

Temporada reprodutiva, micro-habitat e turno de vocalização de anfíbios anuros em lagoa de Floresta Atlântica, no sudeste do Brasil

Lucas Rodriguez Forti

Universidade Federal de Mato Grosso / Instituto de Biociências Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade. Av. Fernando Corrêa da Costa, s/n, CCBS-II, Boa Esperança, Cuiabá-MT, Brasil, CEP: 78060-900.

E-mail: lucas_forti@yahoo.com.br

Abstract. Reproductive season, micro-habitat, and vocalization period of anuran amphibians in a pond in the Atlantic Forest, southeastern Brazil. Communities of tropical anurans are highly diverse, as well as their reproductive modes. Usually, the reproductive activity of Neotropical anurans is more intense during the hot and humid months. The aim of this study was to evaluate the specific composition, reproductive season, spatial distribution, and vocalization period of anuran species of a permanent pond at the Atlantic Forest, southeastern Brazil. Nocturnal observations were made along 18 months. Eventually, some visits occurred during the day to observe diurnal activity, and to search for anuran egg-clutches in the vicinity of the pond. In 44 nights of data collection, five families representing 20 anuran species were registered in the pond: Bufonidae, Cycloramphidae, Hylidae, Leiuperidae, and Leptodactylidae. The most common species in the pond was *Dendropsophus minutus*, followed by *Hypsiboas bischoffi*, *Phyllomedusa distincta*, *H. faber*, and *D. elegans* recorded in more than 30 nights. *Bokermannohyla* sp., *Leptodactylus fuscus*, and *Proceratophrys boiei* were registered in the pond in a single night. The majority of species found in the pond has reproductive season from October to February. There was a positive correlation between the number of species present in the pond and the total monthly rainfall; such pattern is common in tropic seasonal zones. *Hypsiboas faber* was the species that occupied the widest number of micro-habitats for vocalization, and it was sharing its occupation with several other species. The community was characterized by high spatial overlapping of anuran species, with vocalization activities in the pond occurring predominantly during the night.

Keywords: Anura; Atlantic Rain Forest; Reproduction, community ecology.

Resumo. Comunidades de anuros tropicais são muito diversas, assim como os modos reprodutivos das espécies que as compõem. A atividade reprodutiva das espécies de anuros ocorre mais intensamente nos períodos quentes e úmidos do ano. Este estudo teve como objetivo estudar a composição específica, a temporada de atividade, a distribuição espacial e o turno de vocalização dos anfíbios anuros de uma lagoa permanente em uma área de Floresta Atlântica no Estado de São Paulo. Observações naturalísticas noturnas foram feitas ao longo de 18 meses. Eventualmente, visitas foram feitas também durante o dia, para averiguar a presença de alguma espécie em atividade diurna e para procurar desovas de anuros nas imediações da lagoa. Em 44 noites de coleta de dados foram registradas 20 espécies de anuros, distribuídas em cinco famílias, Bufonidae, Cycloramphidae, Hylidae, Leiuperidae e Leptodactylidae. As espécies mais comuns na lagoa foram *Dendropsophus minutus*, *Hypsiboas bischoffi*, *Phyllomedusa distincta*, *H. faber* e *D. elegans* as quais apareceram em mais de 30 noites de observação. As espécies mais raras foram *Bokermannohyla* sp., *Leptodactylus fuscus* e *Proceratophrys boiei*, registradas uma única vez. A reprodução da maior parte das espécies ocorreu entre os meses de outubro e fevereiro, havendo correlação positiva significativa entre número de espécies presentes na lagoa e o volume de precipitação mensal. Tal padrão é comumente registrado em zonas tropicais sazonais. *Hypsiboas faber* ocupou o maior número de micro-habitats para vocalização e esteve em sobreposição com várias outras espécies. A comunidade foi caracterizada principalmente pela alta sobreposição espacial de espécies, as quais mantiveram atividade de vocalização na lagoa predominantemente durante a noite.

Palavras-chave: Anura; Floresta Atlântica; Reprodução; ecologia de comunidade

INTRODUÇÃO

Comunidades de anuros tropicais demonstram uma surpreendente diversidade de espécies, de sistemas sociais e modos reprodutivos (WELLS, 1987; BERTOLUCI & RODRIGUES, 2001). Muitos pesquisadores de ecologia de anuros vêm se dedicando ao estudo detalhado de comunidades, visando compreender padrões de distribuição espacial e temporal (TOLEDO *et al.*, 2003; PONSSA, 2004, CONTE & MACHADO, 2005), e analisando a coexistência das espécies (POMBAL-JR., 1997). Estudos de comunidades de anuros têm constatado que os fatores mais importantes na segregação das espécies são a estrutura física do canto e o micro-habitat de vocalização (CARDOSO *et al.*, 1989; ROSSA-FERES & JIM, 2001). Diferenças no canto de anúncio entre espécies simpátricas também servem como um importante mecanismo de prevenção da formação de casais interespecíficos (HÖDL, 1977; DUELLMAN & PYLES, 1983; GUIMARÃES & BASTOS, 2003; MARTINS & JIM, 2003).

A atividade reprodutiva dos anuros é fortemente influenciada por fatores climáticos, como temperatura e pluviosidade (AICHINGER, 1987; GUIX, 1996), uma vez que anuros normalmente estão restritos a ambientes aquáticos, onde ocorre a reprodução da maioria das espécies (ARZABE *et al.*, 1998; HADDAD & PRADO, 2005). Espécies de ocorrência sazonais reúnem-se na estação chuvosa, quando há o acúmulo de água em poças temporárias, necessária para o desenvolvimento larval (CARDOSO & HADDAD, 1992; ARZABE *et al.*, 1998; BERTOLUCI & RODRIGUES, 2001; VASCONCELOS & ROSSA-FERES, 2005).

