UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS – RIO CLARO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ZOOLOGIA)

HISTÓRIA NATURAL DE *HYPSIBOAS PRASINUS* (ANURA: HYLIDAE) NA SERRA DO JAPI, MUNICÍPIO DE JUNDIAÍ, SÃO PAULO, BRASIL

DANILO BARÊA DELGADO

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Meste em Ciências Biológicas - Zoologia.

Abril - 2013

597.8 Delgado, Danilo Barêa
D352h História natural de Hypsiboas prasinus (Anura: Hylidae) na Serra do Japi, município de Jundiaí, São Paulo, Brasil / Danilo Barêa Delgado. - Rio Claro : [s.n.], 2013
109 f. : il., gráfs., tabs., fots.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Célio Fernando Baptista Haddad

1. Anuro. 2. Herpetologia. 3. Comportamento. 4. Bioacústica. 5. Polifenismo. 6. Territorialidade. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

DANILO BARÊA DELGADO

HISTÓRIA NATURAL DE *Hypsiboas prasinus* (ANURA: HYLIDAE) NA SERRA DO JAPI, MUNICÍPIO DE JUNDIAÍ, SÃO PAULO, BRASIL

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

Orientador: Prof. Dr. Célio Fernando Baptista Haddad

Rio claro
2013

DANILO BARÊA DELGADO

HISTÓRIA NATURAL DE *Hypsiboas prasinus* (ANURA: HYLIDAE) NA SERRA DO JAPI, MUNICÍPIO DE JUNDIAÍ, SÃO PAULO, BRASIL

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Célio Fernando Baptista Haddad
Prof. Dr. Luís Olímpio Menta Giasson
Profª. Drª. Cynthia Peralta de Almeida Prado

Rio Claro, 02 de abril de 2013

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Serra do Japi e aos seus habitantes de todas as espécies

"It is not that easy being green;
Having to spend each day the color of the leaves.
When I think it could be nicer being red, or yellow or gold-
Or something much more colorful like that
It's not easy being green.
It seems you blend in with so many other ordinary things.
And people tend to pass you over
'cause you're not standing out like flashy sparkles in the water-
Or stars in the sky.
But green is the color of Spring.
And green can be cool and friendly-like.
And green can be big like an ocean, or important like a mountain or tall like a tree.
When green is all there is to be it could make you wonder why, but why wonder why?
Wonder, I am green and it'll do fine. It's beautiful!
And I think it's what I want to be."

Kermit The Frog, 1970

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente ao Professor Célio Haddad pela orientação e à FAPESP pela bolsa concedida.

Aos amigos, Luís Giasson, Victor Dill, Carla Cassini, Thais Condez e Juliana Zina pelas sugestões que contribuíram para a elaboração deste projeto. Especialmente à Juliana Zina, por tornar possível o primeiro campo piloto na Serra do Japi, que definiu muito do que seria realizado neste projeto.

Obrigado a todos os amigos do Laboratório de Herpetologia, pelo companheirismo, pela ajuda nas questões mais complicadas da pesquisa, pelo estímulo e pelos momentos de descontração.

Agradeço à Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente de Jundiaí, pela permissão para execução deste projeto na Serra do Japi e para minha hospedagem na Base Ecológica. Agradeço ao biólogo Ronaldo Pereira, pelo agendamento das hospedagens na Base Ecológica e pelas conversas durante minhas estadias.

Um agradecimento especial ao Seu Lauro, pela dedicação e cuidado com a Base Ecológica e com todos os pesquisadores que a freqüentam. Há mais de 18 anos o Seu Lauro mantém as coisas em ordem e funcionando com uma disciplina e uma energia admiráveis. Precisou improvisar algo para a logística de campo? O Seu Lauro tem uma idéia e uma ferramenta. Ficou doente na Base? O Seu Lauro conhece um remédio caseiro. Acho que todos os pesquisadores da Base estariam perdidos sem o trabalho do Velho. "É ou não é?"

O "Lago do Bezzuti", mencionado várias vezes neste trabalho, foi o principal ponto de coleta de dados. Agradeço, portanto, ao Seu Bezzuti, pela cordialidade e pela permissão para realizar a pesquisa em um lago de sua propriedade.

Agradeço muito ao técnico Luiz Fernando Bonatti, por todas as vezes que me levou até a Serra do Japi e me trouxe de volta para Rio Claro. Muito obrigado também ao Seu Onório, taxista de confiança, por encarar a corrida de Rio Claro até a Base Ecológica, não se importando com o estado da estrada nem com o volume de bagagem.

Ao professor Milton Ribeiro ("Miltinho"), pela solicitude e paciência ao me ajudar com a análise dos dados de distribuição espacial através do R.

Ao amigo André Guaraldo, pelas primeiras instruções sobre estatística circular e à professora Patrícia Morellato, por demais explicações e indicação de leituras sobre este assunto, além da permissão para o uso dos computadores de seu laboratório para realização das análises através do programa Oriana 4.

Ao professor Kleber Del Claro, pelas conversas muito instrutivas sobre o estudo do comportamento animal.

Fábio (“Quase Nada”) de Sá, obrigado pelas viagens de ida e volta, pelo companheirismo e por todo o aprendizado durante nossa estadia juntos na Serra do Japi. Você teve um papel importante para o meu amadurecimento, tanto como pesquisador quanto como ser humano, nesses dois anos de mestrado.

A todos os pesquisadores com quem convivi na Base Ecológica, especialmente, Adriana Salomão e Suzana Diniz, com quem convivi por mais tempo. Obrigado pela amizade, pelos momentos agradáveis, pelas confraternizações na cozinha, pela troca de idéias e tudo mais que pode fazer alguém se sentir bem e em casa, mesmo com todos os contratempos típicos de uma temporada de campo.

Agradeço aos membros da Guarda Municipal pela companhia na Base Ecológica e pela troca de experiências.

Ao Indivíduo 4 (4.0.0.0), pela permanência constante em seu poleiro e cooperação nas recapturas. Ao indivíduo 6 (0.2.0.0), por sua colaboração nas filmagens preliminares do experimento de espelho.

A todos os que me acompanharam em campo: Abigail Savietto, Luíza Cholak, Marília Borges, Daniel Chagas, Sara Marques, Maurício Vancine, Débora Ramalho, Eliziane Garcia e Karina Mello. Muito obrigado pela disposição, pela prestatividade, pela paciência e pelas idéias. A participação de vocês foi essencial para coletar estes dados.

Alguns momentos, com alguns ajudantes, acabaram sendo mais marcantes e merecem ser lembrados aqui:

Luíza (“Laka”) e Marília (“Pedrita”), obrigado pelo “Chá dos Brother” ao final das coletas de dados. Esse hábito virou uma tradição, praticamente uma marca registrada. Quem diz que nunca fez amigos tomando leite certamente nunca experimentou um chá de fim de campo.

Daniel, a professora Cinthia Brasileiro propôs que você acompanhasse a mim e ao Fábio durante os campos, para aprender e ajudar. Mais do que um ótimo ajudante de campo, eu ganhei um amigo. Muito obrigado por todo o convívio, pela culinária “intuitiva, aventureira e experimental” (leia-se: Mal fazíamos idéia do que e como fazer, mas precisávamos comer), pelos momentos filosóficos, pelos desajeitados treinos de kendo e, principalmente, pela sua disposição mesmo nas noites mais frias e ingratas para se coletar dados.

Maurício, obrigado por ter me acompanhado. Foi muito bom poder contar com uma mente como a sua em campo, além, é claro, de sua prestatividade em todos os momentos, não importando o que caia nas nossas cabeças.

Karina ("Kaki"), obrigado por ter aceitado o convite para me ajudar na etapa final da coleta de dados. Foi importante ter uma amiga como você por perto em uma fase em que o cansaço começa a ficar mais evidente. A sua vontade de aprender e de conversar sobre "a vida, o universo e tudo mais" acrescentaram aquela energia que faltava para finalizar o trabalho.

Eliziane ("Eli"), você tem seu espaço merecido aqui, afinal, começamos juntos na iniciação científica e terminamos mais essa fase juntos. Obrigado pela sua amizade e por compartilhar comigo desde os momentos mais gratificantes até os mais desgastantes do mestrado. Foi ótimo contar com você na Serra do Japi e poder aproveitar esse clima gostoso, quase caseiro, que você consegue trazer para o campo.

Ao amigo-irmão Carlos ("Pássaro") Gussoni, por sua presença e pelos seus conselhos. Obrigado por todas as nossas conversas, pela sagrada jogatina (cada vez mais rara, mas nunca deixada de lado) e pelas andanças no mato. Lembre-se que uma boa parte da minha formação como zoólogo foi influência sua.

Obrigado também aos amigos Henrique Tozzi, Laura Honda, Fellipe Chaves, Rafael Horita, Alexandre Takara, Rebeca Alves, Claudia Kanda, Thalles Ribeiro, Gabriela Lócher, Vinicius Loredam, Clovis Caface, Gustavo Melato, Christian Hackspacher, Paulo Souza Filho, Raíssa Fonseca, Annelise Francisco, Juliano De Assis Roberto e Fernando Menezes, por estarem sempre ao meu lado e por fazerem parte de muitos momentos significativos para mim.

Finalmente, agradeço muito à minha mãe, Catarina S. B. Delgado, por cumprir tão bem o seu papel materno. Obrigado pelo carinho, pela compreensão e por participar deste projeto dentro de seu alcance, mesmo não sendo uma zoóloga. Uma parte desta conquista também é sua.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO 10

INTRODUÇÃO GERAL 11
MATERIAIS E MÉTODOS 12

Locais de estudo 12
Marcação e acompanhamento individual 13
Composição do etograma 14

BIBLIOGRAFIA 18

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E PADRÃO TEMPORAL DAS VOCALIZAÇÕES DE *HYPSIBOAS PRASINUS* NA SERRA DO JAPI, JUNDIAÍ, SÃO PAULO 21

RESUMO 21
ABSTRACT 22
INTRODUÇÃO 23
MATERIAIS E MÉTODOS 23

Bioacústica 23
Padrão temporal de atividade de vocalização 24

RESULTADOS 26

Bioacústica 26
Padrão temporal de atividade de vocalização 29
Vocalização na água 34

DISCUSSÃO 40
BIBLIOGRAFIA 46

CAPÍTULO II

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E FIDELIDADE AO SÍTIO DE VOCALIZAÇÃO EM *HYPSIBOAS PRASINUS* EM UM LAGO ARTIFICIAL NA SERRA DO JAPI, JUNDIAÍ, SÃO PAULO 49

RESUMO 49
ABSTRACT 50
INTRODUÇÃO 51
MATERIAIS E MÉTODOS 51
RESULTADOS 52
DISCUSSÃO 55
BIBLIOGRAFIA 58

CAPÍTULO III

EXPERIMENTOS COMPORTAMENTAIS: APRESENTAÇÃO DE ESTÍMULOS ACÚSTICOS E VISUAIS A MACHOS DE *HYPSIBOAS PRASINUS* NA SERRA DO JAPI, JUNDIAÍ, SÃO PAULO 60

RESUMO 60
ABSTRACT 61
INTRODUÇÃO 62
MATERIAIS E MÉTODOS 63
Experimento de "playback" 63
Experimento de espelho 64
RESULTADOS 65
Experimento de "playback" 65
Experimento de espelho 67
DISCUSSÃO 69
Experimento de "playback" 69
Experimento de espelho 74
BIBLIOGRAFIA 79

CAPÍTULO IV

POLIFENISMO SAZONAL DE COLORAÇÃO EM *HYPSIBOAS PRASINUS* NA SERRA DO JAPI, JUNDIAÍ, SÃO PAULO 84

RESUMO 84
ABSTRACT 85
INTRODUÇÃO 86
MATERIAIS E MÉTODOS 86
RESULTADOS 88
Camuflagem 93
DISCUSSÃO 99
BIBLIOGRAFIA 101

CONCLUSÃO GERAL 103

APÊNDICE I

Script do R para cálculo das áreas de vida por Mínimos Polígonos Convexos (MCP) 104

APÊNDICE II

Gráficos das áreas de vida individuais no Lago do Bezzuti, Serra do Japi 107

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Este estudo trata de aspectos da história natural de *Hypsiboas prasinus*, com ênfase no comportamento territorial dos machos. Acredita-se que informações básicas a respeito do comportamento e da ecologia das espécies animais em campo sejam de grande importância para a construção de um conhecimento consistente da fauna, útil como base tanto para estudos futuros quanto para medidas de conservação.

Apesar de se tratar de uma espécie bastante comum, há uma carência de publicações contendo dados detalhados sobre sua História Natural. Haddad (1991) coletou informações naturalísticas sobre essa espécie, dentre outras, na Serra do Japi, que serviram de ponto de partida para este trabalho. Toledo e Haddad (2009) mencionaram o polifenismo sazonal de coloração de *H. prasinus* como um meio vantajoso de se camuflar num ambiente sazonal, por ser mais flexível do que o polimorfismo, mais comum em anuros. Kiss *et al*. (2009) apresentaram resultados sobre a fisiologia da vocalização desta espécie, que é capaz de manter a atividade de vocalização ao longo de todo o ciclo anual, mesmo em meses frios. Demais publicações geralmente descrevem caracteres morfológicos externos para fins de identificação (e.g. HEYER *et al*., 1990; HADDAD e SAZIMA, 1992; RIBEIRO *et al*., 2005); outras a mencionam brevemente no contexto de uma comunidade de anuros, o que fornece dados sobre uso de habitat e padrões temporais de vocalização (e.g. HEYER *et al.*, 1988; POMBAL JR, 1997; BERTOLUCI, 1998; BERTOLUCI e RODRIGUES, 2002; CONTE e ROSSA-FERES, 2006; MELO *et al*., 2007; ZINA *et al*., 2007;CONDEZ *et al*., 2009;).

Aqui são apresentados resultados de observações e manipulações experimentais realizadas em campo na Serra do Japi, que acrescentam informações sobre uso de habitat, comportamento, bioacústica, sazonalidade e padrões de coloração, ainda pouco explorados na literatura.

INTRODUÇÃO GERAL

Hypsiboas prasinus é um hilídeo de porte médio que ocorre no Sudeste brasileiro, nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul, em áreas de altitude moderada (KWET & MIRANDA, 2001; RIBEIRO *et al*., 2005; MACHADO e MALTCHIK, 2007). É considerada uma espécie generalista, pois pode ocupar sítios de reprodução em áreas de mata, de borda de mata e abertas (BERTOLUCI e RODRIGUES, 2002). Apresenta hábitos noturnos (HADDAD e SAZIMA, 1992), com turno de atividade iniciando-se após o crepúsculo e encerrando-se próximo à aurora (POMBAL Jr, 1997), sendo o pico de atividade de vocalização dessa espécie registrado duas ou três horas o ocaso (HADDAD, 1991).

A atividade de vocalização de *H. prasinus* ocorre ao longo de todo o ano (HADDAD e SAZIMA, 1992; POMBAL Jr, 1997; BERTOLUCI, 1998; CONTE e ROSSA-FERES, 2006), podendo haver períodos de interrupção dessa atividade. Na Serra do Japi, a maior abundância de indivíduos foi registrada para os períodos de março a abril e julho a outubro (HADDAD, 1991). Entretanto, Kiss *et al.* (2009) registraram na Serra do Japi uma atividade ligeiramente maior no verão do que no inverno, embora essa diferença não tenha sido estatisticamente significativa (KISS *et al*., 2009).

A taxa de vocalização dos machos de *Hypsiboas prasinus* é muito variável, independentemente da estação do ano, havendo sobreposição entre as taxas de vocalização registradas no verão e no inverno (KISS *et al*., 2009). Por esse motivo, Kiss *et al.* (2009) sugerem que a taxa de vocalização dos machos de *Hypsiboas prasinus* deve sofrer maior influência dos contextos sociais do que de limitações fisiológicas. Entretanto, não é registrada atividade de vocalização para essa espécie em noites em que a temperatura do ar é inferior a 11ºC (HADDAD, 1991).

O comportamento territorial dessa espécie ocorre durante disputas por sítios de vocalização e se dá por meio de vocalizações territoriais e, em menor frequência, agressão física. O macho perdedor pode assumir a posição de satélite do vencedor (HADDAD, 1991). A estratégia de macho satélite também é utilizada em noites nas quais há um grande número de machos vocalizando (HADDAD 1991).

O estudo foi realizado na Serra do Japi, localizada entre os municípios de Jundiaí, Cabreúva e Cajamar, no Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. Está, portanto, localizada em uma área densamente povoada, sujeita à perturbação antrópica há pelo menos três séculos e sua topografia acidentada contribuiu para a preservação de áreas que abrigam matas primárias

(LEITÃO-FILHO, 1992). As localidades escolhidas para a realização dos trabalhos de campo correspondem às proximidades da Base Ecológica, no município de Jundiaí.

Os dados foram coletados ao longo de visitas mensais à Serra do Japi, com durações variando de 5 a 9 dias, de janeiro de 2011 a junho de 2012. A coleta de dados a respeito dos diferentes aspectos da história natural de *Hypsiboas prasinus* foi feita de modo que as informações eram coletadas de acordo com o que o pesquisador julgava mais adequado em cada noite, tendo em vista as condições ambientais e o estado geral de atividade dos indivíduos da espécie estudada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Aqui são descritos os aspectos gerais da metodologia, que precedem as metodologias específicas empregadas nos capítulos posteriores. Cada capítulo será apresentado com seus materiais e métodos particulares.

Locais de estudo

A serra do Japi apresenta altitudes que variam entre 700 m e 1300 m, com temperaturas médias anuais de 15,7ºC nas partes mais altas e 19,2ºC nas partes mais baixas. O mês de julho é o mais frio, com temperaturas médias entre 11,8ºC e 15,3ºC. O regime pluviométrico na área de Jundiaí é de 1367,7 mm ao ano, sendo superior a 250 mm entre dezembro e janeiro e inferior a 41 mm durante o inverno (PINTO, 1992).

A fisionomia da vegetação da Serra do Japi é caracterizada como um mosaico, contendo áreas de vegetação mais densa ou mais aberta e a altura das árvores também é variável entre as áreas, em função de atividades humanas (principalmente agricultura e extração de madeira) e de fatores naturais, como diferenças de altitude, de umidade e de propriedades do solo (LEITÃO-FILHO, 1992). A Serra do Japi está localizada em uma área de interface entre a floresta ombrófila densa e as florestas mesófilas semidecíduas, havendo predomínio de áreas com a segunda fisionomia (LEITÃO-FILHO, 1992).

O estudo foi conduzido principalmente em três localidades da Serra do Japi, conhecidas popularmente como “Lago do Bezzuti”, “Sítio do Cidinho” e “Monte Horebe”. Os três locais correspondem a propriedades rurais com lagos artificiais, utilizados como sítio de vocalização e reprodução pela espécie estudada.

O Lago do Bezzuti (S 23° 13’ 55,3”, W46° 56’ 09,1”, elevação = 1098m) possui aproximadamente nove metros de largura e 18 metros de comprimento. Apresenta árvores de

cerca de 10m de altura em suas margens Norte e Nordeste, e vegetação herbácea e arbustiva no restante de seu perímetro. A margem Oeste do lago era caracterizada por um barranco íngreme e era pouco explorada por *H. prasinus* como sítio de vocalização, o restante das margens do lago era plano. Este lago foi utilizado para o estudo da territorialidade e fidelidade de sítio de *Hypsiboas prasinus*. Neste local, os animais são identificados individualmente por meio de códigos de amputação de artelho. Foi o local mais utilizado para experimentos de resposta comportamental a estímulos acústicos ("playback") e visuais (espelho), bem como observações naturalísticas eventuais.

O Sítio do Cidinho (S 23° 14' 41,8", W 46° 56' 11,1", elevação = 1150m) e o Monte Horebe (S 23° 13' 58,4", W 46° 55' 32,8", elevação = 900m) foram utilizados para complementar os dados obtidos no Lago do Bezzuti, já que a ausência de preocupação com a fidelidade de sítio dos indivíduos nessas localidades permitiu que os animais fossem manipulados mais livremente.

O lago do Sítio do Cidinho possui aproximadamente 10 metros de largura por 16 metros de comprimento e encontra-se circundado principalmente por gramíneas, algumas árvores com 2 a 15 metros de altura e uma touceira de bambu. O Lago do Monte Horebe possui aproximadamente 20 metros de diâmetro é circundado por um campo aberto, coberto por gramíneas e alguns pinheiros. Sua vegetação marginal é bastante esparsa, consistindo em uma touceira de bambu e poucos arbustos de Rubiaceae.

Adicionalmente, foram realizadas visitas esporádicas ao "Lago do DAAE" (23°13'S, 46°58'W, elevação= 880m), onde foram encontradas desovas da espécie estudada. Esse local também foi utilizado para observações complementares.

Marcação e acompanhamento individual

Para o estudo de comportamento e territorialidade de *Hypsiboas prasinus*, foi necessário reconhecer individualmente os animais observados. O método escolhido para marcação dos indivíduos foi a técnica de amputação de artelhos, baseada nos códigos propostos por Donnely (1989) e Waichman (1992), por ser o código que proporcionava o maior número de identidades possível com o menor número máximo de dígitos amputados por indivíduo (dois dígitos).

Neste código, são atribuídas letras a cada membro do animal, sendo a pata dianteira esquerda A, a pata dianteira direita B, a pata traseira esquerda C e a pata traseira direita D. Em cada membro, os dedos são numerados de acordo com sua posição anatômica, sendo 1 o mais

proximal e 4 (membros anteriores) ou 5 (membros posteriores) o dedo mais distal. A identidade do animal é dada por uma sequência de quatro dígitos ABCD, na qual os membros intactos recebem o valor 0 e os membros cujos dedos foram amputados recebem o número correspondente ao dedo amputado. Quando é necessário amputar dois dedos, são escolhidos membros cruzados (A e D ou B e C), nunca paralelos (A e C, A e B, B e D ou C e D), de modo a reduzir o impacto sobre o equilíbrio do animal conforme ele se locomove e se empoleira na vegetação.

Os dedos amputados foram cortados com tesoura esterilizada e guardados em tubos criogênicos contendo etanol em concentração absoluta, para posterior aproveitamento como material genético, tendo sido depositados na coleção de tecidos CFBHT, Laboratório de Herpetologia, Departamento de Zoologia, UNESP, Campus de Rio Claro.

Cada indivíduo marcado teve seu comprimento rostro-cloacal e seu comprimento tibial medidos com paquímetro digital Mitutoyo com 0,01mm de precisão e sua massa corpórea medida com um dinamômetro Pesola com 0,5g de precisão. Juntamente com essas medidas, também era anotada a coloração dorsal apresentada pelo animal no momento da captura.

Sempre que um animal era recapturado, eram feitos novos registros de sua massa corpórea e de sua coloração dorsal, com a finalidade de acompanhar eventuais mudanças no estado de saúde do animal, bem como de sua coloração ao longo do ano, com a finalidade de testar se a variação na massa corpórea e na coloração apresentam implicações comportamentais e ecológicas para a espécie estudada.

Composição do etograma

Para o estudo do comportamento territorial dos machos de *H. prasinus*, foi montado um etograma para a espécie. Para a composição do etograma, foram feitas observações comportamentais de quatro indivíduos machos de *Hypsiboas prasinus* seguindo o método de animal focal, com registros de todos os comportamentos em sequencia, para quantificação dos atos comportamentais. Cada animal foi observado durante 30 minutos e as observações foram finalizadas a partir do momento em que não foram registrados comportamentos novos, o que totalizou 2 horas de observação.

Os comportamentos registrados foram organizados e quantificados na Tabela 1, onde também se encontram os códigos definidos para cada ato comportamental para registro no caderno de campo. Esses códigos também são utilizados como abreviações dos comportamentos em gráficos e tabelas posteriores.

Tabela 1: Etograma de *Hypsiboas prasinus* na Serra do Japi, Jundiaí, SP, juntamente com os códigos atribuídos para cada comportamento para realização de anotações em campo. N= 4 indivíduos; Tempo total de observação = 2horas.

COMPORTAMENTO	DEFINIÇÃO	CÓDIGO	Quantificação
	VOCALIZAÇÕES		
Nota de anúncio A	Emitir vocalização de anúncio composta por três partes.	A	251
Nota de anúncio B	Emitir vocalização de anúncio composta por quatro ou cinco partes, sendo as duas primeiras justapostas.	B	174
Nota de anúncio C	Emitir vocalização de anúncio composta por apenas duas partes.	C	13
Nota D	Emitir vocalização agonística, longa e pulsionada.	D	14
Silêncio	O animal permanece sem vocalizar por pelo menos 5 segundos	S	39
	DESLOCAMENTOS		
Pular	Saltar de um ponto a outro, mudando de poleiro.	P	11
Escalar	O animal se move pelo poleiro verticalmente, agarrando-se a ele com as mãos e pés.	Esc	1
Andar	O animal se move para frente entre um poleiro e outro, caminhando, podendo agarrar-se à vegetação, mas sem saltar.	And	1

Andar lateralmente	O animal se desloca lateralmente no poleiro, esticando uma perna para a direção do movimento e trazendo o restante do corpo em seguida.	Lat	1
MOVIMENTOS COM OS MEMBROS			
Movimento de perna	Movimento rápido com a perna.	Z	1
Movimento de mão	O animal levanta rapidamente uma das mãos, voltando a tocar o substrato em seguida. A mão levantada não chega à altura da cabeça.	Y	6
Movimento de pé	O animal levanta rapidamente um dos pés, voltando a tocar o substrato em seguida.	Pé	11
Movimento de dedo	O animal levanta e abaixa rapidamente um ou mais dedos da mão. Geralmente os dedos 3 e 4.	d	13
Elevação de mão	O animal levanta uma das mãos até a altura dos olhos, voltando a tocar o substrato em seguida.	Y^	7
MOVIMENTOS DO SACO VOCAL			
Inflar saco vocal	O animal infla o saco vocal.	i)	1
Desinflar saco vocal	O animal desinfla o saco vocal.	m)	4
Pulsar saco vocal	O animal infla abruptamente o saco vocal, sem emitir vocalização.	p)	3

Bombeamento gular	O animal provoca um movimento de pulsação visível na região gular evidenciado pelo saco vocal, mas sem vocalizar.	b)	2
POSTURAS E MOVIMENTOS POSTURAIS			
Postura: Corpo inclinado 30º	O animal mantém o eixo longitudinal do corpo em um ângulo de aproximadamente 30º com o substrato.	<30º	3
Postura: corpo próximo ao poleiro	O animal mantém o corpo em contato com o substrato. Pode manter a cabeça levantada, sem contato com o substrato.	<_	1
Inclinar corpo para cima	O animal eleva as regiões cefálica e torácica do corpo, retornando à postura original (30º com o substrato) logo em seguida.	<^	1
Ajeitar	O animal realiza movimentos lentos e curtos com mãos e pés para ajustar sua postura no poleiro.	Aj	1
Movimento de corpo para frente e para trás	O animal move o corpo, principalmente a cabeça, para frente e para trás, sem se deslocar e sem mover os membros, que continuam em contato com o substrato.	H	1
Inclinar a cabeça para baixo	O animal move a cabeça para baixo, inclinando-a para frente.	Cab→	1
Levantar cabeça	O animal eleva a cabeça em relação ao restante do corpo.	Cab^	1

Virar cabeça	O animal vira a cabeça para a direita ou esquerda, sem mudar a orientação do corpo e sem se deslocar do poleiro.	CabG	2
Girar corpo	O animal muda a orientação do eixo longitudinal de seu corpo em relação ao poleiro, nos sentidos horário e anti-horário.	G	12
PEQUENOS MOVIMENTOS			
Piscar	O animal fecha as pálpebras e retrai os olhos, retornando-os à posição normal em seguida.	Ox	2
Agarrar poleiro	O animal fecha os dedos (principalmente das mãos), envolvendo partes do poleiro. O animal não se desloca, ou seja, não escala.	YG	1

BIBLIOGRAFIA

BERTOLUCI, J. Annual patterns of breeding activity in Atlantic rainforest anurans. **Journal of Herpetology**. v. 32, n. 4, p. 607-611. 1998.

BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. 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**. v. 42, n. 11, p. 287-297. 2002.

CONDEZ, T. H.; SAWAYA, R. J.; DIXO, M. Herpetofauna dos remanescentes de Mata Atlântica da região de Tapiraí e Piedade, SP, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**. v. 9, n. 1, p. 157-185. 2009.

CONTE, C. E.; ROSSA-FERES, D. C. Diversidade e ocorrência temporal da anurofauna (Amphibia, Anura) em São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 23, n. 1, p. 162-175. 2006.

DONNELLY, M. A. Demographic effects of reproductive resource supplementation in a territorial frog, *Dendrobates pumilio*. **Ecological Monographs**. v.59, n. 3, p. 207-221. 1989.

HADDAD, C. F. B. Ecologia reprodutiva de uma comunidade de anfíbios anuros na Serra do Japi, Sudeste do Brasil. 1991. 154 f. Tese (Doutorado em Biologia, Área de Ecologia). Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas.

HADDAD, C. F. B.; SAZIMA, I. Anfíbios Anuros da Serra do Japi. In **História natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. (MORELATO, L. P. C., org.). Ed. da Unicamp / FAPESP, Campinas, p. 188-211. 1992.

HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F.; PRADO, C. P. A. **Anfíbios da Mata Atlântica**. Editora Neotropica, São Paulo, SP. 244 p. 2008.

HEYER, W. R.; RAND, A. S.; CRUZ, C. A. G.; PEIXOTO, O. L. Decimations, extinctions and colonizations of frog populations in Southeast Brazil and their evolutionary inplications. **Biotropica**. v. 20, n. 3, p. 230-235. 1988.

HEYER, W. R.; RAND, A. S.; CRUZ, C. A. G.; PEIXOTO, O. L.; NELSON, C. E. Frogs of Boracéia. **Arquivos de Zoologia**. v. 31, n. 4, p. 231-410. 1990.

KISS, A. C. I.; CARVALHO, J. E.; NAVAS, C. A.; GOMES, F. R. Seasonal metabolic changes in a year-round reproductively active subtropical tree-frog (*Hypsiboas prasinus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**. Part A. n. 152, p. 182-188. 2009.

KWET, A.; MIRANDA, T. *Hyla prasina*. First record. **Herpetological Review**. v. 32, p. 271-271. 2001.

LEITÃO-FILHO, H. F. A flora arbórea da Serra do Japi. In **História natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. (MORELATO, L. P. C., org.). Ed. da Unicamp / FAPESP, Campinas, p. 188-211. 1992.

MACHADO, I. F.; MALTCHIK, L. Chek-list da diversidade de anuros no Rio Grande do Sul (Brasil) e proposta de classificação para as formas larvais. **Neotropical Biology and Conservation**. v. 2, n. 2, p. 101-116. 2007.

MELO, G. V.; ROSSA-FERES, D. C.; JIM, J. Variação temporal no sítio de vocalização em uma comunidade de anuros de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**. v. 7, n. 2, p. 93-102. 2007.

PINTO, H. S. Clima da Serra do Japi. In **História natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. (MORELATO, L. P. C., org.). Ed. da Unicamp / FAPESP, Campinas, p. 188-211. 1992.

POMBAL Jr, J. P. Distribuição especial e temporal de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**. v. 57, n. 4, p. 583-594. 1997.

RIBEIRO, R. S.; EGITO, G. T. B. T.; HADDAD, C. F. B. Chave de identificação: Anfíbios anuros da vertente de Jundiaí da Serra do Japi, Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**. v. 5, n. 2, p. 1-15. 2005.

TOLEDO, L. F.; HADDAD, C. F. B. Colors and some morphological traits as defensive mechanisms in anurans. **International Journal of Zoology**. v. 2009, p. 1-12. 2009.

WAICHMAN, A. V. An alphanumeric code for toe clipping amphibians and reptile. **Herpetological Review**. v. 23, p. 19-21. 1992.

ZINA, J.; ENNSER, J.; PINHEIRO, S. C. P.; HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F. Taxocenose de anuros de uma mata semidecídua do interior do Estado de São Paulo e comparações com outras taxocenoses do Estado, Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**. v. 7, n. 2, p. 49-57. 2007.

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E PADRÃO TEMPORAL DAS VOCALIZAÇÕES DE *HYPSIBOAS PRASINUS* NA SERRA DO JAPI, JUNDIAÍ, SÃO PAULO

RESUMO

Vocalizações são muito importantes para atração de fêmeas e delimitação de territórios em anuros de reprodução prolongada. Machos de *Hypsiboas prasinus* apresentam atividade de vocalização noturna ao longo de todo o ciclo anual na Serra do Japi, utilizando principalmente a vegetação marginal arbustiva e herbácea como sítios de vocalização. O padrão de atividade de vocalização dessa espécie foi acompanhado em um ciclo de 12 meses, de julho de 2011 a junho de 2012 e foram feitas gravações de suas vocalizações para análise bioacústica. Aqui são apresentados os parâmetros físicos de quatro das cinco vocalizações identificadas para esta espécie, sendo uma nota de anúncio introdutória (nota A), uma nota de anúncio utilizada em atividade de coro (nota B), uma nota de anúncio utilizada para retomada da atividade de vocalização (nota C) e uma nota agonística (nota D). Foi encontrada uma concentração de atividade de vocalização no mês de julho e não foi encontrada correlação significativa entre temperatura do ar e atividade de vocalização, sugerindo uma regulação da atividade baseada em interações comportamentais e não em limitações fisiológicas, conforme verificado por outros autores. Foi observado que alguns indivíduos passam a vocalizar a partir da superfície da água durante a estação fria e seca e aqui são discutidas as prováveis vantagens deste comportamento.

Palavras-chave: bioacústica. vocalização. padrão de atividade. ciclo anual

ABSTRACT

Vocalizations have great importance for female attraction and territory delimitation in prolonged breeding anurans. Males of *Hypsiboas prasinus* present a year-round nocturnal calling activity, using mainly marginal herbaceous and bushy vegetation as calling sites. The temporal pattern of calling activity was monitored for a twelve-month period, from July 2011 to June 2012 and vocalizations were recorded for bioacoustics analysis. Herein are shown physical parameters for four of the five types of vocalizations found in this species, being one introductory advertisement call (note A), one chorus advertisement call (note B), one resuming activity advertisement call (note C) and one agonistic call (note D). A significant activity concentration was found in July and there was no significant correlation between air temperature and calling activity, suggesting a behaviorally-controlled calling pattern instead of a physiologically-controlled one, as observed by previous authors. During the cold dry season, some individuals were observed to shift their calling sites to the water surface and the plausible advantages of such behavior are discussed.

Keywords: bioacoustics. vocalization. activity pattern. annual cycle.

INTRODUÇÃO

Vocalizações são de grande importância para a biologia reprodutiva de muitas espécies de anuros, principalmente para as de reprodução prolongada (WELLS, 1977). É através das vocalizações que anuros machos transmitem informações sobre características individuais que podem determinar a aproximação de fêmeas aptas para a reprodução e o espaçamento adequado entre os machos (RAND e RYAN, 1981; ROBERTSON, 1986; LOPEZ *et al*., 1988; GREEN, 1990; LUCAS *et al*., 1996; ROSE e BRENOWITZ, 1997).

As vocalizações de anúncio são as mais comumente emitidas pelos machos, porém, seus repertórios podem conter variações de complexidade variável, dependendo do contexto comportamental e social no qual os indivíduos se encontram (e.g. WELLS, 1978; RAND e RYAN, 1981; TOLEDO e HADDAD, 2005; ZINA e HADDAD, 2006).

Hypsiboas prasinus é um anuro de atividade noturna e padrão de reprodução prolongado, vocalmente ativo durante quase todo o ciclo anual na Serra do Japi (HADDAD, 1991; BERTOLUCI, 1998; BERTOLUCI e RODRIGUES, 2002). A manutenção de sua atividade vocal através do gradiente de temperatura observado na Serra do Japi ao longo do ano parece ser regulada mais pelo contexto comportamental dos indivíduos do que por limitações fisiológicas relacionadas à temperatura (KISS *et al*., 2009).

Apesar de se tratar de uma espécie bastante comum, não há uma descrição pormenorizada das características físicas das vocalizações de *H. prasinus*, Tampouco um detalhamento de seu padrão temporal de atividade. Deste modo, os objetivos específicos deste trabalho foram: 1) Descrever os diferentes tipos de cantos emitidos por *H. prasinus*, bem como os contextos comportamentais em que são utilizados; 2) verificar o padrão temporal de atividade de vocalização ao longo de um ciclo anual; 3) verificar a influência do horário e da temperatura do ar sobre a atividade de vocalização; 4) verificar diferenças nos parâmetros físicos de cantos emitidos no ar e na água.

MATERIAL E MÉTODOS

Bioacústica

As vocalizações de *Hypsiboas prasinus* foram gravadas com gravador digital Marantz PMD 660 e microfone direcional Sennheiser, com frequência de amostragem de 44,1kHz. As

gravações foram analisadas através do programa praat 5.0.05, com FFT= 250. As imagens de oscilogramas e espectrogramas das vocalizações foram geradas através do programa Raven Pro 1.3.

Neste trabalho, entende-se "vocalização" como qualquer som emitido pelo animal através de seu aparato vocal. "Nota" é a denominação dada a vocalizações distinguíveis auditivamente e que atuam como unidades funcionais dos cantos. "Canto" é um agrupamento de notas emitido em determinado contexto comportamental. Denomina-se "pulso" as concentrações de energia que compõem uma nota. Os pulsos são identificados principalmente visualmente através de análise espectral da vocalização, não sendo possível quantificá-los somente auditivamente.

Os parâmetros escolhidos para a análise da estrutura física das vocalizações foram número de notas por canto, duração das notas (s), intervalo entre as notas (s), frequência dominante das notas (Hz) e número de pulsos por nota. Os valores médios dos parâmetros escolhidos foram calculados através do STATISTICA 6.0.

Padrão temporal de atividade de vocalização

Para conhecer o padrão temporal de atividade de vocalização de *Hypsiboas prasinus*, foram realizadas contagens do número de indivíduos vocalizando ao longo de 12 meses (de julho de 2011 a junho de 2012).

A cada mês foi escolhida uma noite para contagem de indivíduos em atividade de vocalização no Lago do Bezzuti. As contagens foram iniciadas antes do pôr-do-sol, a fim de se anotar o horário exato da primeira vocalização ouvida de *H. prasinus*. A partir deste horário, era dado um intervalo de dez minutos de tolerância para estabilização do termômetro e contagem mais acurada do número de machos que podiam ser ouvidos vocalizando. Este intervalo de dez minutos foi denominado "intervalo de contagem". Os intervalos de contagem seguintes eram realizados a cada uma hora a partir do horário da primeira vocalização, até que a atividade de vocalização de *H. prasinus* cessasse completamente ou até que não se pudesse ouvir mais do que duas ou três vocalizações ao longo dos dez minutos estipulados.

Os dados obtidos considerando-se o ciclo anual foram tratados como dados circulares e analisados por meio de estatística circular, através do programa Oriana4.

Para verificar se há concentração significativa da atividade de vocalização de *H. prasinus* em alguma parte do ciclo anual, foi realizado o teste de Rayleigh. Para tanto, os

resultados das contagens foram tratados como dados circulares e organizados em uma tabela da seguinte forma: Foram atribuídos ângulos médios para cada mês, distantes 30° entre si (janeiro= 15°, fevereiro =45° e assim sucessivamente). Para cada intervalo de contagem, repetiu-se, em N linhas, o valor do ângulo médio do mês e da temperatura do intervalo de contagem, sendo N o número de machos vocalizando no intervalo de contagem. Se em determinado intervalo N= 0, não era acrescentada nenhuma linha à tabela. Deste modo, cada indivíduo ouvido em cada intervalo de contagem era tratado como um registro em uma dada temperatura. Apesar de comprometer a independência dos dados, essa forma de organização reflete a continuidade da atividade de vocalização em diferentes temperaturas.

No modo de edição de dados do Oriana4, a coluna contendo as repetições dos ângulos dos meses foi tratada como uma variável angular em agrupamentos de 30°. A coluna contendo os valores repetidos de temperaturas foi considerada uma variável linear não expressa em porcentagem. Para facilitar a visualização dos gráficos e dos resultados das análises, foi acrescentada uma coluna com valores nominais de meses do ano acompanhando a coluna de ângulos, de modo a fornecer rótulos com os nomes dos meses.

Para verificar a existência de uma correlação entre os meses do ano e as temperaturas registradas, foi realizada uma correlação circular-linear entre os ângulos dos meses e as respectivas temperaturas.

Para visualizar o padrão de atividade de *Hypsiboas prasinus* ao longo do ano, independentemente da temperatura, foi organizada uma segunda planilha no Oriana4, onde a primeira coluna continha os valores nominais dos meses do ano e a segunda coluna o número máximo de machos vocalizando registrado para cada mês. Para a metodologia empregada nesta contagem, o número máximo de machos vocalizando pode ser considerado como o total de machos vocalizando.

Testes estatísticos lineares foram realizados através do programa STATISTICA 6.0. Foram feitas correlações de Pearson entre horário e temperatura do ar, para verificar se a há influência do horário sobre a temperatura do ar. Também foi feita uma correlação de Pearson entre temperatura do ar durante a primeira vocalização e horário da primeira vocalização, para testar se há influência da temperatura sobre o início da atividade de vocalização de *H. prasinus*.

Foi realizada uma regressão linear múltipla, considerando-se horário e temperatura do ar como variáveis independentes e número de machos vocalizando como variável dependente, a fim de se testar o efeito conjunto da temperatura e do horário sobre a atividade de

vocalização de *H. prasinus*, bem como identificar qual dessas variáveis independentes exerce maior influência sobre o número de machos vocalizando.

Vocalização na água

Indivíduos que estavam vocalizando na água tiveram suas vocalizações gravadas e analisadas da mesma forma que os animais que vocalizavam em poleiros fora da água, conforme descrito no subtópico Bioacústica.

Para testar se havia diferença entre as temperaturas do ar e da água nos momentos em que eram registrados animais vocalizando na água, foi realizado um teste para amsotras dependentes entre as temperaturas do ar e da água.

Também foi realizado um teste t para amostras dependentes para testar se há diferença entre os parâmetros físicos das vocalizações emitidas no ar e na água.

RESULTADOS

Bioacústica

Foram encontrados cinco tipos de vocalizações emitidas por *Hypsiboas prasinus* na Serra do Japi, sendo três consideradas de anúncio, uma considerada uma nota agonística e a última uma vocalização de agonia, emitida quando o animal era manipulado, que não pôde ser gravada.

O primeiro tipo de vocalização foi denominado “canto A”. Foi composto por três notas e era utilizado como a vocalização de anúncio mais comum da espécie. O segundo tipo de vocalização, denominado “canto B” foi composto por quatro ou cinco notas (foi registrado apenas um canto B contendo seis notas). O canto B era utilizado em atividade de coro quando os animais estavam em estado maior de excitação. Geralmente, eram emitidos muitos cantos B consecutivos, alternados com cantos A esparsos. O terceiro tipo de vocalização de anúncio foi denominado “canto C” e foi composto por duas notas. Os cantos C geralmente eram emitidos pelos animais que estavam iniciando ou retomando a atividade de vocalização.

O quarto tipo de vocalização encontrado corresponde à vocalização agonística e foi denominado “canto D”. Foi composto por uma única nota perceptivelmente mais longa do que as notas dos cantos de anúncio. Os pulsos que compõe a nota do canto D são mais

espaçados entre si durante o início da nota e mais próximos em seu final, o que confere a esta vocalização uma sonoridade mais trinada do que a das vocalizações de anúncio.

Os valores médios para os parâmetros medidos das vocalizações foram organizados na Tabela 1.

Tabela 1: Médias e desvios-padrões dos parâmetros físicos das vocalizações emitidas por *Hypsiboas prasinus* na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

	Parâmetros	**Tipos de Notas**				
Nota		**Canto A (N = 128 cantos, 12 indivíduos)**	**Canto B de 4 notas (N= 83 cantos, 9 indivíduos)**	**Canto B de 5 notas (N= 34 cantos, 7 indivíduos)**	**Canto C (N= 20 cantos, 6 indivíduos)**	**Canto D (N= 7 canto, 4 indivíduos)**
1	**Duração (s)**	0,047 ± 0,013	0,025 ± 0,009	0,022 ±0,007	0,056 ±0,018	0,446 ± 0,191
	Frequência dominante (Hz)	1544,83 ± 157,16	1576,89 ± 174,67	1519,96 ± 185,83	1560,23 ± 223,39	1535,07 ± 127,09
	N° de pulsos	12,35 ± 4,57	4,08 ± 2,13	2,94 ± 1,04	13,15 ± 2,73	34,71 ± 15,34
	Intervalo até a nota 2 (s)	0,060 ± 0,015	0,034 ±0,008	0,025 ± 0,008	0,063 ± 0,014	
2	**Duração (s)**	0,062 ± 0,009	0,035 ± 0,013	0,036 ± 0,012	0,100 ± 0,041	
	Frequência dominante (Hz)	1627,08 ± 191,87	1606,42 ± 155,36	1575,21 ± 107,64	1883,32 ± 215,91	
	N° de pulsos	13,99 ± 3,02	6,74 ± 3,44	6,12 ± 2,01	22,95 ± 3,47	
	Intervalo até a nota 3 (s)	0,050 ± 0,010	0,039 ± 0,010	0,037 ± 0,007		
3	**Duração (s)**	0,086 ± 0,017	0,057 ± 0,012	0,049 ± 0,013		
	Frequência dominante (Hz)	1634,22 ± 260,43	1639,93 ± 148,40	1593,59 ± 139,41		
	N° de pulsos	20,85 ± 4,18	12,24 ± 2,81	9,15 ± 3,34		
	Intervalo até a nota 4 (s)		0,043 ± 0,008	0,042 ± 0,008		
4	**Duração (s)**		0,082 ± 0,055	0,058 ± 0,012		
	Frequência dominante (Hz)		1686,96 ± 175,90	1660,45 ± 124,45		
	N° de pulsos		17,62 ± 4,24	11,41 ± 3,43		
	Intervalo até a nota 5 (s)			0,046 ± 0,007		
5	**Duração (s)**			0,078 ± 0,021		
	Frequência dominante (Hz)			1669,29 ± 166,41		
	N° de pulsos			15,79 ± 3,52		

Nas figuras 1, 2, 3 e 4, estão os oscilogramas e espectrogramas dos cantos descritos anteriormente:

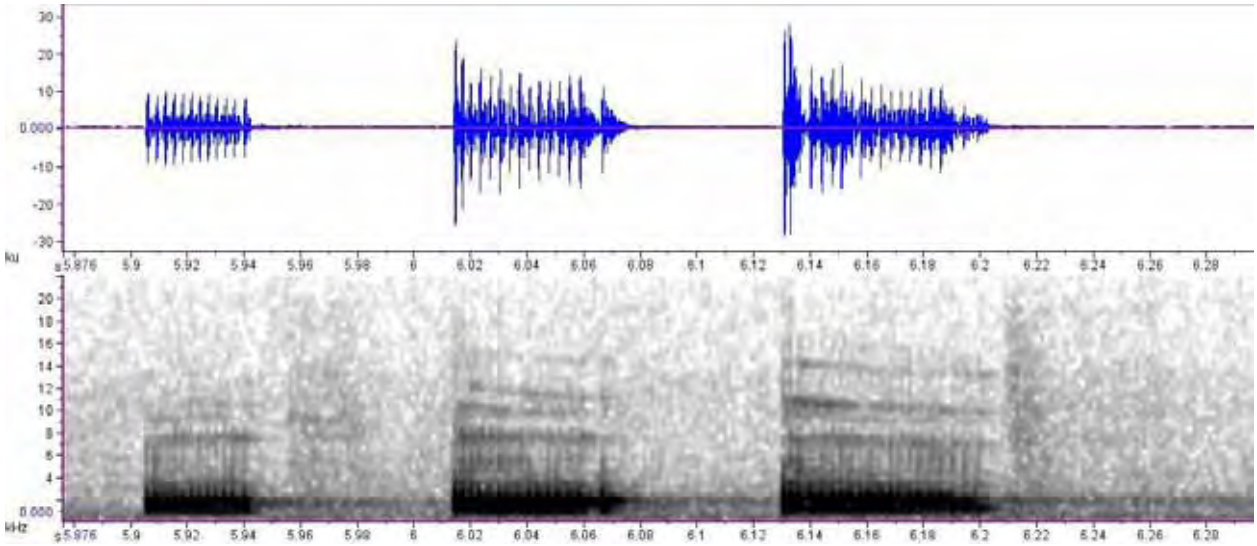


Figura 1: Oscilograma (acima) e espectrograma (abaixo) de uma nota A de *Hypsiboas prasinus* na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

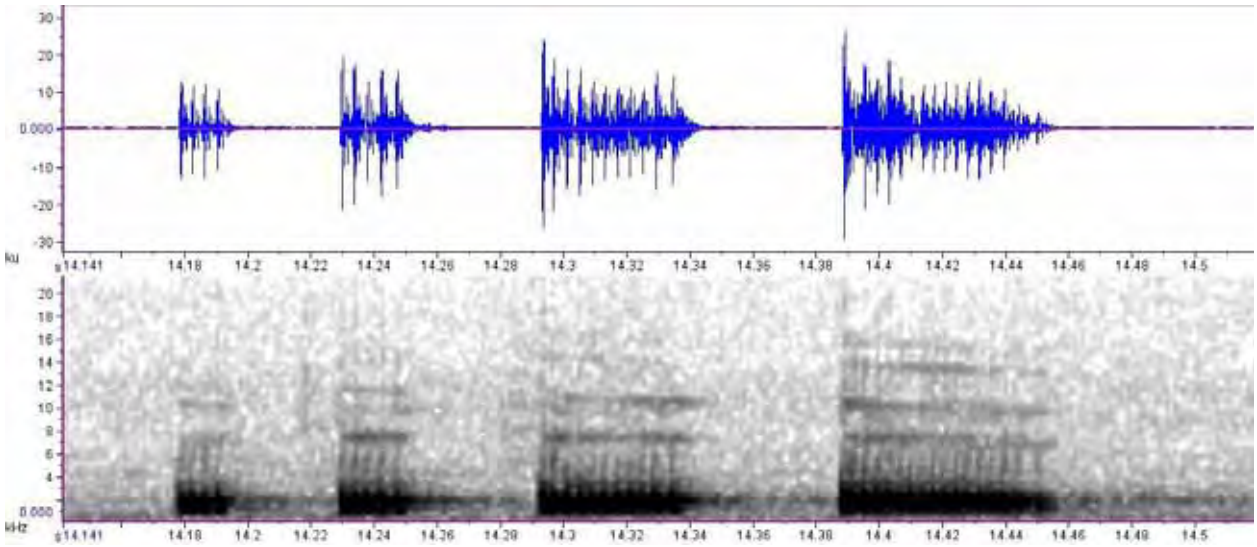


Figura 2:Oscilograma (acima) e espectrograma (abaixo) de uma nota B de *Hypsiboas prasinus* na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

