P2 x B1 x P3 x T3	89.7618	< 0.05
<i>Physalaemus nattereri</i>	B1 x T1 x T2	1.6949	ns
<i>Scinax fuscovarius</i>	P2 x B1 x T2	5.7782	ns

Tabela VI. Comparações de Dunn *a posteriori* para a distância da margem de machos de *Hyla nana* em cinco corpos d’água. Em negrito estão destacados os valores significativos.

Ambientes	P1	P2	P3	B1	T3
P1	*	64.74	25.51	60.69	52.80
P2		*	90.25	4.06	11.94
P3			*	86.20	78.31
B1				*	7.88
T3					*

Tabela VII. Comparações da altura de empoleiramento ou profundidade da água (Altura/ Profundidade) em diferentes ambientes, para algumas espécies de anuros registradas em Santa Fé do Sul, SP, entre setembro de 2003 e agosto de 2004. U = teste de Mann-Whitney; ns = valor de p não significativo.

Espécies	Ambientes	Altura/ Profundidade	
		U	p
<i>Hyla albopunctata</i>	P1 x B2	77.5	ns
<i>H. raniceps</i>	P2 x P3	35.5	< 0.05
<i>Phrynohyas venulosa</i>	P1 x T2	7	ns
<i>Physalaemus cuvieri</i>	T3 x B2	2	ns
<i>Pseudopaludicola aff. saltica</i>	T3 x B1	27	ns

Tabela VIII. Comparações da altura de empoleiramento ou profundidade da água (Altura/ Profundidade) em diferentes ambientes, para algumas espécies de anuros registradas em Santa Fé do Sul, SP, entre setembro de 2003 e agosto de 2004. H = teste de Kruskal-Wallis; ns = valor de p não significativo.

Espécies	Ambientes	Altura/ Profundidade	
		H	p
<i>Hyla nana</i>	P1 x P2 x B1 x B2 x P3 x T3	20.2062	< 0.05
<i>Leptodactylus podicipinus</i>	P1 x B1 x B2 x P3 x T3	1.157	ns
<i>Physalaemus nattereri</i>	B1 x T1 x T2	4.1221	ns
<i>Scinax fuscovarius</i>	P2 x B1 x T2	2.561	ns

Tabela IX. Comparações de Dunn *a posteriori* para a altura de empoleiramento de machos de *Hyla nana* em seis corpos d’água. Em negrito estão destacados os valores significativos.

Ambientes	P1	P2	P3	B1	B2	T3
P1	*	15.51	16.02	34.83	63.83	30.21
P2		*	1.50	52.34	46.31	18.70
P3			*	50.84	47.81	20.19
B1				*	98.65	71.03
B2					*	27.62
T3						*



Tabela X. Parâmetros do canto de anúncio dos leptodactídeos e *Elachistocleis* sp. Abreviações: frequência dominante inicial (FDI), frequência dominante final (FDF), duração da nota (DN), número de pulsos por nota (NP), número de harmônicos por nota (NH), Estrutura (1 – pulsionada; 2 – harmônica).

Espécies	FDI	FDF	DN	NP	NH	Estrutura
<i>Elachistocleis</i> sp.	3100	3962	2132.6	999	0	1
<i>Leptodactylus fuscus</i>	861	2325	282.38	0	3.5	2
<i>L. podicipinus</i>	1808.5	2842	65.92	4.3	0	1
<i>Physalaemus cuvieri</i>	947	861	189.22	0	5.1	2
<i>P. nattereri</i>	1012.5	689	71.9	0	7.2	2
<i>Pseudopaludicola</i> aff. <i>saltica</i>	4478	5426	60.96	13.5	0	1

Tabela XI. Parâmetros do canto de anúncio dos hilídeos. Abreviações: frequência mínima (FMin), frequência máxima (FMax), frequência dominante inicial (FDI), frequência dominante final (FDF), duração da primeira nota (DN1), duração da segunda nota (DN2), número de pulsos na primeira nota (NP1), número de pulsos na segunda nota (NP2).