No presente estudo, são descritos a temporada de atividade, a ocupação espacial, o turno de vocalização e os modos reprodutivos de anfíbios em uma lagoa localizada em área de Floresta Atlântica, próxima ao Parque Estadual Carlos Botelho no Estado de São Paulo, região de elevada riqueza de espécies de anuros (GUIX *et al.*, 2000).

MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo foi desenvolvido na lagoa da sede da Reserva Particular Parque do Zizo, situada a 650 m de altitude na região da Serra de Paranapiacaba, município de São Miguel Arcanjo, sudeste do Estado de São Paulo. Trata-se de uma reserva de Floresta Atlântica, em área preservada e banhada pelas bacias hidrográficas dos rios Ribeira de Iguape e Paranapanema. A vegetação característica do local é de Floresta Ombrófila Densa Submontana / Montana (MORELLATO & HADDAD, 2000). O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa ou clima quente e úmido sem estiagem (MORAES *et al.*, 1999). A região representa um dos últimos remanescentes de Floresta Atlântica no estado e apresenta alta diversidade de espécies de anuros (GUIX *et al.*, 1994).

A lagoa onde a comunidade foi estudada está situada em borda de floresta. Possui cerca de 11 m de largura máxima, 24 m de comprimento máximo (Fig.1) e 1,5 metros de profundidade. A borda da lagoa, parcialmente delimitada por um muro de concreto com 60 cm de altura, apresenta vegetação herbácea e arbustiva, com presença de muitas bromélias. Existe vegetação do tipo emergente (macrófitas) e, no interior da



Figura 1. Lagoa da sede do Parque do Zizo, município de São Miguel Arcanjo, Serra de Paranapiacaba, SP.

lagoa, grande quantidade de matéria orgânica vegetal em decomposição em seu lado oeste, que faz borda com a mata. Há, também, uma ponte estreita de madeira atravessando a lagoa.

Para as observações dos animais foi utilizado o método de buscas nos locais de reprodução (SCOTT & WOODWARD, 1994). As observações noturnas foram realizadas mensalmente, no período de setembro de 2004 a fevereiro de 2006, totalizando 44 noites de pesquisa no campo. Todos os anuros que se encontravam até cinco metros de distância da margem da lagoa foram incluídos na amostragem, com exceção de *Leptodactylus marmoratus* (Steindachner, 1867), que não foi incluída por ter reprodução independente da água (modo reprodutivo 32; HEYER *et al.*, 1990, HADDAD & PRADO, 2005).

Com o intuito de verificar se o esforço amostral aplicado foi suficiente para conhecer a composição específica da comunidade amostrada, curvas de acumulação de espécies e da estimativa de riqueza de espécies pelo estimador ICE (Incidência baseada em estimador de covariação) foi feita no programa EstimateS 8.0 (COLWELL, 2006), com base nas amostragens mensais.

Para cada macho localizado foi registrado se estava inativo, em atividade de vocalização ou em atividade reprodutiva (encontro de casais). Para determinar o período reprodutivo foram considerados três tipos de evidências: (a) registro de casais em amplexo, (b) registro de desovas ou (c) registro de fêmeas com óvulos maduros. A avaliação de fêmeas com óvulos maduros foi feita visualmente.

O número de espécies em atividade de vocalização e em atividade reprodutiva foi correlacionado com a pluviosidade total mensal por meio do teste de correlação de Spearman (ZAR, 1984). A precipitação acumulada foi medida diariamente com pluviômetro instalado no Parque do Zizo, próximo da lagoa.

Os micro-habitats de vocalização das espécies foram registrados para descrever a distribuição espacial dos anuros na lagoa. Para avaliar a sobreposição no uso deste recurso, as

espécies foram ordenadas por escalonamento multidimensional híbrido (HMDS), no software PATN (BELBIN, 1992), considerando-se suas presenças nos micro-habitats. A diferença entre as espécies foi definida pelo índice de Sørensen entre cada par de espécies.

Turno de vocalização também foi registrado na intenção de avaliar se ocorre segregação temporal, evitando interferência acústica. O modo reprodutivo de cada espécie foi determinado segundo HADDAD & PRADO (2005) e POMBAL JR. & HADDAD (2005).

RESULTADOS

Foram registradas vinte espécies pertencentes a cinco famílias de anuros. Durante o período de coleta de dados, as espécies mais comuns na lagoa foram *Dendropsophus minutus* (presente em todas as noites de observação), *Hypsiboas bischoffi*, *Phyllomedusa distincta* e *Hypsiboas faber* (presentes em mais de 77 % das noites de observação). *Bokermannohyla* sp., *Leptodactylus fuscus* e *Proceratophrys boiei* foram as espécies mais raras, encontradas em apenas uma noite durante a coleta regular de dados (Tab.2). A média de espécies encontradas na lagoa por noite de amostragem foi de 7,3 (N = 44, DP = 2,6, amplitude de 3 a 14 espécies).

A curva de acumulação mostrou grande acúmulo de espécies registradas nas primeiras amostragens, com estabilização no número de espécies por volta da décima segunda amostragem. A curva de acumulação de espécies foi incluída nos intervalos de um desvio padrão abaixo da estimativa ICE de riqueza de espécies a partir do quinto mês (Fig.2).