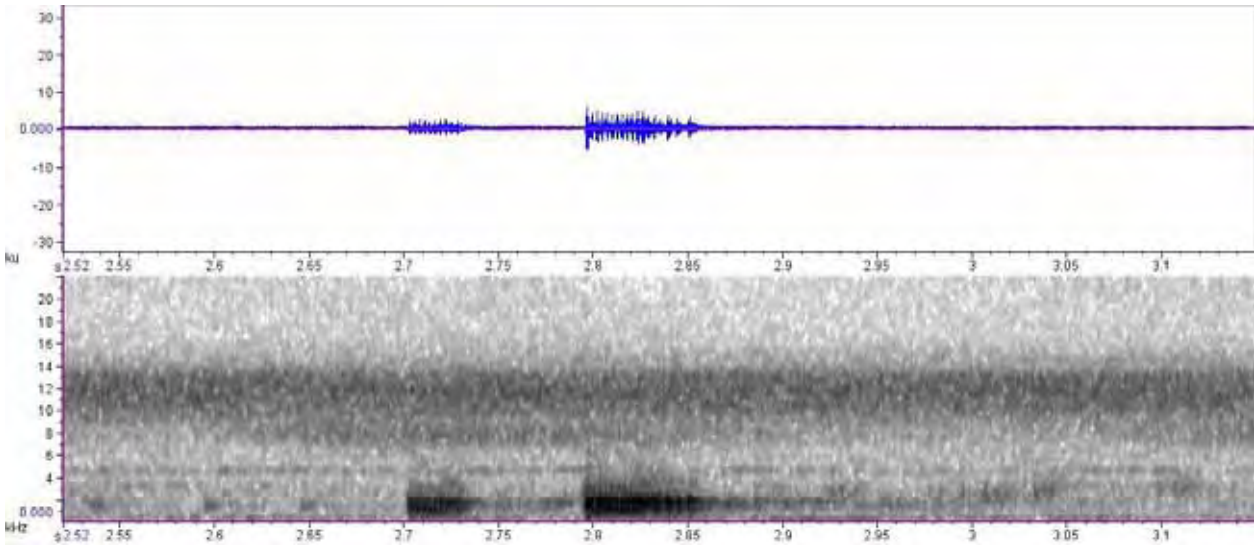


Figura 3:Oscilograma (acima) e espectrograma (abaixo) de uma nota C de *Hypsiboas prasinus* na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

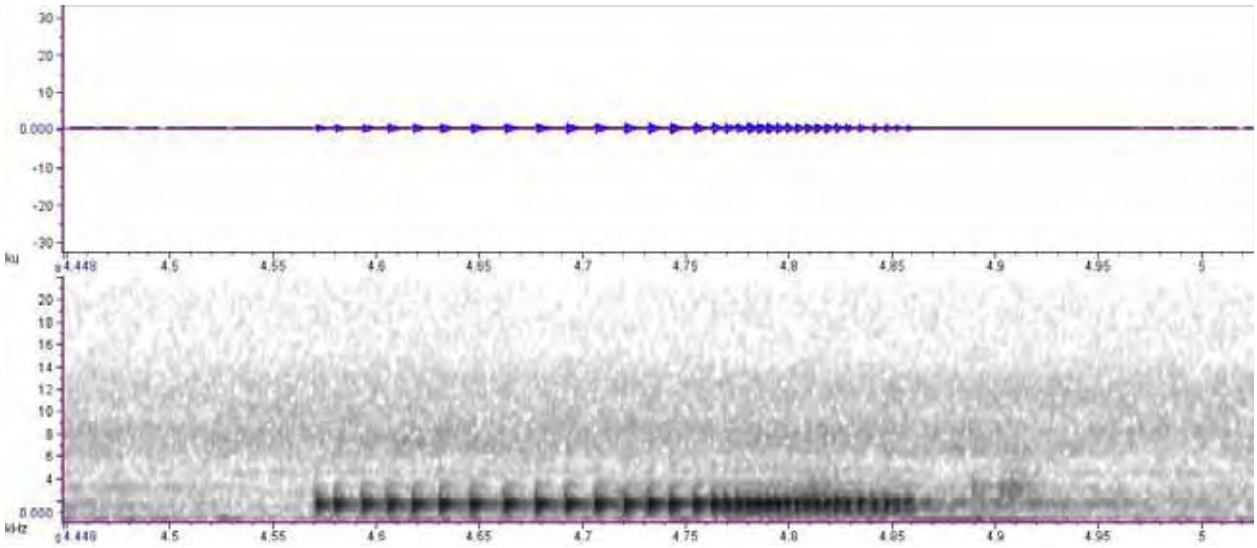


Figura 4: Oscilograma (acima) e espectrograma (abaixo) de uma nota D de *Hypsiboasprasinus* na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Padrão temporal de atividade de vocalização

Os números de machos de *Hypsiboas prasinus* em atividade de vocalização foram plotados em gráficos (figuras5 e 6), juntamente com as temperaturas registradas para cada horário de contagem.

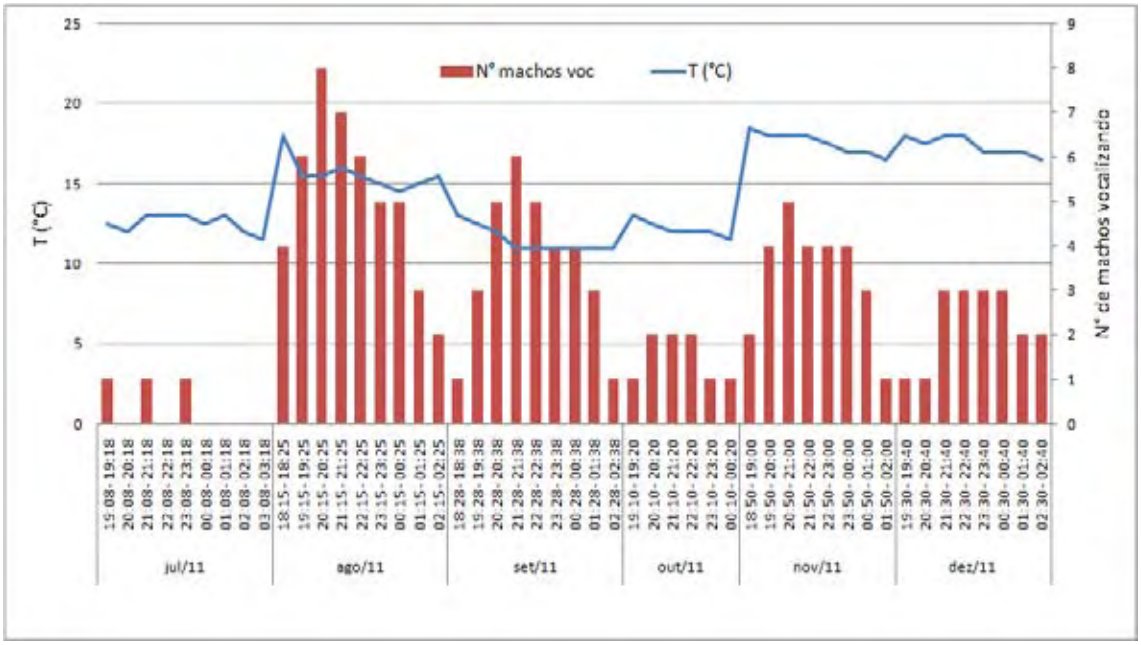


Figura 5: Atividade de vocalização de *Hypsiboas prasinus* no "Lago do Bezzuti", Serra do Japi, Jundiaí, SP, de julho de 2011 a dezembro de 2011. As barras verticais indicam número de indivíduos vocalizando a cada horário de contagem. A linha indica a temperatura a cada horário de contagem.

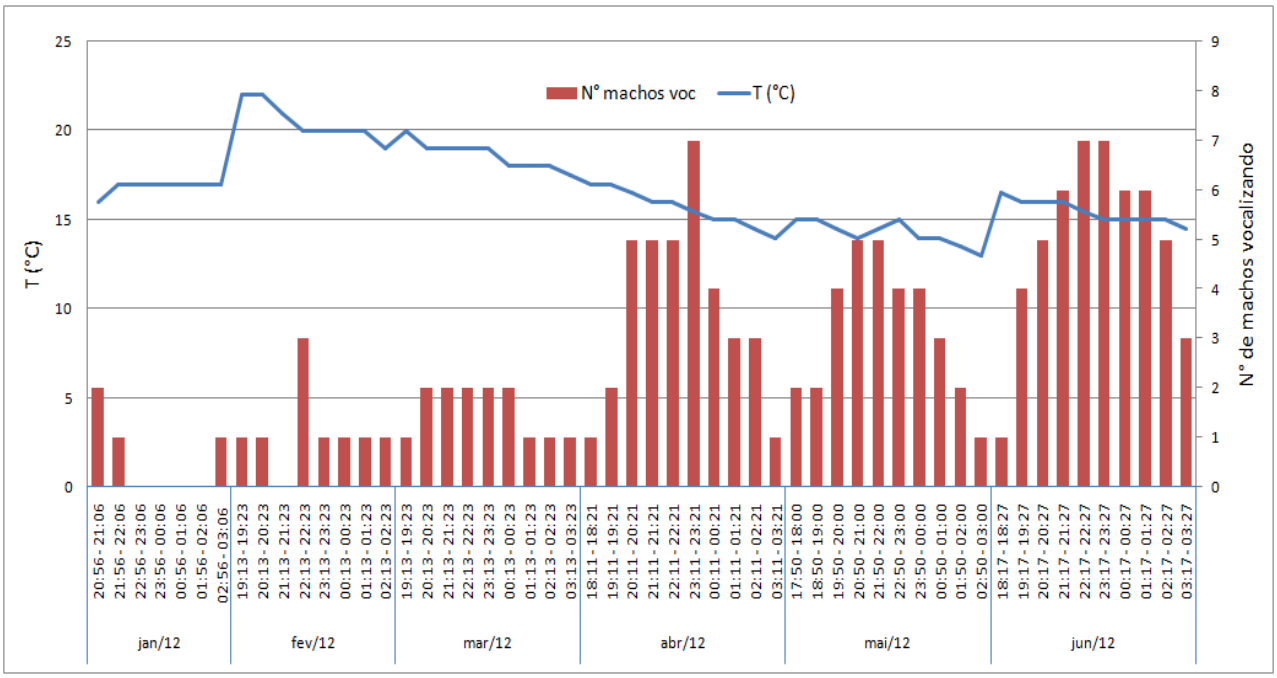


Figura 6: Atividade de vocalização de *Hypsiboas prasinus* no "Lago do Bezzuti", Serra do Japi, Jundiaí, SP, de janeiro de 2012 a junho de 2012. As barras verticais indicam número de indivíduos vocalizando a cada horário de contagem. A linha indica a temperatura a cada horário de contagem.

Não foi encontrada correlação significativa entre o horário e temperatura do ar (R^2= 0,013, p= 0,249, n= 103 intervalos de contagem).

Foi realizada uma análise de regressão múltipla, considerando-se os horários dos intervalos de contagem e suas respectivas temperaturas do ar como as variáveis independentes e o número de machos vocalizando em cada intervalo como variável dependente. O valor de R^2 para esta regressão foi 0,864, com p= 0,011 (n= 103 intervalos de contagem). O valor de Beta obtido para o horário (Beta= 0,273, R^2 correlação parcial= 0,013, p= 0,005, n= 103 intervalos de contagem) foi maior do que o obtido para a temperatura, sendo que, nesta última, o valor da correlação parcial não foi estatisticamente significativo (Beta= -0,144, R^2 correlação parcial= 0,013, p= 0,136, n= 103 intervalos de contagem). Deste modo, pode-se afirmar que o horário e a temperatura do ar influenciam conjuntamente o número de machos de *Hypsiboas prasinus* em atividade de vocalização; entretanto, o horário foi a variável que mais influenciou a atividade desta espécie.

O teste de Rayleigh para registros de pelo menos um indivíduo vocalizando a cada intervalo de contagem mostra que a atividade de vocalização dessa espécie não é uniformemente distribuída ao longo do ano, havendo uma concentração estatisticamente significativa que tende para o mês de julho (Teste de Rayleigh, Vetor médio (μ) = 184,326°, comprimento do vetor médio (r)= 0,258, Z= 18,677, p< 0,01) (Figura 7), embora tenham sido registrados poucos animais em atividade de vocalização neste mês. Foi encontrada uma correlação circular-linear significativa entre os meses do ano e as temperaturas registradas ao longo dos intervalos de contagem (r= 0,612, p= $1x10^{-12}$), sendo as temperaturas mais altas encontradas no mês de fevereiro. Entretanto, não foi encontrada uma correlação circular-linear significativa entre meses do ano e número máximo de machos ativos (r= 0,458, p= 0,147) (Figura 8).

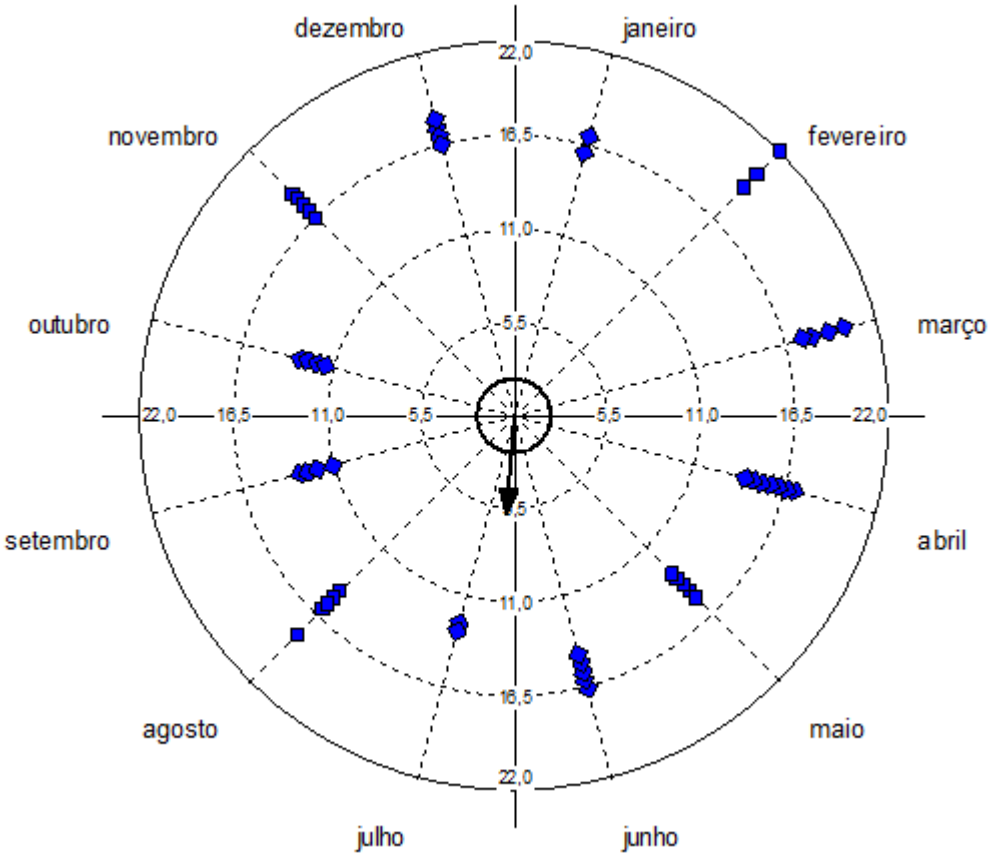


Figura 7: Distribuição dos registros de atividade de *Hypsiboas prasinus* ao longo do ciclo anual, na Serra do Japi, Jundiaí, SP, de acordo com a temperatura em que ocorreram. A Seta indica a direção (μ) e o comprimento (r) do vetor médio, indicando uma concentração dos dados tendendo para o mês de julho. Os eixos vertical e horizontal indicam a temperatura (°C) do ar.

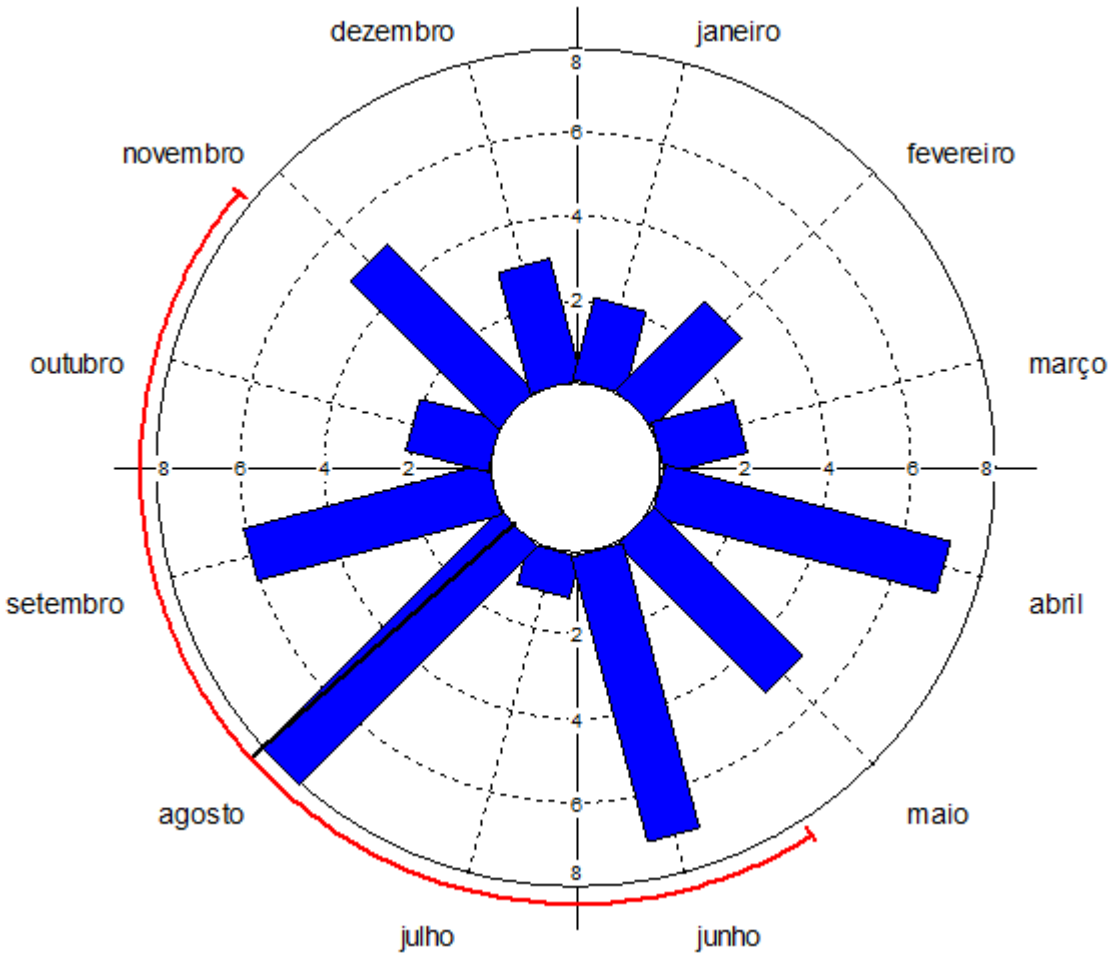


Figura 8: Número total de machos de *Hypsiboas prasinus* vocalizando em cada noite de contagem a cada mês no Lago do Bezzuti, Serra do Japi, Jundiaí, SP. A reta preta indica a média e a linha vermelha externa indica o intervalo de confiança de 95%. Os eixos vertical e horizontal indicam o número de indivíduos.

Os horários das primeiras vocalizações ouvidas em cada noite de contagem foram plotados num histograma (Figura 9), juntamente com a temperatura registrada para esses horários. Não houve correlação significativa entre a temperatura e o horário da primeira vocalização (r^2= 0,009, p= 0,771, n= 12 noites de contagem).

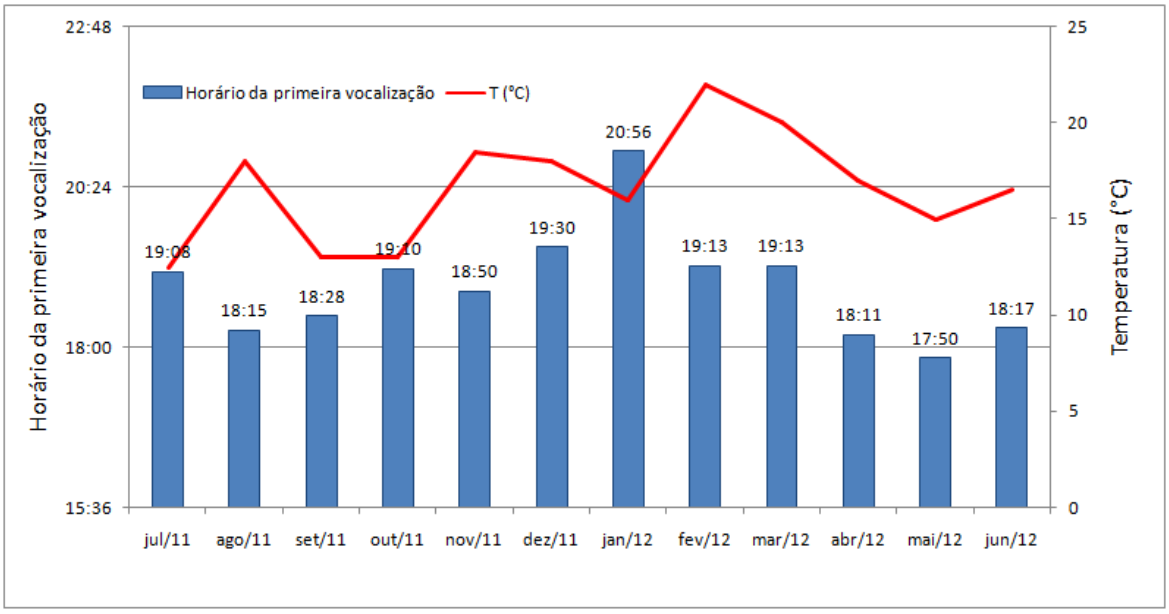


Figura 9: Horário e temperatura do ar registrados para a primeira vocalização de *Hypsiboasprasinus* no Lago do Bezzuti, Serra do Japi, Jundiaí, SP, em cada uma das noites de contagem de indivíduos ativos.

Vocalização na água

Nos meses de junho e julho de 2011 e abril, maio e junho de 2012, foram registrados indivíduos machos de *Hypsiboas prasinus* vocalizando na água em ambos os locais de estudo. Vocalizações emitidas a partir da água são perceptivelmente distintas das vocalizações emitidas a partir de poleiros vegetais ou do solo, pois o contato da água com o saco vocal faz com que o som pareça mais grave e abafado.

As vocalizações desses indivíduos foram gravadas e as temperaturas do ar e da água nas ocasiões em que esse comportamento era observado foram registradas, conforme a Tabela 2. Os parâmetros físicos das vocalizações emitidas a partir da água foram organizados na Tabela 3.

A dificuldade de se capturar indivíduos flutuando na água impossibilitou a identificação dos animais na maioria das vezes, de modo que os avistamentos listados não podem ser tratados com certeza como indivíduos distintos. Assim sendo, as ocorrências de vocalização na água são consideradas dados estatisticamente dependentes.

Tabela 2: Temperaturas do ar e da água registradas a cada avistamento de indivíduos de *Hypsiboas prasinus* vocalizando na água na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Data	T água (°C)	T ar (°C)	Local
12/06/2011	12	10	Lago do Bezzuti
13/06/2011	14	11,5	Sítio do Cidinho
14/06/2011	13	12	Lago do Bezzuti
15/06/2011	13,5	11	Lago do Bezzuti
11/07/2011	15	16	Lago do Bezzuti
12/07/2011	15	15	Lago do Bezzuti
22/04/2012	17,5	14,5	Lago do Bezzuti
23/05/2012	16	15,5	Lago do Bezzuti
26/05/2012	15,5	12	Lago do Bezzuti
14/06/2012	16	15	Lago do Bezzuti
15/06/2012	16	15	Lago do Bezzuti

A temperatura da água foi, em média, 1,45°C maior do que a do ar, sendo esta diferença estatisticamente significativa (teste t para amostras dependentes, t= 3,525, p= 0,005).