Espécies	FMin	FMax	FDI	FDF	DN1	DN2	NP1	NP2
<i>Hyla albopunctata</i>	947	3703	1119	2842	319.86	570.64	10.75	14.67
<i>H. nana</i>	3100	4900	4134	4306	29.6	0	13.5	0
<i>H. raniceps</i>	516	3445	689	2583	198.33	133.41	5.5	7.83
<i>Phrynohyas venulosa</i>	172	6287	2325	2842	529.42	0	76.2	0
<i>Scinax</i> cf. <i>similis</i>	861	4478	1033	3014	177.92	0	8.5	0
<i>S. fuscovarius</i>	775	3186	861	1205	245.8	0	11.6	0



CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. A anurofauna registrada em Santa Fé do Sul é composta, em sua maioria, por espécies características de áreas com vegetação de pequeno porte e/ou adaptadas a habitats alterados pelo homem;
2. Das 20 espécies registradas, duas (*Leptodactylus chaquensis* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica*) constituem novos registros para a região noroeste do estado;
3. A riqueza de espécies não foi correlacionada com a complexidade estrutural dos corpos d'água, mas houve correlação com o hidroperíodo. Os corpos d'água temporários de longa duração apresentaram maior riqueza que os corpos d'água temporários de curta duração e que os permanentes, o que possivelmente está relacionado, respectivamente, ao maior risco de dessecação e à alta abundância de predadores aquáticos;
4. A diversidade alta, apesar da baixa riqueza de espécies, foi resultante da alta equitabilidade na abundância das populações;
5. A atividade de vocalização e de reprodução da maioria das espécies foi restrita ao período quente e chuvoso do ano, um padrão típico de ambientes tropicais sazonais. Cinco espécies (*Bufo schneideri*, *Hyla albopunctata*, *H. nana*, *Leptodactylus podicipinus* e *Pseudopaludicola* aff. *saltica*) vocalizaram durante a estação seca e chuvosa, mas apenas *B. schneideri* e *H. albopunctata* se reproduziram durante o período seco;
6. A fraca partilha espacial e temporal entre as espécies, em decorrência, respectivamente, da homogeneidade estrutural dos corpos d'água e da severidade da



estação seca, não foi suficiente para explicar o isolamento reprodutivo entre as espécies;

7. A maioria das 12 espécies analisadas (75%; $n = 9$ espécies) foi generalista em pelo menos uma das variáveis do sítio de vocalização, o que é característico de espécies de habitats imprevisíveis e/ou alterados pelo homem;
8. Houve maior sobreposição no sítio de vocalização entre as espécies que vocalizaram apoiadas sobre o solo ou flutuando na água, do que entre as espécies que vocalizaram empoleiradas na vegetação, provavelmente, como consequência de diferenças nas oportunidades de partilha espacial no uso bi ou tridimensional do espaço;
9. A análise da ordenação das características do canto de anúncio evidenciou maior segregação entre as espécies que vocalizaram apoiadas sobre o solo ou flutuando na água que entre aquelas que vocalizaram empoleiradas;
10. A segregação nos sítios de vocalização, registrada na maioria dos corpos d'água, resultou da baixa riqueza de espécies nesses ambientes, pois nos corpos d'água com maior riqueza, ocorreu sobreposição. Neste caso, a diferenciação dos cantos de anúncio parece ter sido suficiente para explicar a coexistência das espécies;
11. A severidade climática (extensa e pronunciada estação seca, imprevisibilidade e inconstância das chuvas no início da estação chuvosa), juntamente com o elevado grau de conversão do habitat natural em áreas de cultivo são, provavelmente, os fatores responsáveis pelo predomínio de espécies generalistas quanto ao uso de habitat e de microhabitats na área estudada.