Machos de 18 espécies foram registrados em atividade de vocalização (Tab.1). Machos de *Bokermannohyla* sp. e *Leptodactylus fuscus* não foram ouvidos em atividade de vocalização. A maioria das espécies manteve atividade de vocalização e reprodutiva nos períodos chuvosos (outubro de 2004 a fevereiro de 2005 e setembro de 2005 a fevereiro de 2006). Menor número de

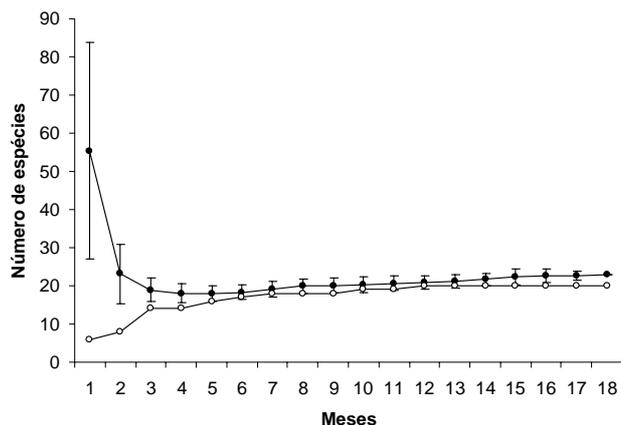


Figura 2. Curva de acumulação de espécies entre os meses de 09/2004 e 02/2006 (pontos vazios) e da estimativa de riqueza de espécies (ICE (Incidência baseada em estimador de covariação) - pontos preenchidos) de anuros, na lagoa da sede do Parque do Zizo, São Miguel Arcanjo, São Paulo. As barras indicam o intervalo de um desvio-padrão ao redor da média da estimativa ICE para a riqueza de espécies.

espécies vocalizando (três a quatro espécies) foi registrado nos meses de abril, maio e junho (2005), enquanto que em outubro e dezembro de 2005 foi registrado o maior número de espécies em atividade de vocalização (14 espécies). Nos meses de setembro de 2004, abril e julho de 2005 não foi registrada nenhuma espécie em atividade reprodutiva. A espécie que permaneceu mais tempo em atividade reprodutiva foi *Dendropsophus minutus* (registrada reproduzindo em onze dos dezoito meses de amostragem), ao passo que *Rhinella icterica* foi registrado reproduzindo apenas nos meses de janeiro e outubro de 2005.

Tanto a abundância mensal de espécies quanto o número de espécies em atividade reprodutiva foram correlacionados com o volume total mensal de precipitação pluviométrica (abundância mensal: $r_s = 0,4732$; $p < 0,05$; $n = 18$; número de espécies em atividade reprodutiva: $r_s = 0,5872$; $p < 0,05$; $n = 18$; Fig.3). Já o número de espécies em atividade de vocalização não teve correlação com volume total mensal de precipitação pluviométrica ($r_s = 0,4187$; $p > 0,05$; $n = 18$).

Foram reconhecidos sete micro-habitats de vocalização utilizados pelos anuros na lagoa da sede do Parque do Zizo: A) arbustos nas margens da poça; B) solo das margens da lagoa (solo argiloso úmido e solo recoberto por gramíneas); C) aguapés

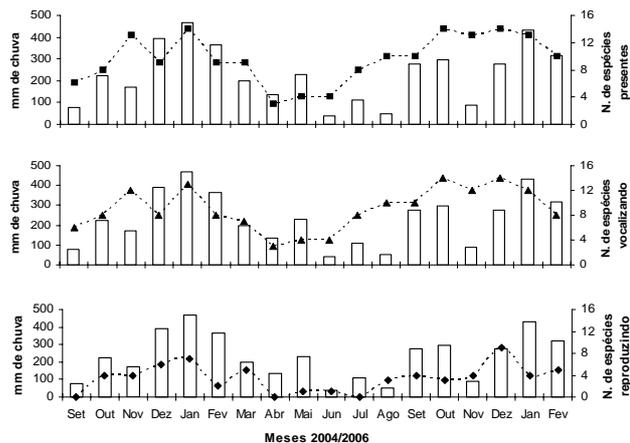


Figura 3. Total de precipitação mensal acumulada (barras verticais) e o número de espécies presentes na lagoa (■), o número de espécies em atividade de vocalização (▲) e o número de espécies em atividade reprodutiva (●) durante amostragens no Parque do Zizo, São Paulo.

na porção norte da lagoa; D) vegetação emergente, do centro até as margens da lagoa; E) ponte; F) muro de alvenaria na borda oeste da lagoa e G) espelho d'água.

Houve grande sobreposição entre as espécies no uso de alguns micro-habitats. *Hypsiboas faber* ocupou maior número de micro-habitats na lagoa ($N = 5$) e esteve em sobreposição com várias espécies (Tab.2). Por outro lado, demonstrando serem espécies mais especialistas, *Hypsiboas albomarginatus*, *Hypsiboas bischoffi*, *Dendropsophus giesleri*, *Phyllomedusa distincta*, *Scinax hayii* e *Scinax perereca* ocuparam um único tipo de micro-habitat (Tab2).