Tabela 3: Médias e desvios-padrões dos parâmetros físicos das vocalizações de *Hypsiboas prasinus* emitidas por machos parcialmente submersos na água (N= 8 indivíduos). Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Parâmetros		Tipos de Notas				
Nota		**Canto A (N = 44 cantos)**	**Canto B de 4 notas (N= 26 cantos)**	**Canto B de 5 notas (N= 15 cantos)**	**Canto C (N= 2 cantos)**	**Canto D (N= 6 cantos)**
1	**Duração (s)**	0,045 ± 0,011	0,028 ± 0,016	0,027 ± 0,008	0,055 ± 0,005	0,667 ± 0,112
	Frequência dominante (Hz)	1314,60 ± 175,06	1350,97 ± 98,37	1399,91 ± 76,03	1098,61 ± 14,53	1323,02 ± 151,58
	N° de pulsos	11,27 ± 4,08	3,46 ± 1,39	3,40 ± 1,06	17,50 ± 0,71	51,83 ± 9,83
	Intervalo até a nota 2 (s)	0,070 ± 0,013	0,050 ± 0,010	0,033 ± 0,009	0,084 ± 0,003	
2	**Duração (s)**	0,068 ± 0,011	0,040 ± 0,010	0,040 ± 0,006	0,097 ± 0,001	
	Frequência dominante (Hz)	1271,55 ± 204,88	1334,99 ± 144,12	1352,16 ± 49,79	1141,31 ± 31,26	
	N° de pulsos	16,93 ± 3,96	7,62 ± 2,08	8,27 ± 1,44	25,50 ± 0,71	
	Intervalo até a nota 3 (s)	0,067 ± 0,013	0,059 ± 0,009	0,049 ± 0,009		
3	**Duração (s)**	0,097 ± 0,020	0,066 ± 0,009	0,055 ± 0,013		
	Frequência dominante (Hz)	1323,96 ± 196,61	1337,10 ± 152,63	1268,08 ± 204,44		
	N° de pulsos	23,68 ± 4,72	13,85 ± 2,80	12,33 ± 3,66		
	Intervalo até a nota 4 (s)		0,063 ± 0,014	0,066 ± 0,011		
4	**Duração (s)**		0,104 ± 0,021	0,073 ± 0,009		
	Frequência dominante (Hz)		1310,06 ± 241,60	1401,89 ± 41,18		
	N° de pulsos		22,50 ± 5,63	17,00 ± 2,24		
	Intervalo até a nota 5 (s)			0,077 ± 0,008		
5	**Duração (s)**			0,081 ± 0,009		
	Frequência dominante (Hz)			1451,16 ± 31,44		
	N° de pulsos			19,67 ± 2,87		

Os valores dos parâmetros físicos das notas emitidas na água foram comparados com os das notas emitidas em poleiros usuais através de um Teste t para amostras dependentes. Os resultados das comparações para as notas analisadas foram organizados nas tabelas 4, 5,6 e 7:

Tabela 4: Resultados de Teste t para amostras dependentes comparando as médias dos parâmetros físicos das partes de Cantos A de *Hypsiboas prasinus* emitidas na água e em poleiros fora da água, na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Canto A

	Média na água	Média fora da água	t	p
Duração nota1	0,045 ±0,011	0,047 ± 0,013	0,628	0,533
Frequência dominante nota 1	1314,60 ±175,06	1544,83 ± 157,16	8,853	0,000
N° de pulsos nota 1	11,27 ±4,08	12,35 ± 4,57	3,902	0,000
Intervalo até nota 2	0,070 ±0,013	0,060 ± 0,015	-3,387	0,002
Duração nota 2	0,068 ±0,011	0,062 ± 0,009	-5,695	0,000
Frequência dominante nota 2	1271,55 ±204,88	1627,08 ± 191,87	12,387	0,000
N° de pulsos nota 2	16,93 ±3,96	13,99 ± 3,02	-4,476	0,000
Intervalo até nota 3	0,067 ±0,013	0,050 ± 0,010	-6,994	0,000
Duração nota 3	0,097 ±0,020	0,086 ± 0,017	-5,398	0,000
Frequência dominante nota 3	1323,96 ±196,61	1634,22 ± 260,43	9,705	0,000
N° de pulso nota 3	23,68 ±4,72	20,85 ± 4,18	-5,623	0,000

Tabela 5: Resultados de Teste t para amostras dependentes comparando as médias dos parâmetros físicos das partes de Cantos B de quatro notas de *Hypsiboas prasinus* emitidas na água e em poleiros fora da água, na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Canto B de 4 notas

	Média na água	Média fora da água	t	p
Duração nota 1	0,028 ±0,016	0,025 ± 0,009	-1,499	0,146
Frequência dominante nota 1	1350,97 ±98,37	1576,89 ± 174,67	12,469	0,000
N° de pulsos nota 1	3,46 ±1,39	4,08 ± 2,13	-0,245	0,808
Intervalo até nota 2	0,050 ±0,010	0,034 ±0,008	-7,490	0,000
Duração nota 2	0,040 ±0,010	0,035 ± 0,013	-3,447	0,002
Frequência dominante nota 2	1334,99 ±144,12	1606,42 ± 155,36	14,996	0,000
N° de pulsos nota 2	7,62 ±2,08	6,74 ± 3,44	-4,663	0,000
Intervalo até nota 3	0,059 ±0,009	0,039 ± 0,010	-8,958	0,000
Duração nota 3	0,066 ±0,009	0,057 ± 0,012	-7,690	0,000
Frequência dominante nota 3	1337,10 ±152,63	1639,93 ± 148,40	10,824	0,000
N° de pulso nota 3	13,85 ±2,80	12,24 ± 2,81	-7,559	0,000
Intervalo até nota 4	0,063 ±0,014	0,043 ± 0,008	-6,657	0,000
Duração nota 4	0,104 ±0,021	0,082 ± 0,055	-0,954	0,349
Frequência dominante nota 4	1310,06 ±241,60	1686,96 ± 175,90	11,251	0,000
N° de pulsos nota 4	22,50 ±5,63	17,62 ± 4,24	-7,245	0,000

Tabela 6: Resultados de Teste t para amostras dependentes comparando as médias dos parâmetros físicos das partes de Cantos B de cinco notas de *Hypsiboas prasinus* emitidas na água e em poleiros fora da água, na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Canto B de 5 notas

	Média na água	Média fora da água	t	p
Duração nota 1	0,027 ±0,008	0,022 ±0,007	-3,961	0,001
Frequência dominante nota 1	1399,91 ±76,03	1519,96 ± 185,83	2,499	0,0026
N° de pulsos nota 1	3,40 ±1,06	2,94 ± 1,04	-1,718	0,108
Intervalo até nota 2	0,033 ±0,009	0,025 ± 0,008	-1,045	0,314
Duração nota 2	0,040 ±0,006	0,036 ± 0,012	-6,267	0,000
Frequência dominante nota 2	1352,16 ±49,79	1575,21 ± 107,64	6,060	0,000
N° de pulsos nota 2	8,27 ±1,44	6,12 ± 2,01	-7,170	0,000
Intervalo até nota 3	0,049 ±0,009	0,037 ± 0,007	-9,220	0,000
Duração nota 3	0,055 ±0,013	0,049 ± 0,013	-2,332	0,035
Frequência dominante nota 3	1268,08 ±204,44	1593,59 ± 139,41	4,798	0,000
N° de pulso nota 3	12,33 ±3,66	9,15 ± 3,34	-2,411	0,030
Intervalo até nota 4	0,066 ±0,011	0,042 ± 0,008	-13,625	0,000
Duração nota 4	0,073 ±0,009	0,058 ± 0,012	-5,896	0,000
Frequência dominante nota 4	1401,89 ±41,18	1660,45 ± 124,45	6,841	0,000
N° de pulsos nota 4	17,00 ±2,24	11,41 ± 3,43	-5,174	0,000
Intervalo até nota 5	0,077 ±0,008	0,046 ± 0,007	-18,598	0,000
Duração nota 5	0,081 ±0,009	0,078 ± 0,021	-3,794	0,002
Frequência dominante nota 5	1451,16 ±31,44	1669,29 ± 166,41	5,209	0,000
N° pulsos nota 5	19,67 ±2,87	15,79 ± 3,52	-4,725	0,000

Tabela 7: Resultados de Teste t para amostras dependentes comparando as médias dos parâmetros físicos das partes de Cantos D de *Hypsiboas prasinus* emitidas na água e em poleiros fora da água, na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Canto D

	Média na água	Média fora da água	t	p
Duração	0,667 ±0,112	0,446 ± 0,191	-1,792	0,133
Frequência dominante	1323,02 ±151,58	1535,07 ± 127,09	3,049	0,028
N° de pulsos	51,83 ±9,83	34,71 ± 15,34	-0,788	0,467

A comparação entre as vocalizações emitidas na água e fora da água comprova o que pode ser percebido auditivamente, mostrando que as vocalizações emitidas na água são de fato mais graves (menor frequência dominante) do que aquelas emitidas fora da água.

As partes das notas emitidas na água também apresentaram uma duração ligeiramente maior, sendo essa diferença estatisticamente significativa na maioria dos casos, excetuando-se a nota 1 do canto A, as notas 1 e 4 do canto B de quatro notas e a única nota do canto D, onde as durações foram maiores na água, mas a diferença não foi estatisticamente significativa. Os cantos emitidos na água também apresentaram um intervalo entre notas significativamente maior do que os cantos emitidas fora da água, excetuando-se o intervalo entre as notas 1 e 2 do canto B de cinco partes, onde essa diferença não foi estatisticamente significativa.

O número de pulsos por nota também foi, no geral, significativamente maior para as vocalizações emitidas na água, excetuando-se a nota 1 do canto A, onde o número de pulsos foi significativamente maior para as notas emitidas fora da água, a nota 1 do canto B de quatro partes, onde o número de pulsos foi maior para notas emitidas no ar, mas a diferença não foi estatisticamente significativa e a nota 1 do canto B de cinco partes, onde o número de pulsos foi maior para notas emitidas na água, mas sem significância estatística.

Os cantos C não foram comparadas estatisticamente, pois o número de registros desses cantos emitidas na água foi insuficiente para permitir tal comparação (somente duas notas gravadas).

DISCUSSÃO

Apesar de ser um animal comum, não se tem conhecimento de publicações com descrições pormenorizadas dos parâmetros físicos das vocalizações de *H. prasinus*. A variedade de vocalizações encontrada indica um comportamento complexo de comunicação acústica, onde cantos distintos são utilizadas preferencialmente em diferentes contextos sociais. O repertório vocal dessa espécie aparentemente faz parte de uma gradação de agressividade (BEE e PERRILL, 1996; KADADEVARU e KANAMADI, 2001; TOLEDO *et al*., 2007). Repertórios vocais de complexidade similar foram encontrados para outras espécies, como, por exemplo, *Lithobates clamitans* (WELLS, 1978), *Scinax fuscomarginatus* (TOLEDO e HADDAD, 2005), *Aplastodiscus leucopygius* e *A. arildae* (ZINA e HADDAD, 2006). Segundo Rand e Ryan (1981), a capacidade de produzir cantos complexos pode ser vantajosa por aumentar a chance de atrair fêmeas, enquanto que cantos menos complexos diminuem a detectabilidade do animal por predadores auditivamente orientados.

Embora as vocalizações indiquem um comportamento vocal complexo em *H. prasinus*, os cantos A, B e C são distintos entre si apenas pelo número de notas que os compõe, duração dessas notas e estado de excitação com que são emitidos. O restante de suas características espectrais é praticamente indistinto. O canto D, utilizado em contextos agonísticos, é o único com características espectrais próprias, sendo mais longo e de sonoridade mais trinada, dado o espaçamento de seus pulsos no início da nota.

Os dados obtidos mostram que *Hypsiboas prasinus* apresentou atividade de vocalização ao longo de todo ciclo anual, conforme documentado por outros autores (HADDAD, 1991; BERTOLUCI, 1998; BERTOLUCI e RODRIGUES, 2002). Houve uma concentração estatisticamente significativa de indivíduos vocalizando por volta do mês de julho, apesar deste mês ter apresentado um número de animais vocalizando menor do que o esperado com base na atividade de vocalização registrada para abril, maio, junho e agosto. A concentração da atividade de vocalização no mês de julho condiz com o que foi encontrado por Haddad (1991).

Lucas *et al.*(1996) propuseram um modelo para o comportamento de coro de machos vocalizadores e satélites como um jogo estocástico dinâmico. Neste modelo, o custo energético da vocalização seria o principal determinante da decisão do macho de participar ou não do coro a cada noite da estação reprodutiva e se essa participação seria como macho vocalizador ou satélite. O modelo prediz que se a população não adota a estratégia de macho satélite, os machos irão se incorporar ao coro em ondas, de modo que o coro seria numeroso em uma sequência de noites e inexistente em outra, mesmo que as condições ambientais sejam favoráveis. Isso ocorreria porque os machos que gastaram muita energia vocalizando teriam que se ausentar do coro para recuperar as reservas energéticas por meio de forrageio. A ausência temporária desses machos diminuiria os benefícios dependentes de densidade (como diminuição do risco de predação e aumento da taxa de chegada de fêmeas) para os machos restantes no coro, estimulando-os a interromper a atividade de vocalização mesmo que ainda tenham reservas energéticas suficientes e as condições ambientais sejam propícias para a continuidade do coro (LUCAS *et al.*, 1996).

Quando a população apresenta comportamento de macho satélite, o modelo prediz que os machos continuam se incorporando ao coro em ondas, porém, os mais jovens, com menor tamanho corpóreo, adotariam a estratégia de machos satélites no início da estação reprodutiva. Os mais velhos persistiriam na atividade de vocalização mesmo gastando mais energia do que os machos jovens; entretanto, experimentariam um decréscimo nos benefícios dependentes de densidade, pois o número total de machos vocalizadores diminuiria após o início da estação

reprodutiva. Além disso, a atuação dos machos jovens como satélites diminuiria a disponibilidade de fêmeas por macho vocalizador, já que satélites podem interceptar fêmeas atraídas por machos vocalizadores (LUCAS *et al.*, 1996).

O padrão de atividade verificado para *Hypsiboas prasinus* é condizente com o modelo de Lucas *et al.*(1996) para machos satélites. *Hypsiboas prasinus* é um animal de padrão de reprodução prolongado, ativo durante todo o ciclo anual, o que favorece a ocorrência do comportamento de machos satélites. Foram feitas observações de machos silenciosos muito próximos a machos em atividade de vocalização, que corroboram a ocorrência desse comportamento para a população estudada (HADDAD, 1991). A predição de que o coro pode ser inexistente devido ao decréscimo nos benefícios dependentes de densidade poderia ser uma explicação para as diminuições inesperadas na intensidade do coro, mesmo com temperaturas favoráveis.

Green (1990) observou, para *Engystomops pustulosus*, que a atividade de coro ocorre ao longo de toda a estação reprodutiva; entretanto, cada indivíduo se ausenta por várias noites, fazendo com que os machos se alternem. Segundo este autor, a ausência desses indivíduos não foi correlacionada com a recuperação pela liberação de esperma, necessidade de forrageio ou mudança de sítio de vocalização para outras poças. O risco de predação foi proposto como o principal determinante da alternância entre machos de *E. pustulosus* no coro. Os animais selecionavam as noites cujas condições ambientais e número de coespecíficos vocalizando proporcionavam as maiores probabilidades de sucesso reprodutivo aliadas ao menor risco de predação. Foi hipotetizado que a alternância entre os machos de *E. pustulosus* diminui os riscos individuais de predação, favorecendo a permanência de um coro numeroso ao longo de toda a estação reprodutiva (GREEN, 1990).

A coleta de dados como distribuição espacial e experimentos comportamentais, forneceu indícios de que um mesmo indivíduo pode vocalizar por pelo menos três a cinco noites consecutivas. Contudo, determinar o tempo de permanência individual no coro não era o objetivo deste trabalho, logo, não foram coletados dados que permitam afirmar com certeza o número de noites consecutivas em que cada animal vocaliza ou se ausenta do coro. A hipótese da predação atuando sobre a dinâmica do coro parece plausível, dada a presença de mamíferos, aves, répteis e artrópodes que poderiam predar anuros no local de estudo. A atuação desses predadores pode explicar o fato de alguns indivíduos não serem mais encontrados alguns meses após sua marcação.

O número máximo de animais vocalizando simultaneamente registrado durante as contagens foi de apenas oito indivíduos, muito inferior aos coros registrados na Serra do Japi

por Haddad (1991), formados por até 100 indivíduos e por Kiss *et al*. (2009), formados por cerca de 30 indivíduos. Certamente, o número total de indivíduos presentes nas noites de contagem era maior; entretanto, partindo-se dos padrões comportamentais sugeridos por Lucas *et al*. (1996) supõe-se que esses outros indivíduos não detectados auditivamente estivessem assumindo a postura de machos satélites ou não estivessem integrados ao coro, podendo estar escondidos em abrigos ou forrageando. Ao longo do período de observações em campo, foram registrados indivíduos em postura retraída em meio à vegetação, o que, na ausência de um macho vocalizador próximo, pode ser interpretado como um comportamento de se esconder em meio à vegetação. Não foi registrado nenhum evento de forrageamento durante as observações, embora se saiba que esses animais não abandonam o forrageio durante a atividade reprodutiva (KISS *et al.*, 2009), compensando os gastos energéticos da atividade prolongada de vocalização (SOLÉ e PELZ, 2007).

Outro fator a se considerar para explicar o número relativamente baixo de animais vocalizando é a dimensão do lago escolhido para a contagem dos indivíduos: Tratava-se de um lago artificial relativamente pequeno, com cerca de 18 metros de comprimento e 9 metros de largura. As vocalizações dos indivíduos contados eram suficientemente altas para serem ouvidas em qualquer ponto do lago, independentemente da posição do indivíduo. Segundo Brush e Narins (1989), quanto maior o número de machos em um coro, maior a probabilidade de que as notas emitidas por um indivíduo se sobreponham com as notas de seus vizinhos, de modo que há um limite máximo para o número de indivíduos que podem compor um coro sem comprometer sua performance. Assim, o número baixo de indivíduos vocalizando simultaneamente pode ser uma forma de amenizar a sobreposição e a interferência entre as vocalizações dos machos, a fim de se evitar perdas de informações úteis tanto para a atração de fêmeas quanto para a avaliação de rivais (LITTLEJOHN e MARTIN, 1969; SCHWARTZ e WELLS, 1983; SCHWARTZ, 1987; SCHWARTZ e GERHARDT, 1989; WOLLERMAN, 1999; BRIDGES e DORCAS, 2000).

Kiss *et al.* (2009) não encontraram diferença significativa entre as taxas de vocalização de *Hypsiboas prasinus* na Serra do Japi no verão e no inverno, devido à alta variação da taxa de vocalização dessa espécie ao longo do ano, fazendo com que os valores encontrados em ambas as estações se sobreponham. Isso pode explicar a ausência de uma correlação circular-linear significativa entre os meses do ano e o número total de indivíduos vocalizando a cada noite de contagem no presente estudo.

Baseados em interações vocais entre os machos observados, Kiss *et al.* (2009) também propõem que a atividade de vocalização de *H. prasinus* é modulada mais pelas interações

sociais do que pelas limitações fisiológicas da espécie, fazendo com que sua atividade não seja restrita a faixas específicas de temperatura. Segundo Haddad (1991), *H. prasinus* não vocaliza a temperaturas inferiores a 11°C, entretanto, neste estudo, foram registrados indivíduos vocalizando entre 7,5°C e 10°C em junho e agosto de 2011, porém, o número de indivíduos ativos e a taxa de emissão de notas eram muito inferiores aos percebidos para temperaturas maiores, podendo haver um intervalo de minutos entre notas consecutivas. A influência das interações comportamentais sobre a atividade de vocalização dos machos de anuros já havia sido verificada, por exemplo, por Lüdecke *et al*. (2000), que encontraram uma correlação significativa entre o número de machos em atividade de vocalização e o número de notas emitidas ao longo de um ciclo de 24 horas em uma comunidade de anuros num ambiente de altitude na Colômbia.

No presente trabalho, não foi encontrada correlação significativa entre o horário da primeira vocalização e a respectiva temperatura do ar, o que condiz com a independência do comportamento de vocalização em relação à temperatura. Foi observado também que o número de animais vocalizando teve uma correlação maior com o horário do que com a temperatura, sendo que a correlação parcial com a temperatura do ar não foi estatisticamente significativa. Esses resultados também corroboram a mencionada modulação da atividade de vocalização em função das interações comportamentais em vez da temperatura. A temperatura do ar não apresentou correlação significativa com os horários dos intervalos de contagem, de modo que o aumento do número de indivíduos vocalizando, verificado geralmente entre 21:00 e 23:30, pode ser decorrente do tempo de influência das vocalizações dos indivíduos iniciadores do coro sobre os outros machos presentes com reservas energéticas suficientes para se integrar ao coro.

Apesar da atividade de vocalização de *H. prasinus* ser pouco dependente da temperatura, foi observado que, em noites nas quais a temperatura do ar era baixa (de 10°C a 16°C), alguns dos animais vocalizavam flutuando na superfície da água, o que era muito raro em noites mais quentes, quando a maior parte dos animais vocalizava na vegetação marginal do lago e alguns diretamente sobre o solo. Vocalizar na água alterou significativamente os parâmetros físicos das vocalizações, diminuindo a frequência dominante e aumentando a duração das notas. Habitats aquáticos, principalmente poças permanentes, apresentam temperaturas mais estáveis do que habitats terrestres e, tratando-se de animais ectotérmicos, anuros podem se beneficiar do contato com a água para manter uma temperatura corpórea moderada durante a noite (NAVAS, 1996). Para anuros que vocalizam na água, a temperatura da água é o melhor preditor da temperatura corpórea do animal, já que a troca de calor entre o

corpo do anuro é a água é mais rápida do que entre o corpo do anuro e o ar (FOUQUETTE Jr., 1980). *Lithobates catesbeianus*, por exemplo, realiza movimentos diários para dentro e para fora da água como forma de termorregulação comportamental, sendo que os indivíduos aproximam-se do centro da poça nas horas mais frias do dia e afastam-se dela, ocupando habitats terrestres, conforme a temperatura aumenta ao longo do dia (LILLYWHITE, 1970).

A temperatura pode afetar as propriedades físicas das vocalizações de anuros, o que pode influenciar a escolha do macho pela fêmea, caso a espécie faça uso desses parâmetros acústicos para sinalizar características do macho, como o tamanho corpóreo (GERHARDT, 1978; FAIRCHILD, 1981). Machos de *Anaxyrus woodhousii* podem se beneficiar de temperaturas mais baixas para alterar características de suas vocalizações, diminuindo a frequência dominante e a taxa de pulsos por nota e aumentando a duração das notas, de modo a sinalizar um tamanho corpóreo maior do que o verdadeiro, o que os torna mais atrativos para as fêmeas (FAIRCHILD, 1981). Gerhardt (1978) mostrou que fêmeas de *Hyla versicolor* preferem machos cujas vocalizações indiquem temperaturas corpóreas similares às suas, o que seria um mecanismo de reconhecimento intraespecífico. As alterações nas propriedades físicas das vocalizações de *H. prasinus* vocalizando na água podem ter sido causadas pela pressão da água sobre a porção ventral do saco vocal inflado, devido à postura parcialmente submersa desses animais.

Anuros tropicais de altitude são animais euritérmicos, capazes de manter a atividade de vocalização em uma faixa de temperatura mais ampla do que espécies aparentadas de regiões mais baixas (NAVAS, 1996). *H. prasinus*, embora seja uma espécie de altitudes moderadas, possui características fisiológicas que permitem que sua atividade de vocalização seja modulada mais pelas interações comportamentais entre os indivíduos do que pela temperatura (KISS *et al*., 2009). Embora a termorregulação não possa ser descartada como explicação para a vocalização na água, é pouco provável essa seja a única explicação para este comportamento. Eventos de vocalização na água ocorreram nos meses de abril, maio, junho e julho. Esses meses coincidem com um pico na atividade de vocalização dos machos, verificado tanto neste trabalho quanto por Haddad (1991). Esses meses também são caracterizados pela menor incidência de chuvas, de modo que vocalizar a partir da água pode ser uma forma de evitar a dessecação durante a estação seca.

BIBLIOGRAFIA

BEE, M. A.; PERRILL, S. A. Response to conspecific advertisement calls in the green frog (*Rana clamitans*) and their role in male-male communication. **Behaviour**. v. 133, n. 3, p. 283-301. 1996.

BERTOLUCI, J. Annual patterns of breeding activity in Atlantic rainforest anurans. **Journal of Herpetology**. v. 32, n. 4, p. 607-611. 1998.

BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic Rainforest anurans at Boracéia, Southeastern Brazil. **Amphibia-Reptilia**. v. 23, p. 161-167. 2002.

BRIDGES, A. S.; DORCAS, M. E. Temporal variation in anuran calling behavior: Implications for surveys and monitoring programs. **Copeia**. v. 2000, n. 2, p. 587-592. 2000.

BRUSH, J. S.; NARINS, P. M. Chorus dynamics of a neotropical amphibian assemblage: Comparison of computer simulation and natural behaviour. **Animal Behaviour**. v. 37, p. 33-44, 1989.

FAIRCHILD, L. Mate selection and behavioral thermoregulation in Fowler's toads. **Science**. v. 212, n. 2, p. 950-951. 1981.

FOUQUETTE Jr., M. J. Effect of environmental temperatures on body temperature of aquatic-calling anurans. **Journal of Herpetology**. v. 14, n. 4, p. 347-352. 1980.

GERHARDT, H. C. Temperature coupling in the vocal communication system of the gray tree frog, *Hyla versicolor*. **Science**. v. 199, n. 3, p. 992-994. 1978.

GREEN, A. J. Determinants of chorus participation and the effects of size, weight and competition on advertisement calling in the tungara frog, *Physalaemus pustulosus* (Leptodactylidae). **Animal Behaviour**. v. 39, p. 620-638. 1990.

HADDAD, C. F. B. Ecologia reprodutiva de uma comunidade de anfíbios anuros na Serra do Japi, Sudeste do Brasil. 1991a. 154 f. Tese (Doutorado em Biologia,Área de Ecologia). Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas.

KADADEVARU, G. G.; KANAMADI, R. D. Vocal interactions, territoriality and fighting behaviour of the rhacophorid frog, *Philautus variabilis* (Gunther, 1858). **Current Science**. v. 80, n. 2, p. 1486-1488. 2001.

KISS, A. C. I.; CARVALHO, J. E.; NAVAS, C. A.; GOMES, F. R. Seasonal metabolic changes in a year-round reproductively active subtropical tree-frog (*Hypsiboas*

prasinus). **Comparative Biochemistry and Physiology**. Part A. v. 152, p. 182-188. 2009.

LILLYWHITE, H. B. Behavioral temperature regulation in the bullfrog, *Rana catesbeiana*. **Copeia**. v. 1970, n. 1, p. 158-168. 1970.

LITTLEJOHN, M. J.; MARTIN, A. A. Acoustic interactions between two species of leptodactylid frogs. **Animal behaviour**. v. 17, p. 785-791. 1969.

LOPEZ, P. T.; NARINS, P. M.; LEWIS, E. R.; MOORE, S. W. Acoustically induced call modification in the white-lipped frog, *Leptodactylus albilabris*. **Animal Behaviour**. v. 36, p. 1295-1308. 1988.

LUCAS, J. R.; HOWARD, R. D.; PALMER, J. G. Callers and satellites: Chorus behavior in anurans as a stochastic dynamic game. **Animal Behaviour**. v. 51, p. 501-518. 1996.

LÜDECKE, H.; AMÉZQUITA, A.; BERNAL, X.; GUZMÁN, F. Partitioning of vocal activity in a neotropical highland-frog community. **Studies on Neotropical Fauna and Enviroment**. v. 35, n. 3, p. 185-194. 2000.

NAVAS, C. A. Implications of microhabitat selection and patterns of activity on the thermal ecology of high elevation neotropical anurans. **Oecologia**. v. 108, p. 617-626. 1996.

RAND, A. S.; RYAN, M. The adaptative significance of a complex vocal repertoire in a neotropical frog. **Zeitschrift fur tierpsychologie**. v. 57, p. 209-214. 1981.

ROBERTSON, J. G. M. Male territoriality, fighting and assessment of fighting ability in the Australian frog *Uperoleia rugosa*. **Animal Behaviour**. v. 34, p. 763-772. 1986.

ROSE, G. J.; BRENOWITZ, E. A. Plasticity of aggressive thresholds in *Hyla regilla*: Discrete accommodation to encounter calls. **Animal Behaviour**. v. 53, p. 353-361. 1997.