A ordenação das espécies revelou uma segregação de grupos de espécies nos diferentes micro-habitats (Figura 4). O conjunto de espécies formado por *Rhinella icterica*, *R. ornata* e *H. faber* é mais freqüente nos micro-habitats D (vegetação emergente), E (ponte) e G (espelho d'água) e outro grupo formado por *Dendropsophus giesleri*, *Hypsiboas albomarginatus*, *H. bischoffi*, *Phyllomedusa distincta*, *Scinax aff. catharinae*, *S. hayii* e *S. perereca* é mais freqüente no micro-habitat A (arbustos nas margens da poça), enquanto que no micro-habitat B (solo das margens da lagoa) apenas *Dendropsophus elegans* apresentou associação.

Todas as espécies registradas em atividade de vocalização estavam ativas apenas no período noturno. Algumas espécies, entretanto, vocalizaram

Tabela 1. Período de atividades das espécies de anfíbios registradas na lagoa da sede do Parque do Zizo, São Miguel Arcanjo, São Paulo, entre os meses de setembro de 2004 e fevereiro de 2006. Símbolos: (⊗) animal inativo; (○) animal em atividade de vocalização; (●) presença de casais, desovas ou fêmeas com óvulos maduros.

Espécies	Meses 2004-2006																	
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F
<i>Rhinella icterica</i>			○		●						○	○	○	●	○	○	○	⊗
<i>Rhinella ornata</i>			○		○	○	●		●	○	○	●	○	○	○	○	⊗	○
<i>Proceratophrys boiei</i>			○															
<i>Bokermannohyla</i> sp.								⊗										
<i>Dendropsophus berthalutzae</i>					●											○	○	
<i>Dendropsophus elegans</i>	○	●	●	●	●	●						○	●	○	●	●	●	●
<i>Dendropsophus giesleri</i>											○	○		○	○	○		
<i>Dendropsophus minutus</i>	○	●	●	●	●	●	●	○	○	●	○	●	●	○	●	●	○	○
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>					○										⊗			
<i>Hypsiboas bischoffi</i>	○	○	○	●	○	○	●	○	○	○	○	○		○	○	●	○	●
<i>Hypsiboas faber</i>	○	●	●	●	●	○	●	○					○	●	●	●	●	●
<i>Phyllomedusa distincta</i>	○	●	●	●	●	○	●				○		●	●	●	●	●	●
<i>Scinax aff. catharinae</i>													●			●		
<i>Scinax fuscovarius</i>		○	○		○	○	○				○		○	○	○	○	○	
<i>Scinax hayii</i>	○	○		○								●		○		●	○	
<i>Scinax perereca</i>			○	○	○	○		○	○	○	○		○	○		○	○	
<i>Physalaemus cuvieri</i>		○	○											○	○			
<i>Physalaemus olfersii</i>			○	●	●	○	○					○	○	○	○	●	○	●
<i>Leptodactylus fuscus</i>							⊗											
<i>Leptodactylus</i> aff. <i>ocellatus</i>			⊗	⊗	⊗		⊗					○	○	○		●	●	⊗
Riqueza	6	8	13	9	13	10	9	3	4	4	8	10	10	14	13	14	13	10

durante o dia, de maneira esporádica, a exemplo de *Dendropsophus minutus* e *Leptodactylus* aff. *ocellatus*. *Rhinella icterica*, depois de uma intensa tempestade (80 mm de volume pluviométrico) que ocorreu no dia 19 de janeiro de 2005, vocalizou durante todo o dia seguinte.

Foram reconhecidos três padrões de turno de vocalização: (1) início no crepúsculo com encerramento antes ou até a metade da noite (*Physalaemus cuvieri*, *P. olfersii*, *Proceratophrys boiei*); (2) início no crepúsculo com encerramento próximo da aurora (*Rhinella icterica*, *Rhinella ornata*, *Dendropsophus elegans*, *Dendropsophus giesleri*, *D. minutus*, *Hypsiboas bischoffi*, *H. faber*, *Scinax perereca* e *Leptodactylus* aff. *ocellatus*); (3) início depois do crepúsculo e encerramento próximo da aurora (*Hypsiboas albomarginatus* e *Phyllomedusa distincta*).

Na comunidade estudada, as espécies apresentaram quatro modos reprodutivos, conforme HADDAD & PRADO (2005) e POMBAL JR. & HADDAD (2005):

- 1- (Modo 1) - Ovos e girinos exotróficos em ambientes lênticos (*Rhinella icterica*, *Rhinella ornata*, *Dendropsophus minutus*, *D. elegans* – 20% das espécies). *Hypsiboas bischoffi*, *Proceratophrys boiei* e *Scinax perereca* também possuem o mesmo modo reprodutivo, mas suas desovas não foram registradas ao longo do estudo.
- 2- (Modo 4) - Ovos e estágios larvais iniciais em bacias de barro (*Hypsiboas faber* – 5% das espécies);
- 3- (Modo 11) - Ovos em ninhos de espuma na água e girinos exotróficos em ambientes lênticos (*Physalaemus olfersii* – 5% das espécies). Embora *Physalaemus cuvieri* e *Leptodactylus* aff. *ocellatus* compartilhem este mesmo modo reprodutivo, desovas destas espécies não foram observadas.
- 4- (Modo 24) - Ovos arbóreos com larvas exotróficas, que caem das folhas em ambientes lênticos (*Dendropsophus berthalutzae* e *Phyllomedusa distincta* – 10% das espécies).

Tabela 2. Espécies de anfíbios anuros registradas na lagoa da sede do Parque do Zizo, São Miguel Arcanjo, São Paulo e micro-habitats utilizados como sítios de vocalização por cada uma das espécies. A) arbustos nas margens da poça; B) solo das margens da lagoa (presença de lama e gramíneas); C) aguapés na porção norte da lagoa; D) vegetação emergente, do centro até as margens da lagoa; E) ponte; F) mureta na borda oeste da lagoa e G) espelho d'água.

Família	Espécie	Micro-habitats							% do número total de noites de observação em que a espécie foi registrada
		A	B	C	D	E	F	G	
Bufonidae	<i>Rhinella icterica</i> (Spix, 1824)		X		X	X		X	47.7
	<i>Rhinella ornata</i> (Spix, 1824)		X		X	X		X	45.4
Cycloramphidae	<i>Proceratophrys boiei</i> (Wied-Neuwied, 1821)		X						2.2
Hylidae	<i>Bokermannohyla</i> sp.								2.2
	<i>Dendropsophus berthaltutzae</i> (Bokermann, 1962)								4.5
	<i>Dendropsophus elegans</i> (Wied-Neuwied, 1824)	X	X	X	X				70.4
	<i>Dendropsophus giesleri</i> (Mertens, 1950)	X							18.1
	<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	X	X	X	X				100
	<i>Hypsiboas albomarginatus</i> (Spix, 1824)	X							4.5
	<i>Hypsiboas bischoffi</i> (Boulenger, 1887)	X							84
	<i>Hypsiboas faber</i> (Wied-Neuwied, 1821)	X	X		X	X	X		77.2
	<i>Phyllomedusa distincta</i> A. Lutz in B. Lutz, 1950	X							81.8
	<i>Scinax</i> aff. <i>catharinae</i>	X							13.6
	<i>Scinax fuscovarius</i> (A. Lutz, 1925)	X	X					X	38.6
	<i>Scinax hayii</i> (Barbour, 1909)	X							29.5
	<i>Scinax perereca</i> Pombal, Haddad & Kasahara, 1995	X							68.1
	Leiuperidae	<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826		X					
<i>Physalaemus olfersii</i> (Lichtenstein & Martens, 1856)			X						52.2
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)								2.2
	<i>Leptodactylus</i> aff. <i>ocellatus</i>		X						47.7

DISCUSSÃO

Das cinco famílias de anuros observadas na lagoa, a mais representativa foi Hylidae, assim como para a comunidade estudada por POMBAL JR. (1997), em Ribeirão Branco (São Paulo), Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil.

Apesar da análise do estimador de riqueza e curva de acumulação ter mostrado que a comunidade foi bem representada nas amostras, a lagoa está localizada em área aberta na borda da floresta, onde podem ser encontradas espécies características de ambientes abertos e de mata fechada. Assim, novos registros de espécies para a comunidade são ainda

possíveis ao longo de novas amostragens. Essa condição de registro de espécies características de área aberta e fechada, também foi observada por POMBAL JR. (1997) em outra comunidade de anuros em Floresta Atlântica. No presente trabalho, a partir de julho (2005) apareceram indivíduos de *Dendropsophus giesleri* e de *D. berthaltutzae* que haviam sido encontrados, anteriormente, sempre associados a arbustos próximos de corpos de água no interior da mata. Esses registros indicam que, ao longo do tempo, podem ocorrer mudanças na composição específica dos anuros na lagoa.

Algumas espécies apresentaram atividade de vocalização durante quase todo o período de estudo,

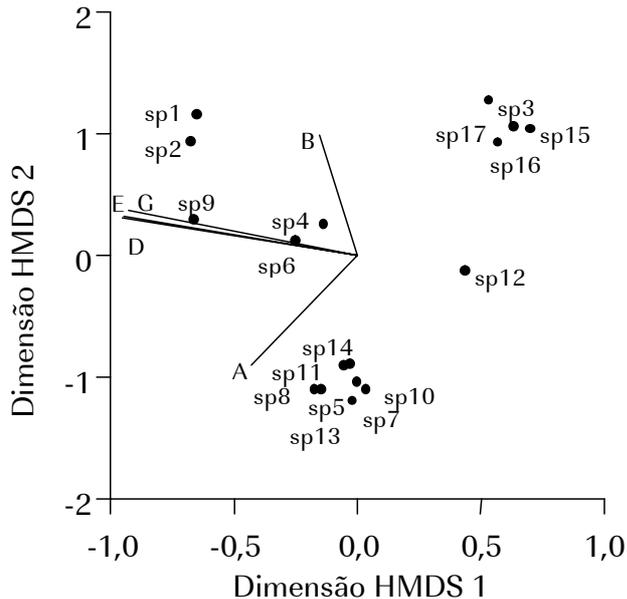


Figura 4. Ordenação em duas dimensões (stress = 0,047) das espécies de anuros (sp1 - *Rhinella icterica*, sp2 - *Rhinella ornata*, sp3 - *Proceratophrys boiei*, sp4 - *Dendropsophus elegans*, sp5 - *Dendropsophus giesleri*, sp6 - *Dendropsophus minutus*, sp7 - *Hypsiboas albomarginatus*, sp8 - *Hypsiboas bischoffi*, sp9 - *Hypsiboas faber*, sp10 - *Phyllomedusa distincta*, sp11 - *Scinax* aff. *catharinae*, sp12 - *Scinax fuscovarius*, sp13 - *Scinax hayii*, sp14 - *Scinax perereca*, sp15 - *Physalaemus cuvieri*, sp16 - *Physalaemus offersii*, sp17 - *Leptodactylus* aff. *ocellatus*), por escalonamento multidimensional híbrido (HMDS), pela incidência em cada micro-habitat da lagoa (A,B,C,D,E,F,G). Os vetores indicam os micro-habitats com maior contribuição relativa para o plano da ordenação ($r > 0,5$).