SCHWARTZ, J. J. The function of call alternation in anuran amphibians: A test of three hypotheses. **Evolution**. v. 41, n. 3, p. 461-471. 1987.

SCHWARTZ, J. J.; GERHARDT, C. Spatially mediated release from auditory masking in an anuran amphibian. **Journal of Comparative Physiology A**. v. 166, p. 37-41. 1989.

SCHWARTZ, J. J.; WELLS, K. D. An experimental study of acoustic interference between two species of Neotropical treefrogs. **Animal Behaviour**. v. 31, p. 181-190. 1983.

SOLÉ, M.; PELZ, B. Do male tree frogs feed during the breeding season? Stomach flushing of five syntopichylid species in Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Natural History**. v. 41, p. 2757-2763. 2007.

TOLEDO, L. F.; ARAÚJO, O. G. S.; GUIMARÃES, L. D.; LINGNAU, R.; HADDAD, C. F. B. Visual and acoustic signaling in three species of Brazilian nocturnal tree frogs. **Phyllomedusa**. v. 6, n. 1, p. 61-68. 2007.

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

WELLS, K. D. Territoriality in the Green frog (*Rana clamitans*): Vocalizations and agonistic behaviour. **Animal Behaviour**. v. 26, p. 1051-1063. 1978.

WELLS, K. D. The social behaviour of anuran amphibians. **Animal Behaviour**. v. 25, p. 666-693. 1977.

WOLLERMAN, L. Acoustic interference limits call detection in a Neotropical frog, *Hyla ebraccata*. **Animal Behaviour**. v. 57, p. 529-536. 1999.

ZINA, J.; HADDAD, C. F. B. Acoustic repertoire of *Aplastodiscus arildae* and *A. leucopygius* (Anura: Hylidae) in Serra do Japi, Brazil. **South American Journal of Herpetology**. v. 1, n.3, p. 227-236. 2006.

CAPÍTULO II

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E FIDELIDADE AO SÍTIO DE VOCALIZAÇÃO EM *HYPSIBOAS PRASINUS*EM UM LAGO ARTIFICIAL NA SERRA DO JAPI, JUNDIAÍ, SÃO PAULO

RESUMO

Alguns anuros apresentam fidelidade aos sítios que ocupam, o que pode lhes proporcionar vantagens na obtenção de recursos, como parceiros reprodutivos, alimentos e rotas de fuga contra predadores. Machos de *Hypsiboas prasinus* apresentam comportamento territorial, defendendo seus sítios de vocalização através de vocalizações e, eventualmente, combates físicos. Há, portanto uma variação individual na capacidade de manter a posição no lago ao longo do tempo, que influi na distribuição espacial dos machos competidores. O padrão de distribuição espacial de *H. prasinus* foi estudado em um lago artificial vizinho à Base Ecológica da Serra do Japi, adotando-se um sistema de coordenadas cartesianas, que permitia o registro da posição de todos os indivíduos encontrados a cada noite. O conjunto de dados de posições foi analisado por meio de mínimos polígonos convexos (mcp) para o cálculo das áreas de vida individuais. Houve preferência por posições em meio à vegetação marginal, muito próximas à superfície da água, com grande variação individual entre as extensões das áreas de vida. Não foram encontradas correlações significativas entre área de vida e massa corpórea ou comprimento rostro-cloacal. Sugere-se interações comportamentais intraespecíficas e variações temporais na disponibilidade de recursos para explicar o padrão de distribuição espacial encontrado

Palavras-chave: territorialidade. mínimos polígonos convexos. distribuição espacial. fidelidade ao sítio.

ABSTRACT

Some anuran species show site fidelity, which is advantageous in acquiring resources, such as reproductive partners, food items and escape routes from predators. Male *Hypsiboas prasinus* exhibit territorial behavior, defending calling sites by vocalizations and eventually physical combats. Therefore, there is an interindividual variation in the ability to maintain one's position in the pond, which influences the spatial distribution of competing males. The spatial distribution pattern of *H. prasinus* was studied in an artificial lake, near the Serra do Japi Ecological Base, by using a Cartesian coordinate system to record the positions of each individual found every night. The positions dataset was analyzed by Minimum Convex Polygon (mcp) in order to calculate individual home range. Animals showed preference for positions within the marginal vegetation, close to the water surface and the extent of home ranges was highly variable among individuals. No significant correlations were found between home range and body mass or snout-vent length. Intraspecific behavioral interactions and seasonal resource availability are suggested to explain the spatial distribution pattern found.

Keywords: territoriality. minimum convex polygon. spatial distribution. site fidelity

INTRODUÇÃO

A permanência de um animal em determinado sítio ou território proporciona vantagens ao seu ocupante, como disponibilidade de alimentos, facilidade em conseguir parceiros reprodutivos, abrigos, ou rotas de fuga contra predadores (CRUMP, 1986; NARVAES e RODRIGUES, 2005; RA e*t al.*, 2008;). Alguns autores tem documentado que determinadas espécies de anuros apresentam fidelidade aos seus sítios de vocalização e reprodução ao longo do tempo, sendo também capazes de se orientarem no espaço e retornar a essas áreas preferenciais após períodos de afastamento (MARTOF, 1953; CRUMP, 1986; NARVAES e RODRIGUES, 2005).

Hypsiboas prasinus apresenta comportamento territorial (HADDAD, 1991), tendo em vista que ocupa e defende sítios definidos e razoavelmente constantes ao longo do tempo (BROWN e ORIANS, 1970). Esses sítios são utilizados principalmente para vocalização e, eventualmente, como abrigo e geralmente se localizam em vegetação herbácea ou arbustiva próximos à margem do lago ou (BERTOLUCCI e RODRIGUES, 2002; ZINA *et al.*, 2007) diretamente sobre a água.

O comportamento territorial de *H. prasinus* provavelmente influencia a distribuição espacial dos machos dessa espécie no lago que ocupam, haja visto que a emissão de vocalizações de anúncio e territoriais é responsável pelo espaçamento interindividual em muitas espécies de anuros (WELLS, 1977).

O padrão de distribuição espacial dos machos de *H. prasinus* em um lago ainda não é conhecido, portanto, o objetivo deste trabalho é tentar determinar as extensões de suas áreas de vida em um lago artificial, relacionando-as ao seu comportamento territorial e ao tamanho dos indivíduos, expresso por Comprimento rostro-cloacal e massa corpórea. Pretende-se também avaliar a fidelidade aos sítios ocupados apresentada pelos machos de *H. prasinus*.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo da distribuição espacial de *Hypsiboas prasinus*, foi esolhido o Lago do Bezzuti, por apresentar dimensões relativamente pequenas, acessível em quase a totalidade de suas margens e também por ser próximo à Base Ecológica, o que facilitou a logística de campo.

O lago teve suas margens sul e leste marcadas com estacas de madeira fincadas no solo, com espaçamento de 1 metro, formando duas linhas perpendiculares que delimitavam

um “grid”, respeitando-se uma distância de cerca de 1m entre cada linha de estacas e a margem da água. O ponto de encontro das linhas de estacas foi considerado como a origem de um gráfico cartesiano (0,0). Isso possibilitou o registro da posição dos indivíduos de *H. prasinus* na forma de coordenadas cartesianas, que foram utilizadas para avaliar a fidelidade ao sítio dos indivíduos marcados, calcular suas áreas de vida, e estimar tamanhos de territórios.

A posição de um indivíduo era anotada sempre que era realizada alguma observação ou manipulação. O registro da posição do indivíduo em cada noite era realizado somente uma vez, assumindo-se que mudanças de posição após a manipulação para identificação ou marcação seriam consequência do “stress” causado pelo observador e não necessariamente um processo espontâneo de mudança de sítio. Devido às condições de visibilidade em campo, a precisão adotada para o registro das posições não considerou variações inferiores a 0,10m. Posições intermediárias entre duas estacas foram consideradas como acréscimo de 0,50m ao valor das estacas correspondentes. Valores intermediários entre estacas inferiores a 0,50m somente eram anotados quando a proximidade entre o animal e uma estaca permitia com certeza afirmar um valor entre 0,40m e 0,10m.

A análise da distribuição dos animais no Lago do Bezzuti foi realizada por meio do programa R 2.6. O cálculo da área de vida foi realizado por meio de mínimos polígonos convexos (MCP), para indivíduos que foram registrados no mínimo cinco vezes, com auxílio do pacote adehabitat para R.2.6, utilizando 100% dos pontos destes indivíduos.

Para que fosse possível calcular a área de vida numa situação em que alguns indivíduos poderiam ser encontrados repetidas vezes no mesmo ponto, foi utilizado o comando de geração se sequências aleatórias a partir dos dados de coordenadas fornecidas. A sequência aleatória produzida gerou um desvio mínimo de -0,05m e um desvio máximo de 0,05m nos valores de X e Y de cada animal. Esses desvios são toleráveis para a análise da situação estudada, pois simula pequenas variações na posição do animal que ocorrem naturalmente, mas que não puderam ser consideradas devido ao método de coleta de dados utilizado em campo.

O script do R elaborado para esta análise encontra-se no Apêndice I.

RESULTADOS

Foram marcados, ao todo, 54 indivíduos machos de *Hypsiboas prasinus* no lago do Bezzuti. A maior parte dos indivíduos foi registrada em folhas e ramos de vegetação marginal

acima da água. Na Figura 1 é possível ver a distribuição dos registros de posições de todos os indivíduos ao longo do período de estudo.

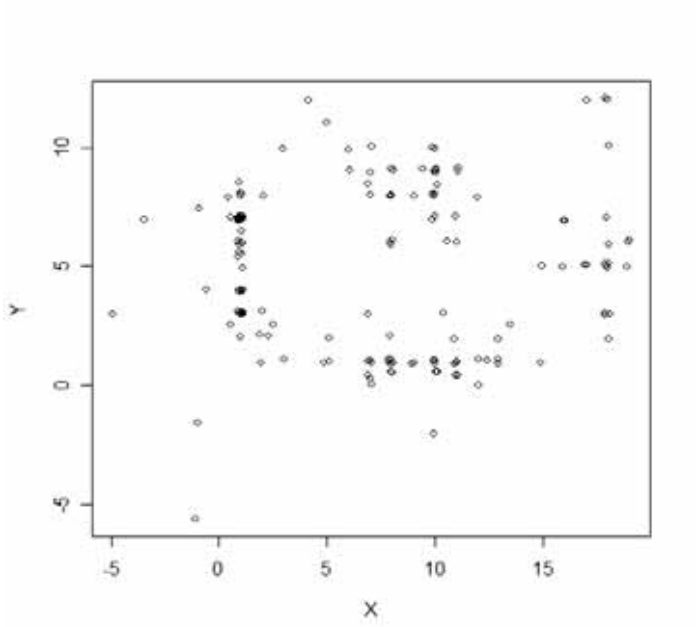


Figura 1: Distribuição geral de todos os registros de indivíduos no lago do Bezzuti, Serra do Japi, Jundiaí, SP, entre fevereiro de 2011 e junho de 2012.

Dentre os 54 indivíduos marcados no Lago do Bezzuti, foram obtidos dados suficientes de recaptura (pelo menos cinco recapturas) para calcular a área de vida de 10 indivíduos por meio de Mínimos Polígonos Convexos, conforme a Tabela 1. Os demais não foram reencontrados um número suficiente de vezes ao longo do tempo para que suas áreas de vida fossem calculadas desta forma. A distribuição dos polígonos das áreas de vida desses indivíduos encontra-se na Figura 2. Para visualização mais clara das áreas de vida individuais, ver Apêndice II.

Tabela 1: Área de vida (m^2) calculada para 10 machos de *Hypsiboas prasinus* no Lago do Bezzuti, Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Indivíduo	CRC (mm)	Massa média (g)	Área de vida (m^2)
3	42,92	5,42 ± 0,38	5,957
4	41,35	5,67 ± 0,43	4,247
5	42,92	4,61 ± 0,45	39,037
6	43,14	5,44 ± 0,42	70,175
7	45,47	5,40 ± 0,22	0,322
9	47,41	7,00 ± 0,41	39,974
12	45,38	6,58 ± 0,82	54,255
16	43,28	5,54 ± 0,38	38,589
19	49,2	8,08 ± 0,58	3,516

21	47,16	7,00 ± 0,29	1,037

Não houve correlação significativa entre a área de vida e o CRC (r^2= 0,048, p= 0,545, n= 10)ou a massa corpórea média apresentada pelos indivíduos ao longo do período de coleta de dados (r^2= 0,053, p= 0,523, n= 10).

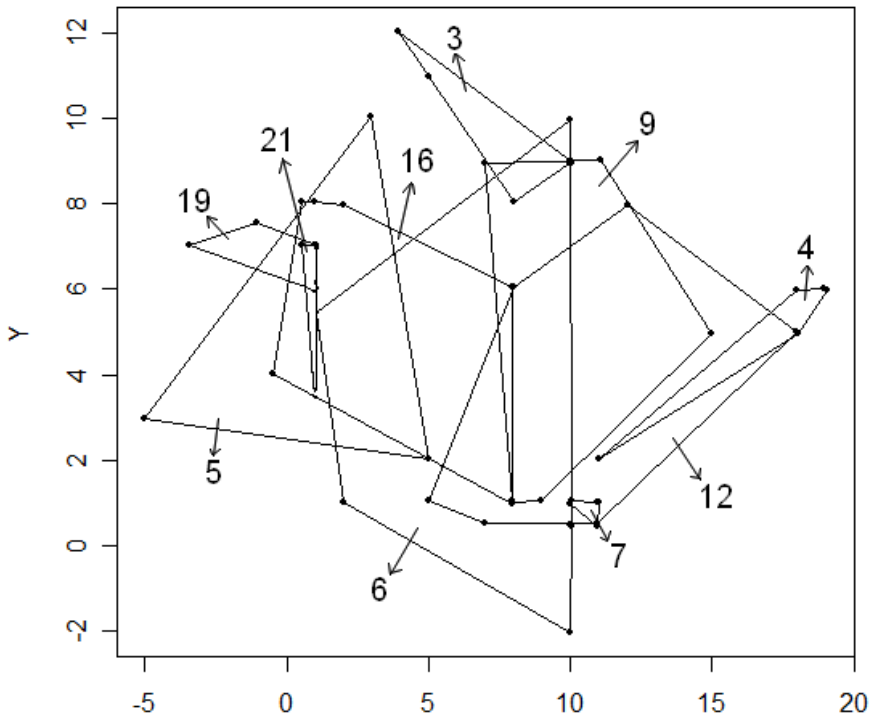


Figura 2: Sobreposição dos polígonos das áreas de vida dos machos 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 16, 19 e 21 de *Hypsiboas prasinus* no Lago do Bezzuti, Serra do Japi, Jundiaí, SP.

As áreas de vida totais calculadas correspondem às áreas totais nas quais estão compreendidos os deslocamentos de cada indivíduo entre os registros de suas posições, sendo, portanto, maiores do que as áreas efetivamente utilizadas pelos animais como sítios de vocalização e defendidas como territórios. O tempo de permanência nestas áreas menores variou de um a quatro meses, sendo o mais comum a permanência de um mês (seis dos dez indivíduos selecionados: Indivíduos 3, 4, 6, 7, 9 e 16). Houve casos em que o ocupante de uma área distanciava-se dela ou não era encontrado em determinado mês, podendo retornar à sua área preferencial no mês seguinte (Indivíduos 6, 9, 12 e 16). O indivíduo 16 foi o que mais realizou retornos à sua área preferencial: permaneceu em arbustos da margem do eixo X entre abril e maio; não foi encontrado em junho, porém, voltou a ser visto no mesmo local em julho. Afastou-se em agosto e retornou em setembro; afastou-se novamente entre o final de setembro e outubro, retornando a ela também em outubro. Não foi encontrada uma correlação

significativa entre o tempo de permanência do indivíduo em uma área e sua massa corpórea (r^2= 0,08, p= 0,43, n= 10 indivíduos) ou seu CRC (r^2= 0,104, p= 0,362, n= 10 indivíduos).

Não foi encontrada uma correlação significativa entre o número total de meses em que um animal era observado no lago e sua área de vida (r^2= 0,367, p= 0,063, n = 10 indivíduos). Entretanto, retirando-se o indivíduo 6 da análise, que apareceu como um "outlier" (área de vida equivalente a 70,175m² em três meses), a correlação torna-se significativa (r^2= 0,792, p= 0,001, n= 9 indivíduos).

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostram que os machos de *Hypsiboas prasinus* distribuem-se principalmente na vegetação em torno do lago, geralmente, mantendo-se bastante próximos à margem, tendo sido raros os animais encontrados fora do "grid" de estacas delimitado em volta do lago. Isso provavelmente indica uma preferência pela proximidade à margem.

Sabe-se que anuros podem apresentar fidelidade aos sítios ocupados, sendo capazes de retornar ao mesmo após deslocamentos, comportamento denominado "homing" (MARTOF, 1953; CRUMP, 1986; NARVAES e RODRIGUES, 2005). A permanência em uma determinada área de vida pode ser vantajosa, pois o animal pode se tornar familiarizado à estrutura do ambiente, reconhecendo mais facilmente rotas de fuga, abrigos e fontes de alimento (CRUMP, 1986; RA e*t al.*, 2008), podendo também assegurar a disponibilidade de sítios de oviposição (NARVAES e RODRIGUES, 2005). Uma variação pequena na posição dos machos poderia poupá-los de gastos energéticos com comportamentos agonísticos, pois machos podem se familiarizar também com a combinação de posição e características espectrais das vocalizações de coespecíficos próximos, tornando-se menos propensos a dirigir comportamentos agressivos aos indivíduos vizinhos (BEE e GERHARDT, 2002). Segundo Given (1988), a presença de outros machos próximos pode ser um fator determinante do estabelecimento de territórios, devido a uma preferência por ambientes com maiores números de coespecíficos em atividade de vocalização.

Foi verificada uma variação individual na capacidade de manter uma posição constante no lago. Alguns machos conseguiram ocupar sítios de vocalização pouco variáveis ao longo das noites de observação, o que resultou em áreas de vida pequenas. Áreas de vida mais extensas devem-se à movimentação mais ampla dos indivíduos ao longo das noites de observação. Roithmar (1994) encontrou uma situação similar para *Ameerega trivittata*, com áreas de vida de tamanho e forma variáveis entre indivíduos.

Brown e Orians (1970) apontam que, para que uma área seja considerada um território, ela deve ser pouco mutável ao longo do tempo e defendida pelo seu ocupante por meio de comportamentos que afastem rivais, tornando o uso da área exclusivo de seu ocupante. A distribuição espacial dos indivíduos ao longo do tempo, associada a comportamentos como a emissão de notas agressivas (notas D, descritas no Capítulo I), indicam que machos de *H. prasinus* apresentam comportamento territorial.

É possível que o tamanho da área de vida total seja inversamente proporcional à capacidade do indivíduo de defender uma fração desta área como território. Bevier *et al.* (2006) documentaram áreas de vida extensas associadas ao comportamento vagante e pouco territorial de *Lithobates septentrionalis*. Todavia, a falta de uma correlação significativa entre tamanho da área de vida e as medidas de tamanho corpóreo (CRC e massa corpórea) de *Hypsiboas prasinus* tornam pouco provável que os indivíduos de áreas mais amplas tenham necessariamente vagado mais pelo lago por perderem disputas territoriais baseadas em combates físicos, contrariamente ao que foi observado por Given (1988) para *Lithobates virgatipes*. A ausência de correlação entre tamanho dos animais e o tamanho dos territórios já foi verificada para outras espécies de anuros, como *Atelopus varius* (CRUMP, 1986), *Lithobates virgatipes* (GIVEN, 1988) *Ameerega trivittata* (ROITHMAR, 1994), *Hylodes dactylocinus* (NARVAES e RODRIGUES, 2005) e *Anaxyrus americanus* (FORESTER *et al*., 2006).

As interações comportamentais não são os únicos fatores que determinam a movimentação dentro de uma área, havendo também a influência de fatores abióticos sazonalmente variáveis, como temperatura e umidade relativa do ar (RA *et al.*, 2008). A precipitação e a umidade relativa do ar podem alterar o número de microhabitats propícios para a sobrevivência dos anuros, alterando as dimensões de suas áreas de vida (BELLIS, 1965). A estrutura da vegetação marginal também pode influenciar o posicionamento dos indivíduos (GIVEN, 1988). Martof (1953) afirma que as mudanças de uma área de vida para outra em *Lithobates clamitans* devem estar relacionadas aos objetivos individuais dos animais e não a forças externas, como interações com outros indivíduos, correnteza ou fatores ambientais, embora, neste mesmo trabalho, o autor afirme que a maior parte dos ajustes de posição de *L. clamitans* ocorreram durante chuvas, mesmo que também tenham ocorrido normalmente em dias sem precipitação.

Os dados obtidos sugerem que as áreas de vida calculadas não eram utilizadas em sua totalidade pelos machos em atividade de vocalização, tendo havido concentrações de pontos de encontro dos indivíduos em frações dessas áreas de vida, nas quais os animais

permaneceram de um a quatro meses, sendo o mais comum a permanência de apenas um mês e havendo casos de retorno à área preferencial após um período de afastamento. Assim sendo, as sobreposições encontradas entre as áreas de vida referem-se principalmente a coincidências nos trajetos percorridos pelos indivíduos ao se moverem pelo lago e não a sobreposições de territórios propriamente ditos. Donnelly (1989) também observou que havia certo grau de sobreposição de áreas de vida entre machos de *O. pumilio*, o que pode ser devido à ocorrência de machos satélite nessa espécie. Bevier *et al.* (2006) encontrou grande sobreposições entre as áreas de vida dos indivíduos marcados de *Lithobates septentrionalis*, num contexto de alta mobilidade individual e ausência de territorialidade em espaços fixos. Deste modo, a sobreposição das áreas de vida pode significar tanto a tolerância dos machos residentes a outros indivíduos quanto à coincidência dos movimentos de indivíduos ao longo de um mesmo habitat reprodutivo. Ambas as explicações parecem plausíveis para as sobreposições de áreas de vida totais de *H. prasinus*, já que foram observados machos silenciosos muito próximos (até 1 m de distância) a machos em atividade de vocalização, sem que o macho ativo parecesse dirigir comportamentos agonísticos ao macho silencioso, além do uso restrito de uma parte da área de vida total como sítio de vocalização, conforme mencionado anteriormente.

Narvaes e Rodrigues (2005) registraram períodos de permanência numa mesma área de vida para *Hylodes dactylocinus* entre um e 12 meses, sendo o mais comum para machos um período de quatro a cinco meses e para fêmeas um período de seis meses. Assim como verificado por esses autores para *Hylodes dactylocinus*, não houve correlação significativa entre massa corpórea e o tempo de permanência em uma área para os machos de *Hypsiboas prasinus*. Roithmar (1994) verificou que o período de permanência de *Ameerega trivittata* variou de duas semanas a quatro meses, tendo encontrado uma correlação positiva entre o tamanho do território e a duração da permanência do animal no território. A mesma tendência foi encontrada para *H. prasinus*, o que se torna especialmente evidente quando se exclui o "outlier" com uma área de vida de 70,175 m² em três meses, tornando a correlação entre essas duas variáveis (tempo e tamanho da área de vida) significativa. Sabe-se que quanto maior for o intervalo entre recapturas de um indivíduo, maior a probabilidade de encontrá-lo em um ponto mais distante. Isso pode ser explicado pelo fato de um intervalo maior oferecer maior probabilidade de ocorrência de eventos que motivem o animal a se mover, principalmente no caso de indivíduos que não tenham uma área de vida bem estabelecida (BELLIS, 1965).

Martof (1953) explicou alguns dos movimentos mais extensos de *Lithobates clamitans*, como trajetos até outras poças próximas, de modo a atender demandas

reprodutivas. Os dados obtidos neste trabalho para *H. prasinus* não permitem afirmar se houve trânsito de indivíduos entre lagos próximos. Contudo, levando-se em consideração que quase toda a margem do Lago do Bezzuti pareceu viável como sítio de oviposição (presença de vegetação parcialmente submersa onde a desova poderia se aderir), é possível que os movimentos mais extensos dentro do lago tenham sido uma tentativa de aumentar o sucesso reprodutivo por meio de uma mudança de posição.

A não utilização da totalidade da área de vida disponível já foi verificada por Dole e Durant (1974) para *Atelopus oxyrhynchus*, entretanto, esta espécie não apresenta comportamento territorial. Donnelly (1989) demonstrou que a área efetivamente defendida por *Oophaga pumilio* era significativamente menor do que a área de vida total desses animais, já que a defesa de todos os sítios onde são realizadas as atividades diárias seria energeticamente muito mais dispendiosa do que defender somente o local específico utilizado como sítio de vocalização.

Os casos de retorno de indivíduos às suas áreas preferenciais sugere que manter-se numa área fixa pode ser vantajoso e que machos de *H. prasinus* provavelmente são capazes de reconhecer informações do ambiente que sirvam como indicação de uma rota de retorno ao sítio original, como visto em outras espécies (e.g. BELLIS, 1965; DOLE e DURANT, 1974; CRUMP, 1986; FORESTER *et al.*, 2006).

BIBLIOGRAFIA

BEE, M. A.; GERHARDT, H. C. Individual voice recognition in a territorial frog (*Rana catesbeiana*).**Proceedings of the Royal Society**. v. 269, p. 1443-1448. 2002.

BELLIS E. D. Home range and movements of the wood frog in a northern bog. **Ecology**. v. 46, n. 1, p. 90-98. 1965.

BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. 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**. v. 42, n. 11, p. 287-297. 2002.

BEVIER, C. R.; TIERNEY, D. C.; HENDERSON, L. E.; REID, H. E. Chorus attendance and site fidelity in the mink frog, *Rana septentrionalis*: Are males territorial? **Journal of Herpetology**. v. 40, n. 2, p. 160-164. 2006.

BROWN, J. L.; ORIANS, G. H., Spacing patterns in mobile animals.**Annual Review of Ecology and Systematics**. v. 1, p. 239-262. 1970.

CRUMP, M. L. Homing an site fidelity in a Neotropical frog, *Atelopus varius* (Bufonidae). **Copeia**, v. 1986, n. 2, p. 438-444. 1986.

DOLE, J. W.; DURANT, P. Movements and seasonal activity of *Atelopus oxyrhynchus* (Anura: Atelopodidae) in a Venezuelan cloud forest. **Copeia**. v. 1974, n. 1, p. 230-235. 1974.

DONNELLY, M. A. Effects of reproductive resources supplementation on space-use patterns in *Dendrobates pumilio*. **Oecologia**. v. 1989, n. 81, p. 212-218. 1989.

FORESTER, D. C.; SNODGRASS, J. W.; MARSALEK, K.; LANHAM, Z. Post-breeding dispersal and summer home range of female American toads (*Bufoamericanus*). **NortheasternNaturalist**. v. 13, n. 1, p. 59-72. 2006.

GIVEN, M. F. Territoriality and aggressive interactions of male carpenter frogs, *Rana virgatipes*.**Copeia**. v. 1988, n. 2, p. 411-421. 1988.

HADDAD, C. F. B. Ecologia reprodutiva de uma comunidade de anfíbios anuros na Serra do Japi, Sudeste do Brasil. 1991. 154 f. Tese (Doutorado em Biologia, Área de Ecologia). Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas.

MARTOF, B. Home range and movements of the green frog, *Rana clamitans*.**Ecology**. v. 34, n. 3, p. 529-543. 1953.

NARVAES, P.; RODRIGUES, M. T. Visual communication, reproductive behavior, and home range of *Hylodes dactylocinus* (Anura: Leptodactylidae). **Phyllomedusa**. v. 4, n.2, p. 147-158. 2005.

RA, N.Y; SUNG, H.C.; CHEONG, S.K.; LEE, J.H.; EOM, J.; PARK, D. Habitat use and home range of the endangered gold-spotted pond frog (*Rana chosenica*). **Zoological Science**. v. 25, n. 9, p. 894-903. 2008.

ROITHMAIR, M. E. Male territoriality and female mate selection in the dart-poison frog *Epipedobates trivittatus* (Dendrobatidae, Anura).**Copeia**, v. 1994, n. 1 p. 107-115. 1994.

WELLS, K. D. The social behaviour of anuran amphibians. **Animal Behaviour**. v. 25, p. 666-693. 1977.

ZINA, J.; ENNSER, J.; PINHEIRO, S. C. P.; HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F. Taxocenose de anuros de uma mata semidecídua do interior do Estado de São Paulo e comparações com outras taxocenoses do Estado, Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**. v. 7, n. 2, p. 49-57. 2007.

CAPÍTULO III

EXPERIMENTOS COMPORTAMENTAIS: APRESENTAÇÃO DE ESTÍMULOS ACÚSTICOS E VISUAIS A MACHOS DE *HYPSIBOAS PRASINUS* NA SERRA DO JAPI, JUNDIAÍ, SÃO PAULO

RESUMO

Experimentos comportamentais com uso de estímulos acústicos e visuais são comumente utilizados na literatura para avaliar a resposta de machos de anuros a competidores que entrem em seus territórios. O conhecimento da reação dos machos residentes à presença de invasores pode auxiliar no entendimento da territorialidade em uma espécie. Machos de *Hypsiboas prasinus* foram testados com estímulos acústicos ("playback") e visuais (apresentação de espelho). Observou-se que a maior parte dos comportamentos exibidos por essa espécie são vocais. O estímulo acústico provocou alterações significativas de comportamento em relação ao controle, fazendo com que os animais emitissem mais vocalizações de anúncio e agonísticas. O estímulo visual não provocou alterações significativas de comportamento em relação ao controle, porém, houve redução na frequência geral de execução dos comportamentos. *Hypsiboas prasinus* respondeu a ambos os estímulos principalmente com vocalizações, embora se saiba que o animal é capaz de realizar movimentos de membros e dígitos que são utilizados por outros anuros para comunicação visual. Em ambos os experimentos, não houve correlação entre massa corpórea ou comprimento rostro-cloacal e as frequências de exibição dos comportamentos. As respostas aos experimentos também indicam que a exibição do saco vocal, associada ou não à vocalização, pode ser uma forma de sinalização visual empregada por essa espécie.

Palavras-chave: estímulo acústico. estímulo visual. territorialidade. comunicação visual. playback. Espelho

ABSTRACT

Behavioral experiments using acoustic and visual stimuli are frequently used in the literature to assess the responses of male anurans to competitors entering their territories. Knowing the responses of resident males to intruders may provide better understanding of territoriality in anuran species. *Hypsiboas prasinus* males were tested with acoustic (playback) and visual (mirror) stimuli. Results show that its behavior is mostly vocal. Acoustic stimulus led to a significant behavioral alteration in comparison with controls, causing animals to emit more chorus and agonistic calls. Visual stimulus failed to significantly alter behavior in comparison with controls; however, there was a general decrease in behavior frequencies. *Hypsiboas prasinus* responses to both stimuli were chiefly vocal, although it is known to move limbs and digits the same way other hylids do in visual communication. In both experiments, no significant correlations were found between behavior frequencies and body mass or snout-vent length. Responses to both experiments suggest vocal sac exhibition to be a form of visual signaling, whether it is directly associated with vocalizations or not.

Keywords: acoustic stimulus. visual stimulus. territoriality. visual communication. playback. mirror

INTRODUÇÃO

O comportamento territorial de anuros pode ser avaliado por meio de experimentos que simulem a presença de um intruso dentro do espaço defendido por um macho. Esses experimentos são bastante comuns na literatura e fazem uso de estímulos acústicos ou visuais que se assemelhem àqueles causados pela aproximação de um macho competidor (e.g. ROBERTSON, 1986; MARTINS e HADDAD, 1988; POMBAL *et al.*, 1994; LUNA *et al.*, 2010).

A maioria das espécies de anuros com padrão de reprodução prolongado faz uso de vocalizações para a atração de fêmeas e competição entre machos (WELLS, 1977a). Experimentos com estímulos acústicos consistem na reprodução de vocalizações coespecíficas ("playback") para machos em atividade de vocalização. São comuns na literatura estudos de comportamento e biologia reprodutiva envolvendo estímulos de "playback", demonstrando que o estímulo acústico, simulando a presença de um competidor em potencial, altera significativamente o comportamento dos indivíduos estudados (e.g. GAMBS e LITTLEJOHN, 1979; ROBERTSON, 1986; GIVEN, 1987; MARTINS e HADDAD, 1988; WAGNER Jr., 1989a, 1989b; KADADEVARU e KANAMADI, 2001).

A resposta mais comum apresentada por machos de anuros aos estímulos acústicos é o aumento da agressividade comportamental, variando desde uma alteração na taxa de emissão de notas (GAMBS e LITTLEJOHN, 1979; WAGNER Jr., 1989b; BEE e PERRILL, 1996; KADADEVARU e KANAMADI, 2001) e emissão de notas agressivas (GAMBS e LITTLEJOHN, 1979), até ataques à fonte sonora que emite o "playback" (ROBERTSON, 1986; MARTINS e HADDAD, 1988). Também é comum que o macho testado com estímulo de "playback" assuma o comportamento de macho satélite, cessando a vocalização (WAGNER Jr, 1989a , 1989b; KADADEVARU e KANAMADI, 2001).

A atividade de anuros está tradicionalmente associada ao período noturno e à vocalização (RAND, 2001), de modo que estudos envolvendo experimentos com estímulos acústicos são mais comuns na literatura e também são realizados há mais tempo do que experimentos sobre comunicação visual. Mais recentemente, tem-se prestado maior atenção ao uso de estímulos visuais por anuros, mesmo para espécies noturnas. Os resultados destes estudos tem mostrado que a comunicação visual tem uma relevância maior do que a que se acreditava, mesmo para espécies ativas durante a noite (HÖDL e AMÉZQUITA, 2001; GIASSON e HADDAD, 2006; TOLEDO *et al.*, 2007; GOMEZ *et al*., 2009).

Experimentos de estímulos acústicos e visuais podem ser utilizados como ferramenta para ampliar a compreensão do comportamento territorial e da história natural de *Hypsiboas prasinus*. Com isso, os objetivos deste trabalho foram: 1) Testar a hipótese de que machos de *H. prasinus* aumentariam o número de emissões de vocalizações em resposta aos estímulos, dado que são animais territoriais; 2) Verificar se o comprimento rostro-cloacal e a massa corpórea influenciam a resposta aos estímulos acústico e visual e 3) Avaliar a extensão do uso de sinais visuais por machos de *H. prasinus*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Experimento de "playback"

Foi selecionada uma gravação de *Hypsiboas prasinus* realizada em janeiro de 2011 para compor uma sequencia de cantos experimental contendo cantos de anúncio introdutórios, cantos de anúncio de coro e cantos territoriais. Essas cantos foram dispostos em um arquivo no formato *.wav através do programa Audacity 1.3 Beta, de modo a se assemelhar a uma sequência de cantos comumente ouvida em campo. O arquivo foi montado com a duração de três minutos.

Para o experimento de "playback", primeiramente foram encontrados machos de *H. prasinus* em atividade constante de vocalização. Cada indivíduo foi observado por um período de três minutos sem interferência do pesquisador, exceto pela luz da lanterna, a fim de se ter um controle para cada indivíduo testado. Terminada a observação controle, o arquivo de som contendo o canto artificial foi reproduzido para cada macho observado. Os comportamentos exibidos nos momentos de controle e "playback" foram anotados no caderno de campo por meio dos códigos definidos durante a montagem do etograma (veja a Tabela 1 da Introdução Geral), seguindo o método de todas as ocorrências.

Para testar se houve diferença entre as taxas de comportamentos exibidos durante o controle e durante o "playback", somou-se os comportamentos exibidos por todos os indivíduos em cada um desses momentos. Essas somas foram comparadas por meio de um Sign test, que consiste em uma alternativa não-paramétrica ao teste t de Student (McDONALD, 2009).

Para testar se o tamanho, massa corpórea ou área de vida (ver capítulo II) explicavam as taxas de comportamentos exibidos em resposta ao "playback", foi realizada uma correlação de Pearson entre esses parâmetros e o número de vezes que determinados comportamentos

foram exibidos durante o “playback”. Os comportamentos escolhidos para estas correlações foram aqueles considerados mais importantes para a interação entre machos, devido à maior frequência com que forma observados: Emitir cantos, A, B, C e D, manter-se em silêncio, pulsação do saco vocal e bombeamento gular.

Experimento de espelho

O experimento de espelho tem por função avaliar o uso de sinais visuais em *H. prasinus*, partindo-se do princípio que sinais visuais ocorreriam em animais cuja visão permitiria reconhecer outros animais semelhantes como coespecíficos e que o espelho poderia fornecer ao animal o estímulo visual necessário para o desencadeamento desses comportamentos.

São considerados possíveis sinais visuais os movimentos que possam tornar o animal mais conspícuo em situações de proximidade com outros animais, geralmente independentes de vocalizações, como, por exemplo, movimentos de membros, mudanças bruscas de postura e movimentos do saco vocal (HARTMANN *et al.*, 2005).

Primeiramente, foi realizado um teste preliminar de apresentação do espelho a indivíduos de *H. prasinus*, preferencialmente, em atividade de vocalização. Essa fase preliminar foi realizada sem um controle para o experimento nem padronização de tempo, pois seu objetivo era somente adequar o método às condições de campo e avaliar superficialmente como os animais reagiriam à aproximação de um espelho. Devido à falta de padronização, os comportamentos exibidos no teste preliminar não foram incluídos nas análises, mas puderam ser utilizados para complementar a discussão dos resultados obtidos através dos testes padronizados.

Para a realização do experimento padronizado, foi posicionado um espelho com dimensões de cerca de 10cm x 15cm em frente a machos que estivessem em atividade de vocalização. O espelho era segurado manualmente a cerca de 5cm a 10cm de distância do animal por cerca de três minutos, enquanto o animal era filmado com uma câmera Sony DSC-W35. Antes de cada exposição ao espelho, os animais passavam por uma fase de controle, na qual era adotado exatamente o mesmo procedimento descrito anteriormente, porém, utilizando-se uma placa de madeira de 10cm x 15cm coberta com tecido camuflado em vez do espelho. O tecido camuflado foi preso à madeira por meio de grampos de metal.

Os vídeos foram revisados e os comportamentos registrados foram anotados em sequência para possibilitar sua quantificação. A proporção de comportamentos considerados sinais visuais em relação ao total de comportamentos exibidos em cada filmagem serve de indicação da extensão do uso da comunicação visual por *H. prasinus*. A comparação entre as respostas ao controle de madeira e ao espelho foi feita através de um Sign-test entre as somas das frequências absolutas apresentadas em cada uma dessas situações experimentais.

Para testar se o tamanho e a massa corpórea explicavam as taxas de comportamentos exibidos em resposta ao espelho, foi realizada uma correlação de Pearson entre esses parâmetros e o número de vezes que determinados comportamentos foram exibidos durante a exposição ao espelho. Os comportamentos escolhidos para estas correlações foram aqueles considerados mais importantes para a interação entre machos, devido à maior frequência com que forma observados: Emitir cantos, A, B, C e D, pulsação do saco vocal e bombeamento gular.

RESULTADOS

Experimento de "playback"

Dezoito machos de *Hypsiboas prasinus* foram testados no experimento de "playback". As frequências absolutas totais dos comportamentos exibidos pelos indivíduos nos momentos controle e "playback" deste experimento foram comparadas através de um Sign-Test. Houve diferença significativa entre os dois momentos do experimento (Sign-Test, Z= 2,906, p= 0,003, n=18 indivíduos), sendo que durante o "playback", verificou-se um aumento na frequência com que os comportamentos foram exibidos, principalmente a emissão de cantos de anúncio B e A e cantos territoriais (Figura 1).

Também foi possível notar um aumento da frequência de exibição de comportamentos não diretamente relacionados à vocalização, como "pular", "andar", "pulsar saco vocal", "ajeitar-se no poleiro" e "girar o corpo".

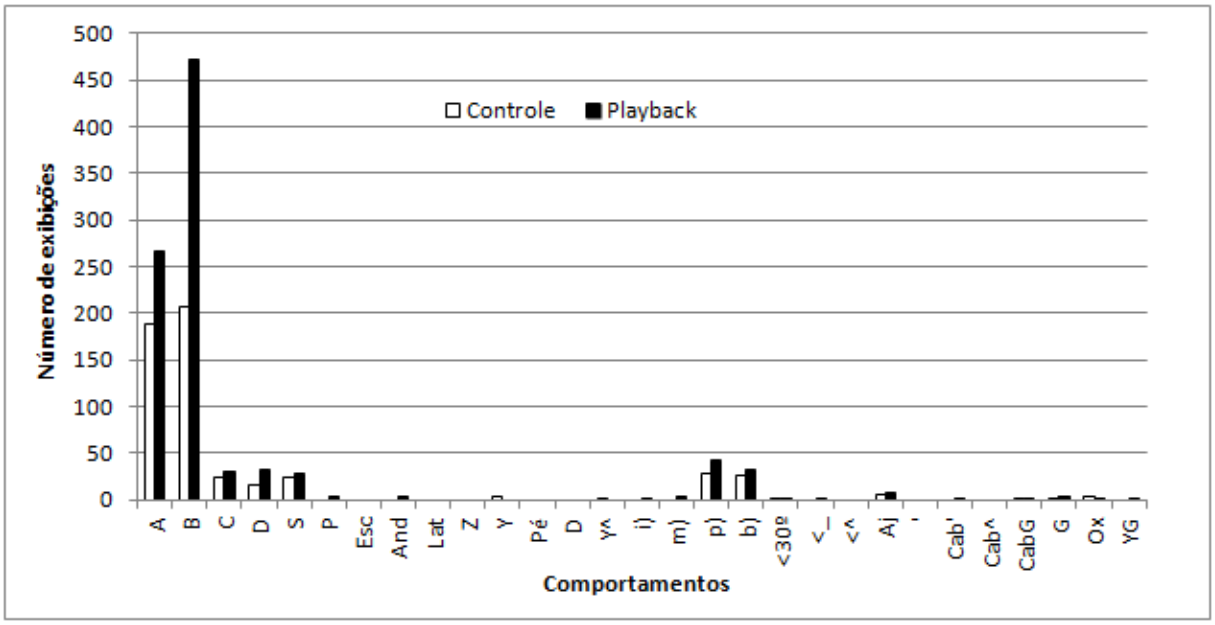


Figura 1: Números totais de exibições de cada comportamento por machos de *Hypsiboas prasinus* (N = 18 indivíduos) durante os controles e durante as reproduções do estímulo de "playback", Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Os valores de r^2 e p para as correlações entre o número de exibições de cada comportamento e os valores de massa corpórea e CRC encontram-se na Tabela 1. A única correlação significativa encontrada foi entre a frequência de emissões de cantos A e a massa corpórea; porém, nesta correlação, a massa explicou somente 26% da variação da emissão desses cantos.

Tabela 1: Valores de r^2 e p para as correlações entre frequências de comportamentos exibidos por machos de *Hypsiboas prasinus*(n= 16 indivíduos) durante o "playback" e seus valores de CRC e massa corpórea. Serra do Japi, Jundiaí, SP.

	Massa corpórea		Comprimento rostro-cloacal	
	r^2	p	r^2	p
Canto A	0,2583	0,0444	0,1384	0,1560
Canto B	0,0498	0,4059	0,0356	0,4842
Canto C	0,0014	0,8892	0,0320	0,5074
Canto D	0,0990	0,2353	0,0687	0,3269
Silêncio	0,0006	0,9309	0,0153	0,6485
Bombeamento gular	0,0039	0,8180	0,0288	0,5300
Pulsação do saco vocal	0,0004	0,9433	0,0001	0,9643

Não foi encontrada correlação significativa entre o tamanho da área de vida (m²) e o número de exibições de qualquer comportamento. Os valores de r² e p para essas correlações encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: Valores de r² e p para as correlações entre frequências de comportamentos exibidos por machos de *Hypsiboas prasinus* (n= 9 indivíduos) durante o "playback" e tamanho da área de vida. Serra do Japi, Jundiaí, SP.

	r²	p
Canto A	0,2270	0,1947
Canto B	0,1688	0,2721
Canto C	0,0577	0,5334
Canto D	0,2221	0,2003
Silêncio	0,0001	0,9787
Bombeamento gular	0,3599	0,0877
Pulsação do saco vocal	0,0030	0,8893

Experimento de espelho

Dez machos de *Hypsiboas prasinus* foram testados com o espelho. Não houve diferença significativa entre os números totais de exibições dos comportamentos exibidos durante o controle e durante a exposição ao espelho (Sign test, Z= 0,970, p= 0,332, n= 10 indivíduos) (Figura 2).

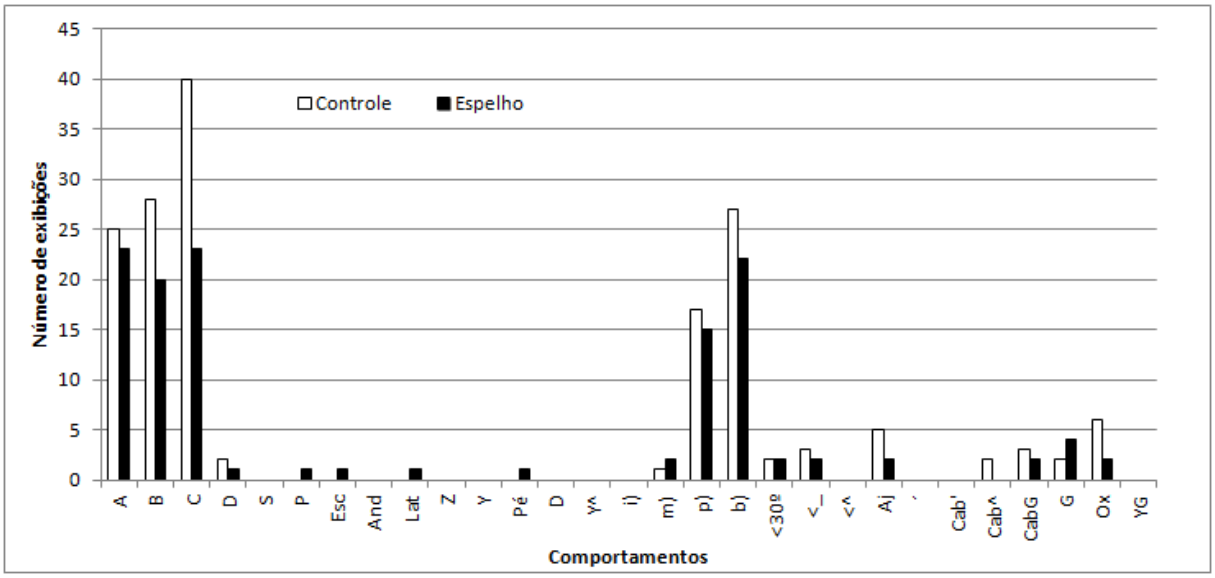


Figura 2: Frequências totais de comportamentos exibidos por machos de *Hypsiboas prasinus* (N= 10 indivíduos)durante a exposição ao controle com placa de madeira camuflada e ao espelho, Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Nota-se uma frequência relativamente elevada de comportamentos vocais (emitir nota A, emitir nota B e emitir nota C) em ambos os momentos do experimento; porém, a frequência de emissão de todas as vocalizações foi menor durante a exposição ao espelho. Movimentos do saco vocal, principalmente pulsar o saco vocal e bombeamento gular foram os comportamentos não-vocais mais observados, e também apresentaram redução de suas frequências durante a exposição ao espelho. Movimentos com os membros foram raros. Comportamentos relacionados ao deslocamento do animal, como pular, escalar e andar lateralmente foram observados somente durante a exposição ao espelho.

Não foram encontradas correlações significativas entre massa corpórea ou CRC dos animais testados e a frequência de vocalizações (notas A, B, C e D) e comportamentos de movimentação do saco vocal (bombeamento gular e pulsação do saco vocal) durante a exposição ao espelho, exceto pela correlação entre emissão de notas B e CRC. Os valores de r^2 e p para essas correlações encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3: Valores de r^2 e p para as correlações entre frequências de comportamentos exibidos por machos de *Hypsiboas prasinus* (n= 16 indivíduos) durante a exposição ao espelho e valores de CRC e massa corpórea. Serra do Japi, Jundiaí, SP.

	Massa corpórea		**Comprimento rostro-cloacal**	
	r^2	**p**	**r^2**	**p**
Nota A	0,0297	0,6341	0,2086	0,5630
Nota B	0,2834	0,1131	0,4767	0,0271
Nota C	0,0106	0,7769	0,0168	0,7209
Nota D	0,1020	0,3683	0,0030	0,8804
Bombeamento gular	0,0750	0,4438	0,1803	0,2213
Pulsação do saco vocal	0,0688	0,4642	0,3150	0,0914

Foi utilizado o Sign-test para comparar os resultados do experimento de "playback" com os resultados do experimento de espelho. Não houve diferença significativa entre as frequências totais dos comportamentos exibidos durante os controles de ambos os experimentos (Sign-test, Z= -2,267, p= 0,789). O teste também mostra que não houve diferença significativa entre as frequências totais dos comportamentos exibidos pelos animais testados com "playback" e aqueles testados com espelho (Sign-test, Z= 1,835, p= 0,066). Todavia, uma comparação quantitativa dos histogramas de ambos os experimentos mostra que no experimento de espelho as vocalizações de anúncio e territorial foram muito menos frequentes, fazendo com que os comportamentos não vocais sejam proporcionalmente mais frequentes do que no experimento de "playback".

DISCUSSÃO

Experimento de "playback"

Neste estudo, o comportamento mais frequentemente exibido pelos machos de *Hypsiboas prasinus* durante o "playback" foi a emissão de cantos B. Esses cantos são utilizados como vocalização de anúncio quando os machos estão em atividade de coro. O aumento da frequência de emissão desses cantos pode ser interpretado como um aumento no estado de excitação dos indivíduos causado pelo "playback". Ou seja, a vocalização de um coespecífico próximo pode estimular machos de *H. prasinus* a vocalizar de maneira interativa com outros indivíduos, o que beneficiaria todos os indivíduos do coro (LUCAS *et al.*, 1996). Sabe-se também que fêmeas de algumas espécies de anuros mostram preferência por vocalizações emitidas por mais de um macho (MARTÍNEZ-RIVERA e GERHARDT, 2008) e geralmente assume-se que um coro mais numeroso atrairá um número proporcionalmente maior de fêmeas (LUCAS *et al*, 1996), embora outros autores (TEJEDO, 1993; HENZI *et al*., 1995; MURPHY, 2003) mostrem que o número de fêmeas que visita um coro tem relação parcial com o número de machos ativos, mas pode ser determinado predominantemente por demais fatores ambientais que afetam conjuntamente a presença de machos e fêmeas nos sítios reprodutivos. É possível também que o aumento no número de emissões de cantos B seja parte de uma gradação de agressividade do animal, como verificado para outras espécies (WAGNER Jr., 1989b; BEE e PERRILL, 1996; KADADEVARU e KANAMADI, 2001). Os cantos B possivelmente indicam um nível intermediário de agressividade, sendo o canto A o menos agressivo e o canto D o mais agressivo.

Os cantos B de *H. prasinus* aparentemente funcionam de forma análoga às vocalizações de tipo II de *Lithobates clamitans* (WELLS, 1978; BEE e PERRILL, 1996); ambos são emitidos quando os machos encontram-se em maior nível de atividade e são comumente utilizadas em coros, podendo ser temporariamente a vocalização predominante do coro. Essas vocalizações também foram, para ambas as espécies, as respostas mais comuns apresentada pelos machos quando estimulados por "playbacks" de vocalizações de anúncio coespecíficas.

De maneira geral a frequência dos comportamentos que ocorrem normalmente quando o animal não é estimulado aumentam durante o "playback". Os comportamentos não vocais verificados mais frequentemente são comportamentos de ajuste de postura, orientação do eixo do corpo e posição do animal em relação ao poleiro. Isso pode indicar um comportamento de

busca pelo invasor (WAGNER Jr, 1989a; FORESTER *et al*., 1993) ou a busca de uma rota de fuga, caso o invasor seja um competidor superior (WAGNER Jr., 1989b). Comportamentos de deslocamento, como andar e pular, embora tenham sido muito raros, foram observados somente durante o "playback", o que reforça a ideia de fuga ou busca do invasor. Também é possível que os deslocamentos fossem uma fuga do observador.