como é o caso de *Hypsiboas bischoffi* e *Dendropsophus minutus*, consideradas espécies de padrão reprodutivo prolongado (*sensu* WELLS, 1987), que permanecem vocalizando por um longo período do ano. A maioria das outras espécies apresentou atividade reprodutiva nos meses chuvosos, à semelhança do registrado nas comunidades de anuros estudadas por NASCIMENTO *et al.* (1994) e TOLEDO *et al.* (2003). ROSSA-FERES & JIM (1994), na região de Botucatu, São Paulo, também consideraram *Dendropsophus minutus* uma espécie com padrão reprodutivo prolongado. Já TOLEDO *et al.* (2003), para a região de Rio Claro, também no estado de São Paulo, registraram padrão reprodutivo intermediário para a mesma espécie, encontrada reproduzindo por menos de quatro meses, ao longo do estudo realizado por aqueles autores. Embora a ocorrência das espécies

tenha sido relacionada com a estação chuvosa, o padrão sazonal da comunidade de anuros presentemente estudada ainda não pode ser definido corretamente, pois é necessária uma análise mais prolongada da ocorrência das espécies na lagoa, levando em conta os desvios da variação climática entre anos seguidos e as possíveis flutuações populacionais que algumas espécies podem apresentar.

Muitos autores evidenciaram a influência de fatores abióticos como temperatura, umidade relativa do ar e chuva sobre a atividade reprodutiva dos anfíbios anuros (e.g., GUIX, 1996; POMBAL JR., 1997). Na comunidade estudada somente o número mensal de espécies em atividade de vocalização não teve correlação com a pluviosidade mensal. O mesmo foi relatado por POMBAL JR. (1997), em Ribeirão Branco, SP. Ao contrário, CONTE & MACHADO (2005) e VASCONCELOS & ROSSA-FERES (2005) encontraram correlação positiva entre esses dois parâmetros. POMBAL JR. (1997) sugere que muitos outros fatores abióticos podem influenciar as atividades dos anfíbios anuros, assim como o vento e a luminosidade. Em regiões com clima sazonal, principalmente em relação à precipitação, um maior número de espécies se reproduz na estação chuvosa (ROSSA-FERES & JIM, 1994; SANTOS *et al.*, 2007). Esse efeito é bem mais pronunciado no Cerrado e no Pantanal (BRASILEIRO *et al.*, 2005; PRADO *et al.*, 2005) e também em caatinga (ARZABE, 1999), mas foi também observada na área de Floresta Atlântica estudada, pois a maioria das espécies iniciou a atividade reprodutiva nos meses mais chuvosos do ano (Fig. 3). Esses resultados são semelhantes também aos obtidos por BERTOLUCI (1998), que estudou os padrões anuais de reprodução em comunidade de anuros em área de Floresta Atlântica.

As 20 espécies encontradas na lagoa estavam distribuídas em vários micro-habitats. De modo geral pode-se dizer que o padrão de distribuição espacial das espécies na lagoa do Parque do Zizo não difere de estudos em outras localidades quanto ao fato de que os membros da família Hylidae, em sua maioria arborícolas, geralmente estão associados a micro-habitats para vocalização acima do chão. Já membros de outras famílias, como Bufonidae, Leiuperidae e

Leptodactylidae, estão restritos ao espelho d'água ou às margens da lagoa (e.g. BERTOLUCI & RODRIGUES, 2001; TOLEDO *et al.*, 2003; ETEROVICK & SAZIMA, 2004).

A ordenação das espécies pelos micro-habitats mostrou semelhanças no uso espacial para vocalização em algumas espécies, como por exemplo, *Phyllomedusa distincta* e *Hypsiboas albomarginatus*, que vocalizavam empoleiradas sobre vegetação nas margens da lagoa. *Dendropsophus minutus* e *D. elegans* utilizaram os mesmos recursos espaciais para vocalização. Ainda que a ordenação mostrasse uma pequena associação de *D. elegans* com as margens da lagoa, a espécie era mais comumente encontrada sobre aguapés. Alta abundância de indivíduos vocalizando sobre aguapés também foi observada em *D. minutus*. A semelhança morfológica em tamanho, a similaridade temporal de atividade e praticamente o uso dos mesmos recursos espaciais sugere que *Dendropsophus minutus* e *D. elegans* são espécies de intensa competição na lagoa. As espécies que vocalizaram empoleiradas em vegetação arbórea, como *Phyllomedusa distincta*, *Hypsiboas albomarginatus*, *Hypsiboas bischoffi*, *Scinax hayii* e *Scinax perereca*, apresentaram grande sobreposição de sítios de vocalização na lagoa, certas vezes diferindo ligeiramente na altura de empoleiramento. As espécies que vocalizaram sobre o solo, na margem da lagoa e/ou suas proximidades, também apresentaram sobreposição espacial, a exemplo de *Rhinella ornata*, *Rhinella icterica* e *Hypsiboas faber*. Indivíduos dessas espécies vocalizaram, em noites alternadas, em um mesmo bloco de rocha existente na beira da lagoa. Padrões de segregação similares também foram registrados por CARDOSO *et al.* (1989) em Poços de Caldas, Minas Gerais e ROSSA-FERES & JIM (2001) em Nova Itapirema, noroeste do estado de São Paulo. Segundo CARDOSO *et al.* (1989), a segregação ecológica está relacionada com as características físicas do ambiente e interações entre as espécies presentes. A comunidade de anfíbios do presente estudo foi marcada por alta sobreposição espacial de espécies, embora uma análise mais detalhada considerando abundância das espécies, natureza do substrato, altura e distância da água,

como traços do micro-habitat, possa revelar uma conclusão mais precisa da caracterização da comunidade. No entanto, a coexistência das espécies em micro-habitats também pode ser determinada pelo período de ocorrência e abundância ao longo das estações (com algumas espécies mais abundantes no início e outras no final da estação chuvosa ou na estação seca) ou considerando a variação no turno de vocalização entre as espécies.