Vocalizações agonísticas (cantos D) eram emitidas por *H. prasinus* durante os momentos de controle, pois os indivíduos escolhidos para os testes estavam obrigatoriamente em atividade de vocalização e, portanto, frequentemente interagindo com outros indivíduos durante as observações. É possível que o nível de intensidade sonora das vocalizações desses indivíduos externos ao experimento tivessem sido suficientes para indicar uma distância crítica que desencadearia a emissão de cantos territoiriais (WAGNER Jr, 1989b; ROSE e BRENOWITZ, 1997) McDiarmid e Adler (1974) relatam o uso de vocalizações agonísticas (cantos de encontro), nitidamente distintas das vocalizações de anúncio, por machos de *Hyalinobatrachium fleischmanni* durante uma disputa territorial, mencionando sua importância para a comunicação entre machos próximos que potencialmente competem por territórios. Robertson (1986) observou que vocalizações agonísticas de *Uperoleia rugosa* eram muito empregadas para estabelecer o espaçamento entre machos antes do início da atividade de coro com notas de anúncio.

O número total de cantos D emitidos durante o controle foi de 16, enquanto que o número total obtido através dos estímulos de "playback" foi de 32 emissões deste canto. Isso mostra que o estímulo de "playback" era interpretado como um competidor em potencial, provocando nos machos a resposta comportamental de defesa de território. A emissão de vocalizações agonísticas como resposta a estímulos de "playback" já foi registrada para outras espécies de anuros; exemplos são *Lithobates berlandieri* (GAMBS e LITTLEJOHN, 1979), *Uperoleia rugosa* (ROBERTSON, 1986), *Lithobates virgatipes* (GIVEN, 1987); *Hypsiboas faber* (MARTINS e HADDAD, 1988), *Acris blanchardi* (WAGNER Jr., 1989b), *Lithobates clamitans* (BEE e PERRILL, 1996) e *Pseudophilautus variabilis* (KADADEVARU e KANAMADI, 2001). É possível que o nível de intensidade sonora do "playback" tenha desencadeado a emissão de cantos D de maneira similar à que ocorre em interações naturais entre machos de *H. prasinus*; todavia, isso não foi testado, pois esse nível não foi medido durante os experimentos.

Segundo Rose e Brenowitz (1997), a emissão de vocalizações agressivas tem o custo de serem menos atrativas para fêmeas do que as vocalizações de anúncio, podendo até evitar que elas se aproximem dos machos. Deste modo, a acomodação dos machos residentes aos

níveis de intensidade sonora das vocalizações de anúncio de seus vizinhos mais próximos seria uma maneira de evitar gastos de tempo e energia com comportamentos agressivos, investindo-os na atração de parceiras reprodutivas. Essa flexibilidade no compromisso entre espaçamento entre competidores e atração de fêmeas para reprodução pode explicar a baixa frequência de cantos D em relação aos cantos A e B, tanto durante o controle quanto durante a reprodução dos estímulos de "playback".

Alguns autores (LOPEZ *et al*., 1988; WAGNER Jr, 1989a, 1989b; BEE e PERRILL, 1996; GIVEN, 1999) observaram que estímulos de "playback" podem alterar não só os comportamentos exibidos pelos animais testados, como também as características físicas de suas vocalizações, principalmente por meio da redução da frequência dominante. Há também registros de espécies que alteram o tempo de duração e o número de pulsos das notas (MARTÍNEZZ-RIVERA e GERHARDT, 2008). Essas alterações visam aprimorar a comunicação acústica entre os machos em um contexto competitivo, reduzindo a sobreposição de vocalizações e ajustando o espaçamento entre os indivíduos (LOPEZ *et al.*, 1988). Geralmente, alterações nas características físicas do canto fazem com que o emissor pareça ter uma habilidade de luta superior à real. A redução da frequência dominante pode sugerir um animal maior ou mais pesado (WAGNER Jr. 1989a; ROBERTSON, 1986). A alteração do número de pulsos e duração da nota pode indicar uma maior propensão a um ataque (BEE e PERRILL, 1996; WAGNER Jr., 1989b). Martínez-Rivera e Gerhardt (2008) registraram alterações no número de pulsos por notas de *Pseudacris regilla*, sugerindo tratar-se de um mecanismo para evitar sobreposição entre as vocalizações de machos vizinhos, diminuindo a perda de informação sonora e, consequentemente, facilitando a escolha dos machos pelas fêmeas. Não se sabe se *Hypsiboas prasinus* também altera as características físicas de suas vocalizações em resposta aos "playbacks", pois o objetivo deste experimento era somente identificar e quantificar os comportamentos exibidos durante a reprodução de vocalizações de coespecíficos; logo, as vocalizações emitidas em resposta pelos machos observados não foram gravadas.

Algumas das respostas apresentadas ao "playback" são compatíveis com os comportamentos de machos satélite observados por outros autores (WELLS, 1978; FELLERS, 1979; HADDAD, 1991b), como "silêncio (S)", "bombeamento gular (b))" e "postura do corpo paralela ao poleiro (<_) ". Machos satélite de *Dendropsophus minutus* ficavam em silêncio e próximos a machos vocalizadores, mantendo postura abaixada, com pulmões e saco vocal desinflados, podendo interceptar as fêmeas atraídas por machos vocalizadores ou passar a vocalizar quando o macho vocalizador residente parasse de

vocalizar (HADDAD, 1991b). Wells (1978) observou que os machos residentes de *Lithobates clamitans* apresentavam postura ereta e conspícua, com o saco vocal evidenciado, enquanto os machos satélites assumiam postura baixa, somente com o topo da cabeça acima da superfície da água.

A cessação da vocalização e a retração da postura mostram que o comportamento de macho satélite em *H. prasinus* pode ser desencadeado por estímulos acústicos. Segundo Haddad (1991b), machos de *Dendropsophus minutus* poderiam assumir a postura de macho satélite sem necessariamente ter sido derrotados em uma disputa territorial, bastando vocalizações de encontro do macho vocalizador.

Comportamentos sabidamente utilizados por hilídeos como sinais visuais, como chutes, movimentos de pés, mãos e dedos (Hartmann *et al*., 2005) não foram observados durante o controle nem durante a reprodução do "playback", exceto por um indivíduo que executou elevação de mão. Isto é curioso, tendo em vista que alguns desses comportamentos (chute, elevação de mão, movimentos de dedos) foram observados entre machos de *H. prasinus* da Serra do Japi durante a elaboração do etograma em fevereiro de 2011. Foi observado que os comportamentos de bombeamento gular e pulsação do saco vocal foram comuns entre os indivíduos testados. Os indivíduos cujo comportamento foi classificado como silêncio (S), normalmente apresentavam o saco vocal inflado. A diferença entre bombeamento gular (b)) e silêncio (S) era a percepção de movimentos no saco vocal no primeiro e incapacidade de perceber movimentos respiratório em (S). É possível que a permanência do saco vocal inflado sirva também como uma forma de comunicação visual empregada por essa espécie. Similarmente ao que foi obtido neste experimento, Giasson e Haddad (2006) também não verificaram aumento na frequência de comportamentos de sinalização visual em *Hypsiboas albomarginatus* através de "playback" de vocalizações coespecíficas. A sinalização visual será discutida em maior profundidade no tópico do experimento com espelho.

Contrariamente ao que é observado normalmente em outros trabalhos envolvendo estímulos de "playback" (ROBERTSON, 1986, MARTINS e HADDAD, 1988, WAGNER Jr., 1989b), não foi observado nenhum indivíduo orientando-se deliberadamente em direção à fonte sonora nem tentando atacá-la. A ausência de agressividade física observada neste experimento corrobora o que já foi relatado por outros autores (SMITH e PRICE, 1973; PARKER, 1974; WELLS, 1978; ROBERTSON, 1986) a respeito da vantagem de se evitar combates físicos através de outras soluções comportamentais, como disputas baseadas em vocalizações e exibições agonísticas, já que combates físicos demandam altos gastos

energéticos e aumentam os riscos de danos físicos e predação para os indivíduos combatentes. A existência de um comportamento agressivo gradativo aumenta o número de etapas que antecedem o ataque físico, aumentando as possibilidades de evitá-lo (KADADEVARU e KANAMADI, 2001). Sabe-se, contudo, que machos de *H. prasinus* podem fazer uso de combates físicos para resolver disputas territoriais (HADDAD, 1991a).

É possível que a ausência de ataques à fonte sonora neste experimento deva-se à curta duração do estímulo, assemelhando-se a um competidor parando de vocalizar, indicando desistência da interação.

Não foram encontradas correlações significativas ente as frequências dos comportamentos exibidos durante o "playback" e as medidas de CRC e massa corpórea dos indivíduos, exceto pela emissão de notas A, que mostrou uma correlação positiva e significativa com a massa corpórea dos indivíduos. Animais maiores tendem a ter maior sucesso em lutas contra coespecíficos (ROBERTSON, 1986; WAGNER Jr., 1989a; HADDAD, 1991b; WELLS, 1977b). Assim, seria esperado encontrar uma correlação significativa e positiva entre o tamanho do animal (expresso por CRC ou massa) e o número de emissão de vocalizações de anúncio e agonísticas, associadas à defesa de território, bem como uma correlação significativa e negativa entre o tamanho dos animais e o comportamento de manter-se em silêncio, associado à estratégia de macho satélite.

A ausência de correlações significativas entre os tamanhos dos animais e a maioria dos comportamentos pode ser devida à pouca variação de massa corpórea e comprimento rostro-cloacal entre os indivíduos. Os animais testados poderiam estar evitando gastos desnecessários com comportamentos exageradamente agressivos e, em vez disso, investindo a maior parte do tempo em vocalizações de anúncio, que, conforme visto anteriormente, seriam mais vantajosas por aumentar a probabilidade de atração de fêmeas do que vocalizações agonísticas. Neste caso, a única correlação significativa encontrada, entre massa corpórea e frequência de emissão de notas A, seria explicada pelo fato de animais maiores possuírem maior capacidade energética para sustentar essa atividade de vocalização (GREEN, 1990).

Também não foi encontrada correlação significativa entre tamanho da área de vida e resposta dos indivíduos ao "playback"; contudo, somente foi possível conseguir, simultaneamente, informações sobre área de vida e resposta ao "playback" para nove indivíduos. Neste caso, além do número amostral reduzido, pode-se sugerir que a ausência de uma correlação significativa deva-se a dois fatores envolvendo o cálculo das áreas de vida neste estudo. Primeiramente, as áreas de vida foram calculadas ao longo de um período extenso, enquanto que os experimentos de "playback" foram realizados somente uma vez com

cada indivíduo, muitas vezes em momentos anteriores ao final da coleta de todos os dados de distribuição espacial dos animais no local de estudo. Em segundo lugar, é necessário levar em conta o real significado biológico da área de vida para este estudo. Os valores de área de vida, conforme calculados neste trabalho, refletem a área compreendida pelos movimentos do animal ao longo do tempo, e não devem ser confundidas com o conceito de território, que envolveria a defesa de um espaço restrito que contenha recursos vantajosos para seu ocupante (BROWN e ORIANS, 1970). Durante os três minutos de reprodução do "playback", é improvável que os indivíduos estivessem defendendo a totalidade de suas áreas de vida, sendo mais razoável assumir que o animal estivesse defendendo a sua posição no momento do experimento, independentemente da totalidade de seus deslocamentos anteriores e posteriores ao estímulo acústico. Com isso, pode-se inferir que a área de vida total não é correlacionada com os comportamentos de resposta ao "playback".

As respostas de *H. prasinus* aos estímulos de "playback" condizem com o comportamento territorial esperado para machos de uma espécie de atividade noturna e de padrão de reprodução prolongado.

Experimento de espelho

Não foi possível obter um número amostral alto para o experimento de espelho devido à dificuldade de conduzi-lo satisfatoriamente em campo. As condições ideais para a realização desse experimento eram que o animal estivesse em atividade de vocalização constante e intensa o suficiente para não ser inibido pela aproximação do observador e que não houvesse muitos ramos de vegetação entre o animal e o observador, permitindo uma aproximação da câmera e dos objetos de teste (a placa de madeira e o espelho) sem perturbação mecânica do poleiro do animal. Essas condições dificilmente eram atendidas em campo, principalmente no que diz respeito aos sítios de vocalização adotados pelos indivíduos, fazendo com que muitos dos animais testados ficassem inibidos pela aproximação dos equipamentos, cessando a vocalização, adotando uma postura retraída ou mesmo fugindo, impedindo a continuidade do teste. Foram incluídos nas análises somente os animais cujos testes puderam ser continuados ou refeitos após um tempo de espera para normalização de sua atividade de vocalização. Foram excluídos os que permaneceram retraídos por muito tempo e os que fugiam para locais inacessíveis antes do teste.

Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre as frequências totais de comportamentos exibidos durante à exposição ao controle de madeira e ao espelho, embora

tenham sido verificadas alterações no comportamento, como redução da frequência de emissões de vocalizações e movimentos de saco vocal. Comportamentos de deslocamento somente ocorreram durante a exposição ao espelho. Possivelmente, a não significância estatística se deva ao número baixo de animais testados (N = 10 indivíduos) ou ao fato de a aproximação da placa de madeira e do espelho terem efeito inibidor no comportamento dos indivíduos, equivalente à ameaça de um predador.

Não foram encontradas correlações significativas entre a frequência dos comportamentos exibidos durante a exposição ao espelho e as medidas de tamanho corpóreo (massa corpórea e CRC), exceto pela correlação entre CRC e frequência de emissão de notas B. Essa correlação, entretanto, não parece ter real significado biológico, pois deve-se à um único indivíduo que estava em maior grau de excitação durante o experimento e emitiu 20 notas B, enquanto os outros indivíduos não emitiram essa nota nenhuma vez durante a exposição ao espelho. Este indivíduo apresentou o maior valor de CRC, com 47,82mm e massa corpórea de 7,0g. O segundo maior indivíduo era somente 0,8mm e 0,5g menor e não emitiu vocalização alguma, o que reforça o resultado geral de que o tamanho do animal não influencia significativamente sua disposição a uma resposta mais territorial ao estímulo visual do espelho.

Os resultados do experimento com espelho mostram que *Hypsiboas prasinus* faz uso de comportamentos documentados por outros autores, para outras espécies de anuros, tais como sinais visuais, principalmente quanto aos movimentos dos membros e do saco vocal (HARTMANN *et al*., 2005; GIASSON e HADDAD, 2006; HIRSCHMANN e HÖDL, 2006; PREININGER *et al*., 2009).Entretanto, os sinais visuais em *H. prasinus* são menos frequentes do que a emissão de vocalizações. Somando-se isso aos resultados obtidos para o experimento de "playback", pode-se inferir que a comunicação desta espécie se dá principalmente por via acústica. Outros autores obtiveram sucesso em provocar respostas de sinalização visual em machos de anuros, tanto por meio de estímulos acústicos (LINDQUIST e HETHERINGTON, 1996; GRAFE e WANGER, 2007), quanto por meio de estímulos visuais (LUNA *et al*., 2010).

Embora durante a elaboração do etograma para *H. prasinus*, em fevereiro de 2011, tenham sido reconhecidos comportamentos de movimentos de membros, dedos e artelhos, esses comportamentos não foram registrados durante o experimento, contrariando o que seria esperado como resposta territorial a um estímulo visual apresentado a curta distância, tendo em vista os resultados obtidos em outros estudos (POMBAL Jr. *et al.*, 1994; AMÉZQUITA e HÖDL, 2004; GIASSON e HADDAD, 2006; TOLEDO *et al*., 2007; MIRANDA *et al.*, 2008;

PREININGER *et* al., 2009). É possível que esses comportamentos não tenham sido realizados pelos animais durante o experimento de espelho, pois a movimentação dos membros torna o animal mais conspícuo, tanto para coespecíficos quanto para predadores (HÖDL e AMÉZQUITA, 2001; PARTAN e MARLER, 2005). A metodologia de apresentação do espelho envolvia a aproximação do braço do observador, o que poderia ser interpretado pelo animal testado como a aproximação de um predador. Já durante as observações de animal-focal para elaboração do etograma, não foram realizadas tais interferências no espaço do sítio de vocalização dos animais, o que provavelmente permitiu que eles exibissem uma variedade maior de comportamentos, incluindo movimentos de membros que os tornem mais conspícuos.

Outra explicação possível para a ausência ou raridade dos movimentos de membros durante a exposição ao espelho é a de que o estímulo da própria imagem no espelho não é suficiente para provocar tais comportamentos, já que, para determinadas espécies de anuros, os comportamentos de sinalização visual fazem parte de uma gradação da agressividade e geralmente antecedem imediatamente ataques físicos (AMÈZQUITA e HÖDL, 2004; GIASSON e HADDAD, 2006; HIRSCHMANN e HÖDL, 2006; TOLEDO *et al*., 2007). Cogita-se que os movimentos dos membros tenham evoluído como representações de movimentos utilizados comumente em combate e, portanto, representariam uma intenção de ataque (HÖDL e AMÈZQUITA, 2001; TOLEDO *et al*., 2007; PREININGER *et al*., 2009). O espelho, diferentemente de modelos robóticos ou vídeos, utilizados por outros pesquisadores (ROSENTHAL *et al*, 2004; TAYLOR *et al*., 2008; TAYLOR *et al*., 2011; WOO e RIEUCAU, 2011), reproduz exatamente o comportamento do animal testado, podendo ser insuficiente para representar um intruso desafiador ao ponto de tornar necessário um ataque ou ameaça de ataque. Aqui deve ser considerado que alguns dos indivíduos testados moviam-se muito pouco perante o espelho, o que resultava em uma simulação de um intruso igualmente estático. Segundo Luna *et al*. (2010), machos de *Allobates femoralis* atacavam modelos de machos invasores somente quando os pesquisadores os movimentavam e não apresentavam reações observáveis a modelos estacionários.

Também é possível que a ausência de respostas mais agressivas ao estímulo visual oferecido se deva à falta de um estímulo acústico associado. Muitas espécies apresentam comunicação bimodal ou multimodal, ou seja, que envolvem dois ou mais canais sensoriais (acústico, visual, táctil, químico) para o envio de uma mesma mensagem (PARTAN e MARLER, 1999; 2005). A ausência de um dos canais de comunicação na apresentação do estímulo pode comprometer a compreensão adequada da mensagem pelo receptor. Fêmeas de

anuros preferem estímulos bimodais completos, contendo informação visual e acústica simultâneas, para mostrarem-se interessadas por um macho, podendo escolher ao acaso ou não mostrar interesse algum caso um dos componentes do sinal esteja faltando (ROSENTHAL *et al*., 2004; RICHARDSON, 2010; TAYLOR *et al*., 2011; ZEYL e LABERGE, 2011). A apresentação de um espelho não associado a um dispositivo de reprodução de som pode resultar, portanto, em um estímulo incompleto, incapaz de provocar determinadas respostas comportamentais. Alternativamente, a imagem silenciosa no espelho pode ser percebida pelo animal testado como um macho satélite, já que em algumas espécies de anuros os satélites são tolerados pelos machos residentes apesar de sua proximidade, desde que não vocalizem ou façam exibições comportamentais conspícuas (WELLS, 1978; FELLERS, 1979; HADDAD, 1991b).

Os comportamentos não-vocais de *Hypsiboas prasinus* que foram registrados mais frequentemente envolvem exibição do saco vocal, totalmente ou parcialmente inflado. O saco vocal dos anuros machos costuma ser uma estrutura bastante conspícua, dada a sua extensibilidade e coloração geralmente contrastante com o ambiente (CUMMINGS, 2008). Existem exemplos na literatura do uso do saco vocal como um sinal visual em si ou como componente de um sinal multimodal (acústico e visual), utilizado tanto para atração de fêmeas quanto como exibição agressiva, cuja função principal é garantir o espaçamento entre os machos territoriais (e.g. ROSENTHAL *et al*., 2004; HIRSCHMANN e HÖDL, 2006; PREININGER *et al*., 2009; RICHARDSON *et* al., 2010). Em ambos os casos, a importância da associação entre o estímulo visual do saco vocal e o estímulo acústico das vocalizações varia entre as espécies.

Como a distensão do saco vocal é inerente ao comportamento vocal, é possível que toda as emissões de vocalizações de anúncio e territorial sejam sinais bimodais (HIRSCHMANN e HÖDL, 2006). Os comportamentos de bombeamento gular e pulsação do saco vocal foram interpretados como possíveis exibições do saco vocal não-associadas a vocalizações e, portanto, poderiam ser sinais visuais unimodais. Se for esse o caso, os machos testados poderiam estar fazendo uso de comunicação visual a curta distância como forma de continuar a sinalização aos coespecíficos sem precisar vocalizar, o que seria vantajoso para o animal testado, assumindo-se que a apresentação manual do espelho tenha sido interpretada como ameaça de predação. A pulsação do saco vocal geralmente era seguida por vocalizações de anúncio (normalmente notas A), talvez como forma de intensificar a mensagem territorial dessas notas.

Foram registradas reações mais intensas ao espelho, porém, essas reações não puderam ser incluídas nas análises apresentadas por terem sido realizadas na fase preliminar do experimento, sem padronização de tempo de exposição ao espelho e sem apresentação prévia de um objeto-controle. Em um desses testes, no qual o mesmo indivíduo foi exposto várias vezes ao espelho num tempo total de cerca de 10 minutos, ele saltou duas vezes sobre o espelho e tentou tocá-lo com um movimento rápido do membro anterior por três vezes, quase se desequilibrando de seu poleiro. O toque com o membro anterior parece se assemelhar ao comportamento de comunicação tátil que antecede o amplexo em *Aplastodiscus perviridis* (HADDAD *et al.*, 2005). Todavia, os movimentos pareciam rápidos demais para um comportamento de corte e o único amplexo de *H. prasinus* que pôde ser observado não envolveu nenhum tipo de comportamento tátil ritualizado, o que torna pouco provável que o comportamento de tocar o espelho seja parte de um comportamento de acasalamento.

Em uma das interações que foi incluída na análise apresentada, o indivíduo testado chegou a pular sobre a superfície do espelho, o que foi interpretado como uma tentativa de ataque, já que esse comportamento é comum entre machos residentes (DUELLMAN, 1966; BRATTSTROM e YARNELL, 1968; WELLS, 1977b; MARTINS e HADDAD, 1988; TSUJI e MATSUI, 2002) e já foi registrado para *H. prasinus* durante interações agonísticas (HADDAD, 1991a). Esses eventos ocorreram em situações próximas à condição ideal de realização deste experimento, nas quais, aparentemente, o reflexo no espelho pode servir como estímulo suficiente para provocar respostas territoriais.

A comparação entre os experimentos de espelho e "playback" não revelou diferenças estatisticamente significativas. Era esperado que não houvesse diferenças significativas entre os controles de ambos os experimentos, já que se assume que o controle representa o comportamento normal dos indivíduos sem a influência de um estímulo, embora a presença do observador não possa ser totalmente descartada como variável de influência sobre os comportamentos exibidos pelos animais. A ausência de diferença significativa entre as frequências de comportamentos exibidos durante o "playback" e durante a exposição ao espelho sugere que machos residentes reagem à presença de intrusos com ênfase no comportamento vocal e exibições do saco vocal, independentemente de o intruso indicar sua presença por meio de vocalizações ou entrando no campo visual do residente.

BIBLIOGRAFIA

AMÈZQUITA, A.; HÖDL, W. How, when, and where to perform visual displays: The case of the Amazonian frog *Hyla parviceps*. **Herpetologica**. v. 60, n. 4, p. 420-429. 2004.

BEE, M. A.; PERRILL, S. A. Response to conspecific advertisement calls in the green frog (*Rana clamitans*) and their role in male-male communication. **Behaviour**. v. 133, n. 3, p. 283-301. 1996.

BRATTSTROM, B. H.; YARNELL, R. M. Aggressive behavior in two species of leptodactylid frogs.**Herpetologica**. v. 24, n. 3, p. 222-228. 1968.

BROWN, J. L.; ORIANS, G. H., Spacing patterns in mobile animals.**Annual Review of Ecology and Systematics**. v. 1, p. 239-262. 1970.

CUMMINGS, M. E.; BERNAL, X. E.; REYNAGA, R.; RAND, A. S.; RYAN, M. J. Visual sensitivity to a conspicuous male cue varies by reproductive state in *Physalaemus pustulosus* females. **The Journal of Experimental Biology.** v. 211, p. 1203-1210. 2008.

DUELLMAN, W. E. Aggressive behavior in dendrobatid frogs. **Herpetologica**. v. 22, n. 3, p. 217-221. 1966.

GOMEZ, D.; RICHARDSON, C.; LENGAGNE, T.; PLENET, S.; JOLY, P.; LÉNA, J. P.; THÉRY, M. The role of nocturnal vision in mate choice: females prefer conspicuous males in the European tree frog (*Hyla arborea*). **Proceedings of the Royal Society B**. v. 276, p. 2351-2358. 2009.

FELLERS, G. M. Aggression, territoriality, and mating behaviour in North American treefrogs. **Animal Behaviour**. v. 27, p. 107-119. 1979.

FORESTER, D. C.; COVER, J.; WISNIESK, A. The influence of time of residency on the tenacity of territorial defense by the dart-poison frog *Dendrobates pumilio*. **Herpetologica**. v. 49, n.1, p. 94-99. 1993.

GAMBS, R. D.; LITTLEJOHN, M. J. Acoustic behavior of males of the Rio Grande leopard frog (*Rana berlandieri*): An experimental analysis through field playback trials. **Copeia**. v. 1979,n. 4, p. 643-650. 1979.

GIASSON, L. O. M; HADDAD, C. F. B. Social interactions in *Hypsiboas albomarginatus* (Anura: Hylidae) and the significance of acoustic and visual signals. **Journal of Herpetology**. v. 40, n. 2, p. 171-180. 2006.