Os membros da família Hylidae quase sempre iniciavam suas atividades de canto após o ocaso, com exceção de *Scinax fuscovarius* e *Scinax perereca*, que em algumas ocasiões podiam começar a vocalizar aproximadamente 30 minutos antes do ocaso. Machos de Bufonidae (*Rhinella icterica* e *Rhinella ornata*) e Leiuperidae (*Physalaemus cuvieri* e *Physalaemus olfersii*) vocalizavam antes de anoitecer, semelhante ao registrado por POMBAL JR. (1997). Na estação chuvosa, a maioria das espécies presentes na lagoa permaneceu em atividade de canto até próximo da aurora. Esse padrão de turno de vocalização foi diferente de estudos feitos por outros pesquisadores (HEYER *et al.*, 1990; CARDOSO & HADDAD, 1992; POMBAL JR., 1997) que afirmaram que grande parte das espécies cessa a atividade de vocalização próximo da meia-noite. Apesar de ter havido grande sobreposição no horário de vocalização das espécies estudadas, características físicas dos cantos podem ajudar a reduzir interferências e evitar acasalamentos interespecíficos, como observado em outros estudos (HÖDL, 1977; CHEK *et al.*, 2003).

No presente trabalho, apenas quatro modos reprodutivos foram reconhecidos para as espécies da comunidade, assim como no estudo de VASCONCELOS & ROSSA-FERES (2005) em Nova Itapirema, região noroeste do estado de São Paulo. Já POMBAL & HADDAD (2005) reconheceram seis modos para a comunidade de uma lagoa no município de Ribeirão Branco, Serra de Paranapiacaba, São Paulo. Esta diferença ocorreu porque foi desconsiderado *Leptodactylus marmoratus* da comunidade, por não usar a lagoa como ambiente reprodutivo.

Os dados obtidos sobre a comunidade estudada, como uso do habitat, podem contribuir para o

conhecimento de características ambientais que são importantes para os anfíbios anuros, tais como a presença de plantas que formam diversos estratos e micro-habitats para a vocalização e reprodução. Com este estudo também foi possível reforçar a relação entre pluviosidade e atividade dos anuros. Muitos dos dados obtidos podem ser úteis para traçar planos de conservação da comunidade local de anfíbios e também servir de parâmetro para o manejo e comparação com outras comunidades de anuros de Floresta Atlântica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Heitor Z. Fischer e Luciano M. Castanho pelas críticas e sugestões durante a execução do trabalho; a Josué Raizer pela ajuda nas análises estatísticas; a Cynthia P. A. Prado, Christine Strüssmann e Tami Mott pelas sugestões ao manuscrito preliminar; aos amigos Vítor E. Faria, Felipe J. M. Pedrazzi e Lais C. Encarnação pelo auxílio de campo; a Francisco Balboni (Chico), pelo espaço cedido no Parque do Zizo para o desenvolvimento desta pesquisa; ao CNPq, pela concessão da bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AINCHINGER, M. 1987. Annual activity patterns of anuran in a seasonal neotropical environment. *Oecologia*, **71**:583-592.
- ARZABE, C. 1999. Reproductivity activity patterns of anurans in two different altitudinal sites within the Brazilian Caatinga. *Revista Brasileira de Zoologia*, **16**(3):851-864.
- ARZABE, C., CARVALHO, C. X. & COSTA, M. A. G. 1998. Anuran assemblages in Castro Forest ponds (Sergipe state, Brazil): Comparative structure and calling activity patterns. *Herpetological Journal*, **8**:111-113.
- BELBIN, L. 1992. PATN: Pattern analysis package. CSIRO, Canberra, Australia.
- BERTOLUCI, J. 1998. Annual patterns of breeding activity in Atlantic Rainforest anurans. *Journal of Herpetology*, **32**(4):607-611.
- BERTOLUCI, J. & RODRIGUES, M.T. 2001. 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.
- BRASILEIRO, C.A., SAWAYA, R.J., KIEFER, M.C. & MARTINS, M. 2005. Amphibians of an open Cerrado fragment in Southeastern Brazil. *Biota - Neotropica*, **5**(2).
- CARDOSO, A.J., ANDRADE, G.V. & HADDAD, C.F.B. 1989. Distribuição espacial em comunidades de Anfíbios (Anura) no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, **49**(1):241-249.
- CARDOSO, A.J. & HADDAD, C.F.B. 1992. Diversidade e turno de vocalização de anuros em comunidade neotropical. *Acta zool. Lilloana*, **41**:93-105.
- CHEK, A.A., BOGART, J.P. & LOUGHEED, S.C. 2003. Mating signal partitioning in multi-species assemblages: a null model test using frogs. *Ecology Letters*, **6**:235-247.
- COLWELL, R. K. 2006. EstimateS, Version 8.0: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Disponível em: <http://purl.oclc.org/estimates>. Data de acesso: novembro de 2008.
- CONTE, C.E. & MACHADO, R.A. 2005. Riqueza de espécies e distribuição espacial e temporal em comunidade de anuros (Amphibia, Anura) em uma localidade de Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **22**(4):940-948.
- DUELLMAN, W.E. & PYLES, R.A. 1983. Acoustic resource partitioning in anuran communities. *Copeia*, **1983** (3):639-649.
- ETEROVICK, P.C. & SAZIMA, I. 2004. *Anfíbios da Serra do Cipó*. Ed. PUCMINAS, Belo Horizonte, 150pp.
- GUIX, J.C., LORENTE, G., MONTORI, A., CARRETERO, M.A. & SANTOS, X. 2000. Una nueva area de elevada riqueza de anuros en el bosque lluvioso Atlántico de Brasil. *Bol. Esp. Herpetol.* **11**(2):100-105.
- GUIX, J.C., NUNES, V.S. & MIRANDA, J.R. 1994. Autochthonous and colonizing species of frogs in "Carlos Botelho" State Reserve, southeastern Brazil. *Bol. Esp. Herpetol.* **5**:8-13.
- GUIX, J.C. 1996. Actividad invernal de anuros en tres sierras del sudeste de Brasil. *Bol. Asoc. Herpetol. Esp.* **7**:31-34.
- HADDAD, C.F.B. & PRADO, C.P.A. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*, **55**(3):207-217.
- HEYER, W.R., RAND, A. S., GONÇALVES DA CRUZ, C.A., PEIXOTO, O., NELSON, C.E. 1990. *Frogs of Boracéia*. *Arquivos de Zoologia, S. Paulo*, **31**:231-410.
- HÖDL, W. 1977. Call differences and calling site segregation in Anuran species from Central Amazonian floating meadows. *Oecologia*, **28**:351-363.
- JUNCA, F.A. 2006. Diversidade e uso de habitat por anfíbios anuros em duas localidades de Mata Atlântica, no norte do estado da Bahia. *Biota-Neotropica*, **6**(2).
- MARTINS, I.A. & JIM, J. 2003. Bioacoustic analysis of advertisement call in *Hyla nana* and *Hyla sanborni* (Anura, Hylidae) in Botucatu, São Paulo, Brasil. *Brazilian Journal*

- of *Biology*, **63**(3):507-516.
- MORAES, P.L.R., MONTEIRO, R. & VENCovsky, R. 1999. Conservação genética de populações de *Cryptocarya moschata* Ness (Lauraceae) na Mata Atlântica do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, **22**(2):237-248.
- MORELLATO, L.P.C. & HADDAD, C.F.B. 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, **32**(4b):786-792.
- NASCIMENTO, L.B., MIRANDA, A.N.L. & BALSTAEDT, T.A.M., 1994. Distribuição estacional e ocupação ambiental dos anfíbios anuros da área de proteção da captação da Mutuca (Nova Lima, MG). *Cadernos do Departamento de Ciências Biológicas da Puc – MG*, **2**:5–12.
- POMBAL JR., J. P. 1997. Distribuição espacial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, **57**(4):583-594.
- POMBAL JR., J.P. & GORDO, M. 2004. Anfíbios Anuros da Juréia pp:243-256. In: *Estação Ecológica Juréia-Itatins Ambiente Físico, Flora e Fauna*. Ed. Holos, Ribeirão Preto, SP, 383.
- POMBAL JR., J.P. & HADDAD, C.F.B. 2005. Estratégias e modos reprodutivos de Anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, Sudeste do Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, **45**(15):201-213.
- PONSSA, M.L. 2004. Utilización espacial y temporal de una comunidad de anuros de Kent's Marsh (Gamboá, Panamá). *Rev. Esp. Herp.*, **18**:5-18.
- PRADO, C.P.A.; UETANABARO, M. & HADDAD, C.F.B. 2005. Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil. *Amphibia-Reptilia*, **26**:211-221.
- ROSSA-FERES, D. C. & JIM, J. 1994. Distribuição sazonal em comunidades de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*, **54**(2):323-334.
- ROSSA-FERES, D. C. & JIM, J. 2001. Similaridade do sítio de vocalização em uma comunidade de anfíbios anuros na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **18**(2):439-454.
- SANTOS, T.G., ROSSA-FERES, D.C. & CASATTI, L. 2007. Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil. *Iheringia, Sér. Zoologia*, **97**(1):37-49.
- SCOTT, N.J., JR. & WOODWARD., B.D. 1994. Surveys at breeding sites, 118 – 125. In: W.R. Heyer, M.A. Donnelly, R.W. Mediarnid, L.C. Hayek, and M.S. Foster, eds. *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*.
- TOLEDO, L.F., ZINA, J. & HADDAD, C.F.B. 2003. Distribuição espacial e temporal de uma comunidade de Anfíbios Anuros do município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. *Holos Environment*, **3**(2):136-149.
- VASCONCELOS, T.S. & ROSSA-FERES, D.C. 2005. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. *Biota-Neotropica*, **5**(2).
- WELLS, K.D. 1987. The courtship of frogs. In: (Eds. Taylor, T.H., Guttman, S.I.). *The Reproductive Biology of Amphibians*. New York: Plenum Press, 233-262.
- ZAR, J.H. 1984. Bioestatistical analysis. *Prentice-Hall International, Inc.*, New Jersey, 2^oed., 718p.
- ZIMMERMAN, B. L. & SIMBERLOFF, D. 1996. An historical interpretation of habitat use by frogs in a Central Amazonian Forest. *Journal of Biogeography*, **23**:27-46.

Recebido: 10/04/2008

Revisado: 24/11/2008

Aceito: 02/06/2009