GIVEN, M. F. Frequency alteration of the advertisement call in the carpenter frog, *Rana virgatipes*. **Herpetologica**. v. 55, n. 3, p. 304-317. 1999.

GIVEN, M. F. Vocalizations and acoustic interactions of the carpenter frog, *Rana virgatipes*. **Herpetologica**. v. 43, n. 4, p. 467-481. 1987.

GRAFE, T. U.; WANGER, T. C. Multimodal signaling in male and female foot-flagging frogs *Staurois gutatus* (Ranidae): An alerting function of calling. **Ethology**.v.113, p. 772-781. 2007.

GREEN, A. J. Determinants of chorus participation and the effects of size, weight and competition on advertisement calling in the tungara frog, *Physalaemus pustulosus* (Leptodactylidae). **Animal Behaviour**. v. 39, p. 620-638. 1990.

HADDAD, C. F. B. Ecologia reprodutiva de uma comunidade de anfíbios anuros naSerra do Japi, Sudeste do Brasil. 1991a. 154 f. Tese (Doutorado em Biologia,Área de Ecologia). Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas.

HADDAD, C. F. B. Satellite behavior in the Neotropical tree frog *Hyla minuta*. **Journal of Herpetology**. v. 25, n. 2, p. 226-229. 1991b.

HADDAD, C. F. B.; FAIVOVICH, J.; GARCIA, P. C. A. The specialized reproductive mode of the treefrog *Aplastodiscus perviridis* (Anura: Hylidae). **Amphibia-Reptilia**. v. 26, p. 87-92. 2005.

HARTMANN, M. T.; GIASSON, L. O. M.; HARTMANN, P. A.; HADDAD, C. F. B. Visual communication in Brazilian species of anurans from the Atlantic forest. **Journal of Natural History**. v. 39, n. 19, p. 1675-1685. 2005.

HENZI, S. P.; DYSON, M. L.; PIPER, S. E.; PASSMORE, N. E.; BISHOP, P. Chorus attendance by male and female painted reed frogs (*Hyperolius marmoratus*): Environmental factors and selection pressures. **Functional Ecology**. v. 9, n.3, p. 485-491. 1995.

HIRSCHMANN, W.; HÖDL, W. Visual signaling in *Phrynobatrachus krefftii* Boulenger, 1909 (Anura: Ranidae). **Herpetologica**. v. 61, n. 1, p. 18-27. 2006.

HÖDL, W.; AMÈZQUITA, A. Visual signaling in anuran amphibians. In RYAN, M. J. (Ed.). **Anuran Communication**. Washington: Smithsonian Institute Press, 2001. p. 121-141.

KADADEVARU, G. G.; KANAMADI, R. D. Vocal interactions, territoriality and fighting behaviour of the rhacophorid frog, *Philautus variabilis* (Gunther, 1858). **Current Science**. v. 80, n. 2, p. 1486-1488. 2001.

LINDQUIST, E. D; HETHERINGTON, T. E. Field studies on visual and acoustic signaling in the “earless” Panamanian golden frog, *Atelopus zeteki*. **Journal of Herpetology**. v. 30, n. 3, p. 347-354. 1996.

LOPEZ, P. T.; NARINS, P. M.; LEWIS, E. R.; MOORE, S. W. Acoustically induced call modification in the white-lipped frog, *Leptodactylus albilabris*. **Animal Behaviour**. v. 36, p. 1295-1308. 1988.

LUCAS, J. R.; HOWARD, R. D.; PALMER, J. G. Callers and satellites: chorus behavior in anurans as a stochastic dynamic game. **Animal Behaviour**. v. 51, p. 501-518. 1996.

LUNA, A. G.; HÖDL, W.; AMÉZQUITA, A. Colour, size and movement as visual subcomponents in multimodal communication by the frog *Allobates femoralis*. **Animal Behaviour**. v. 79, p. 739-745. 2010.

MARTÍNEZ-RIVERA, C. C.; GERHARDT, H. C. Advertisement-call modification, male competition, and female preference in the bird-voiced treefrog, *Hyla avivoca*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. v. 63, p. 195-208. 2008.

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

McDIARMID, R. W.; ADLER, K. Notes on territorial and vocal behavior of neotropical frogs of the genus *Centrolenella*. **Herpetologica**. v. 30, n. 1, p. 75-78. 1974.

McDONALD, J. H. **Handbook of biological statistics**. 2ª edição. Baltimore, Maryland. Sparky House Publishing. 2009. 287 p.

MIRANDA, D. B.; GAREY, M. V.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; HARTMANN, M. T. Sinalização visual e biologia reprodutiva de *Dendropsophus werneri* (Anura: Hylidae) em área de Mata Atlântica no estado do Paraná, Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**. v. 48, n. 29, p. 335-343. 2008.

MURPHY, C. G. The cause of correlations between nightly numbers of male and female barking treefrogs (*Hyla gratiosa*) attending choruses. **Behavioral Ecology**. v. 14, n. 2, p. 274-281. 2003.

PARKER, G. A. Assessment strategy and the evolution of fighting behaviour.**Journal of Theoretical Biology**. v. 47, p. 223-243. 1974.

PARTAN, S. R.; MARLER, P. Communication goes multimodal. **Science**. v. 283, n. 5406, p. 1272-1273. 1999.

PARTAN, S. R.; MARLER, P. Issues in the classification of multimodal communication signals.**The American Naturalist**. v. 166, n. 2, p. 231-245. 2005.

POMBAL Jr., J. P.; SAZIMA, I.; HADDAD, C. F. B. Breeding behavior of the pumpkin toadlet, *Brachycephalus ephippium* (Brachycephalidae). **Journal of Herpetology**. v. 28, n. 4, p. 516-519. 1994.

PREININGER, D.; BOECKLE, M.; HÖDL, W. Communication in noisy environments II: Visual signaling behavior of male foot-flagging frogs *Staurois latopalmatus*. **Herpetologica**. v. 65, n. 2, p. 166-173. 2009.

RAND, A. S. A history of frog call studies 405 B. C. to 1980. In RYAN, M. J. (Ed).**Anuran Communication**. Washington: Smithsonian Institute Press, 2001, p. 8-19.

RICHARDSON, C.; GOMEZ, D.; DURIEUX, R.; THÉRY, M.; JOLY, P.; LÉNA, J. P.; PLÉNET, S.; LENGAGNE, T. Hearing is not necessarily believing in nocturnal anurans. **Biology Letters**. v. 6, p. 633-635. 2010.

ROBERTSON, J. G. M. Male territoriality, fighting and assessment of fighting ability in the Australian frog *Uperoleia rugosa*. **Animal Behaviour**. v. 34, p. 763-772. 1986.

ROSE, G. J.; BRENOWITZ, E. A. Plasticity of aggressive thresholds in *Hyla regilla*: Discrete accommodation to encounter calls. **Animal Behaviour**. v. 53, p. 353-361. 1997.

ROSENTHAL, G. G.; RAND, A. S.; RYAN, M. The vocal sac as a visual cue in anuran communication: An experimental analysis using video playback. **Animal Behaviour**. v. 68, p. 55-58. 2004.

SMITH, J. M.; PRICE, G. R.The logic of animal conflict.**Nature**. v. 246, p. 15-18. 1973.

TAYLOR, R. C.; KLEIN, B. A.; STEIN, J.; RYAN, M. J. Faux frogs: Multimodal signaling and the value of robotics in animal behaviour. **Animal Behaviour**. v. 76, p. 1089-1097. 2008.

TAYLOR, R. C.; KLEIN, B. A.; STEIN, J.; RYAN, M. J. Multimodal signal variation in space and time: How important is matching a signal with its signaler? **The Journal of Experimental Biology**. v. 214, p. 815-820. 2011.

TEJEDO, M. Do male natterjack toads join larger breeding choruses to increase mating success? **Copeia**. v. 1993, n. 1, p. 75-80. 1993.

TOLEDO, L. F.; ARAÚJO, O. G. S.; GUIMARÃES, L. D.; LINGNAU, R.; HADDAD, C. F. B. Visual and acoustic signaling in three species of Brazilian nocturnal tree frogs. **Phyllomedusa**. v. 6, n. 1, p. 61-68. 2007.

TSUJI, H.; MATSUI, M. Male-male combat and head morphology in a fanged frog (*Rana kuhlii*) from Taiwan. **Journal of Herpetology**. v. 36, n. 3, p. 520-526. 2002.

WAGNER Jr., W. E. Fighting, assessment and frequency alteration in Blanchard's cricket frog. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. v. 25, p. 429-436. 1989a.

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

WELLS, K. D. Territoriality and male mating success in the green frog (*Rana clamitans*)**. Ecology**. v. 58, n. 4, p. 750-762. 1997b.

WELLS, K. D. Territoriality in the green frog (*Rana clamitans*): Vocalizations and agonistic behaviour. **Animal Behaviour**. v. 26, p. 1051-1063. 1978.

WELLS, K. D. The social behaviour of anuran amphibians. **Animal Behaviour**. v. 25, p. 666-693. 1977a.

WOO, K. L.; RIEUCAU, G. From dummies to animations: A review of computer-animated stimuli used in animal behavior studies. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. v. 65, p. 1671-1685. 2011.

ZEYL, J. N.; LABERGE, F. Multisensory signals trigger approach behaviour in the fire-bellied toad *Bombina orientalis*: sex differences and call specificity. **Zoology**. v. 114, p. 369-377. 2011.

CAPÍTULO IV

POLIFENISMO SAZONAL DE COLORAÇÃO EM *HYPSIBOAS PRASINUS* NA SERRA DO JAPI, JUNDIAÍ, SÃO PAULO

RESUMO

Hypsiboas prasinus apresenta polifenismo sazonal de coloração, ou seja, um mesmo indivíduo pode apresentar colorações distintas ao longo do ano. Há um aumento no número de indivíduos verdes durante a estação quente e chuvosa e um aumento no número de indivíduos marrons na estação fria e seca. O polifenismo é vantajoso como forma de defesa contra predadores visualmente orientados, por permitir que um mesmo indivíduo possa se camuflar em mais do que um único tipo específico de substrato. A ocorrência de cores em uma população de *H. prasinus* foi acompanhada de fevereiro de 2011 a junho de 2012. Foram encontradas cinco cores: Verde, verde-amarelado, pardo, amarelo e marrom, sendo a cor amarela a mais frequente e de distribuição mais ampla no ciclo anual. A temperatura é apontada como principal determinante da mudança de coloração. Os resultados sugerem que, dentro de uma mesma população, pode ocorrer camuflagem dos tipos mimese eucríptica e mimese fanérica. Também é apresentada evidência de que *H. prasinus* possui o potencial para alterações rápidas de cor, uma característica incomum entre anuros.

Palavras-chave: coloração. polifenismo. ciclo anual. camuflagem. mimese

ABSTRACT

Hypsiboas prasinus exhibits seasonal color polyphenism, meaning an individual is capable of changing its color throughout the year. The number of green individuals rises during the warm rainy season, whereas the number of brown individuals rises during the cold dry season. Polyphenism is beneficial as a defense against visually oriented predators, because it allows animals to camouflage in more than one specific type of substrate. Color occurrence was monitored from February 2011 to June 2012 in a *H. prasinus* population. Five colors were identified, namely: green, yellowish green, grayish, yellow and brown. Yellow was the most frequent and evenly distributed color throughout the annual cycle. Temperature is pointed as the main predictor of color changing. Results indicate that both eucryptic mimesis camouflage and phaneric mimesis camouflage can co-occur within a single population. Also, evidence is presented that *H. prasinus* is capable of rapid color changing, an uncommon trait in anurans.

Keywords: color. polyphenism. annual cycle. camouflage. mimesis

INTRODUÇÃO

A coloração e os padrões de manchas e listras encontrados em anuros devem-se a células dotadas de pigmentos, cromatóforos e melanóforos, presentes na pele desses animais. Os pigmentos dessas células movimentam-se em resposta a estímulos ambientais variados, como temperatura, umidade do ar e informações visuais, resultando em alterações de coloração que podem tanto contribuir para evitar predadores visualmente orientados quanto atuar como mecanismo de termorregulação e balanço hídrico (HOFFMANN e BLOUIN, 2000; TATTERSALL *et al*., 2005).

Hypsiboas prasinus é dotado de polifenismo sazonal de coloração, ou seja, os indivíduos de uma população podem alterar suas cores, entre os padrões verde e marrom ao longo das estações do ano (HADDAD, 1991; TOLEDO e HADDAD, 2009). O polifenismo, como defesa contra predadores visualmente orientados, seria mais vantajoso do que o polimorfismo, pois a capacidade de alterar o padrão de coloração permitiria que um mesmo indivíduo explorasse diferentes microhabitats, enquanto que espécies polimórficas podem ficar restritas a microhabitats não contrastantes com a coloração de cada indivíduo (TOLEDO e HADDAD, 2009). Essa característica provavelmente desempenha um papel importante para a ecologia da espécie na Serra do Japi, cuja cobertura vegetal predominante é floresta estacional semidecídua (LEITÃO-FILHO, 1992), onde verifica-se um aumento na frequência de folhas secas na estação fria e seca e um aumento na frequência de folhas verdes na estação quente e chuvosa.

Neste estudo, acompanhou-se os padrões de coloração de uma população de *H. prasinus* na Serra do Japi, com os objetivos de 1) identificar as cores que indivíduos de *H. prasinus* podem apresentar na Serra do Japi, dentro do contínuo marrom-verde; 2) verificar qual o padrão de distribuição das cores na população estudada ao longo de um ciclo anual; 3) testar se a ocorrência das cores é condicionada a determinadas épocas do ano; 4) Avaliar como as diferentes cores apresentadas por *H. prasinus* podem atuar na camuflagem desses animais.

MATERIAL E MÉTODOS

Observações a respeito da coloração dos indivíduos de *Hypsiboas prasinus* foram mensais e realizadas durante a noite, iniciando-se em fevereiro de 2011 e terminando em junho de 2012.

Para o estudo do polifenismo em *Hypsiboas prasinus*, foi utilizada uma escala de cores elaborada a partir de observações em um trabalho de campo piloto, realizado em fevereiro de 2010 na Serra do Japi, e de fotografias de animais dessa espécie disponíveis no site www.amphibiaweb.com. Foram selecionadas 10 cores que, segundo a visão do autor, melhor abrangiam o espectro de cores verificadas em *H. prasinus*. Para cada cor, foi atribuído um código de três dígitos como alternativa aos nomes das cores, para reduzir a subjetividade das anotações durante as observações em campo. Os códigos começados com 1 indicavam que a cor tendia para o extremo marrom e os códigos começados com 2 indicavam que a cor tendia para o extremo verde. A escala de cores foi impressa e plastificada para ser utilizada juntamente com o caderno de campo como referência para anotação das cores dos indivíduos observados.

A cor de um indivíduo era anotada toda a vez em que ele era observado ou manipulado. Deste modo e assumindo a possibilidade de cada indivíduo mudar de cor ao longo do ano, cada registro de cor a cada data em que um animal era encontrado foi considerado como um registro independente, já que as análises tratam da ocorrência de cores e não do acompanhamento dos indivíduos em si. A seguir (Figura 1) está um modelo da tabela de cores elaborada para *H. prasinus*.

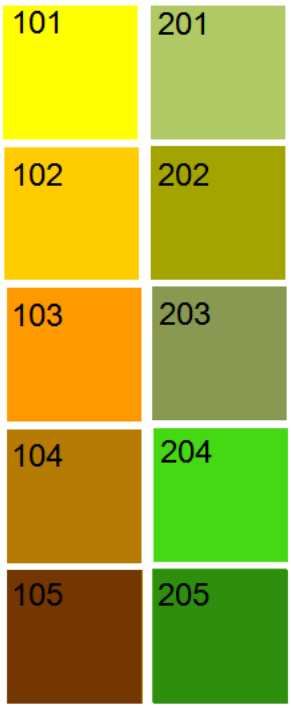


Figura 1: Escala de cores elaborada para registro em caderno de campo da coloração dorsal de *Hypsiboas prasinus* na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Para facilitar as análises quantitativas, as cores registradas ao longo do período de observações em campo foram agrupadas em categorias: amarelo (cores 101 e 102), marrom (cores 103, 104 e 105), verde-amarelado (cores 201 e 202), pardo (cor 203) e verde (cores 204 e 205).

A quantificação das cores encontradas em campo levou em conta tanto registros de indivíduos marcados do Lago do Bezzuti quanto de indivíduos que foram visualizados, mas que não puderam ser identificados (animais fora de alcance ou que fugiam no momento da captura). Também foram incluídos registros em outros pontos visitados além do Lago do Bezzuti, a fim de tornar mais abrangente a análise do polifenismo de *H. prasinus* na Serra do Japi.

Os dados foram quantificados somando-se, para cada mês, o número de registros de cada categoria de cores, independentemente da repetição de indivíduos dentro de um mesmo mês ou entre meses distintos. Com isso, foi montado um histograma linear, a fim de demonstrar a distribuição e a co-ocorrência de cores ao longo do tempo.

Foi feito uso de correlação circular-linear entre cada categoria de cor e os meses de observação, com auxílio do programa Oriana4, a fim de testar se a época do ano influencia o número de registro das cores observadas. Esse programa também foi utilizado para a elaboração de histogramas circulares, para verificar a ocorrência e a concentração das cores ao longo de um ciclo anual.

Foi cogitada a hipótese de que uma cor destoante do verde predominante no ambiente, como o amarelo ou pardo, seja vantajosa como camuflagem por se assemelhar ao contraste causado pelas folhas que estão começando a secar e cair entre as folhas verdes. Para corroborar esta hipótese, foram feitas fotografias de folhas secas, amarelas e marrons, entre folhas verdes, não importando se eram folhas da própria planta ou se eram folhas de árvores que haviam caído sobre plantas de porte arbustivo ou herbáceo utilizadas como poleiro por *H. prasinus*.Também foram fotografados indivíduos de *H. prasinus* com coloração similar à das folhas secas sobre folhas verdes, a fim de se comparar visualmente os contrastes causados pelas folhas e pelos animais.

RESULTADOS

Durante este trabalho, foram encontrados animais com as cores: amarelo, verde-amarelado, pardo, marrom e verde. Ao longo do período de coleta de dados em campo, houve

um predomínio de registros de indivíduos com a cor amarela (Figura 2). O número total de registros para cada cor encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1: Número total de registros de cada uma das cinco cores encontradas para *Hypsiboasprasinus* na Serra do Japi, Jundiaí, SP, entre fevereiro/2011 e junho/2012.

Coloração dorsal	Número total de registros
Amarelo	104
Marrom	5
Verde-amarelado	17
Pardo	32
Verde	16

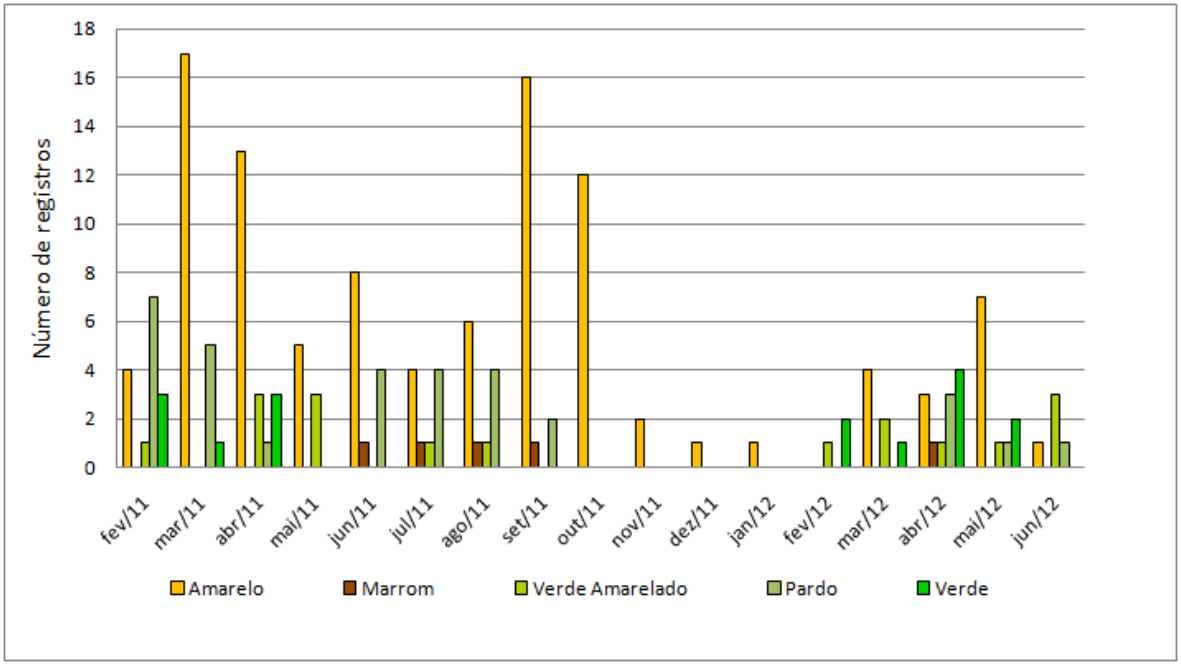


Figura 2: Número de registros de indivíduos apresentando cada uma das colorações dorsais principais na Serra do Japi, Jundiaí, SP, entre fevereiro/2011 e junho/2012.

Foram realizadas correlações circular-lineares entre os números de registros de cada cor ao longo do período de observação e os meses do ano nos quais as observações foram realizadas. Os valores de r e p para essas correlações encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: Valores de r e p para as correlações circulares-lineares entre o número de registros de cada cor ao longo do tempo de observação e os meses de observação (fev/2011 a junho 2012), na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Cores	r	p
Amarelo	0,238	0,452
Marrom	0,634	0,003
Verde Amarelado	0,654	0,002
Pardo	0,259	0,391
Verde	0,677	0,001

Os resultados da correlação circular-linear mostram que as cores amarela, e parda não apresentam correlação significativa com os meses do ano, podendo ser observadas ao longo de todo o ano. Já as cores verde, verde-amarelado e marrom, apresentaram correlação significativa ($p < 0,05$) com seus meses de ocorrência. Os histogramas circulares a seguir (Figuras 3,4,5,6 e 7) ilustram o número de registros de cada cor ao longo do ciclo anual.

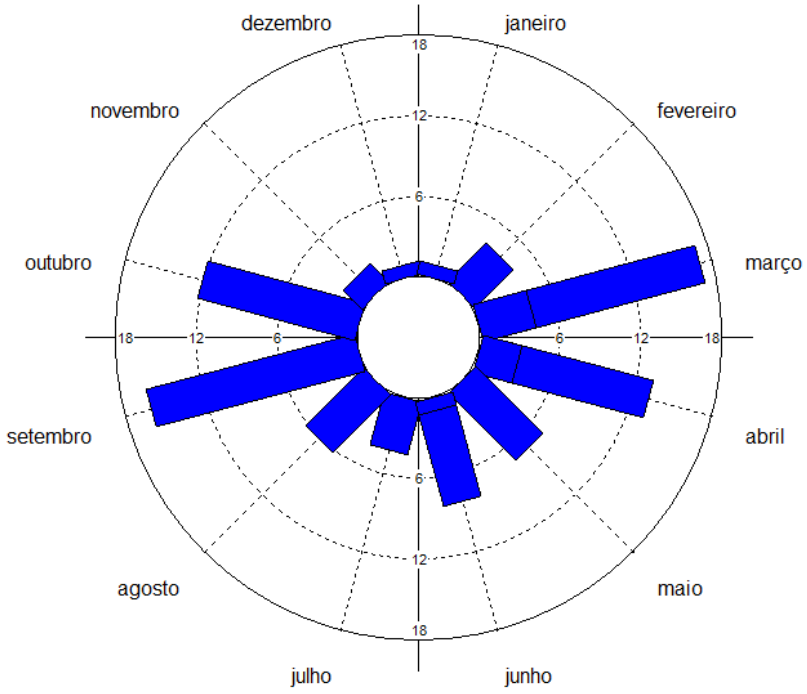


Figura 3: Histograma circular para ocorrência da coloração amarela de *Hypsiboas prasinus* entre fevereiro/2011 e junho/2012 na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

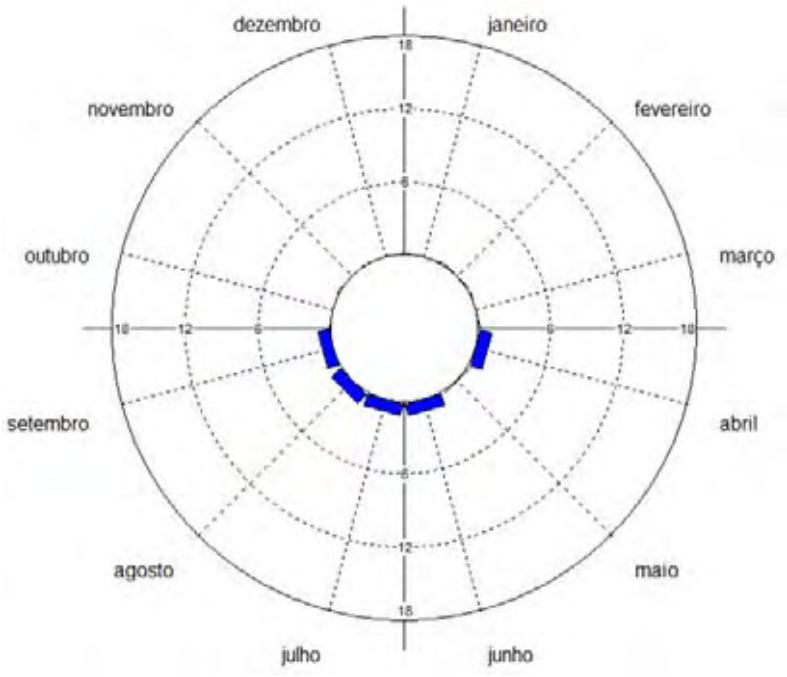


Figura 4: Histograma circular para ocorrência da coloração marrom de *Hypsiboas prasinus* entre fevereiro/2011 e junho/2012 na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

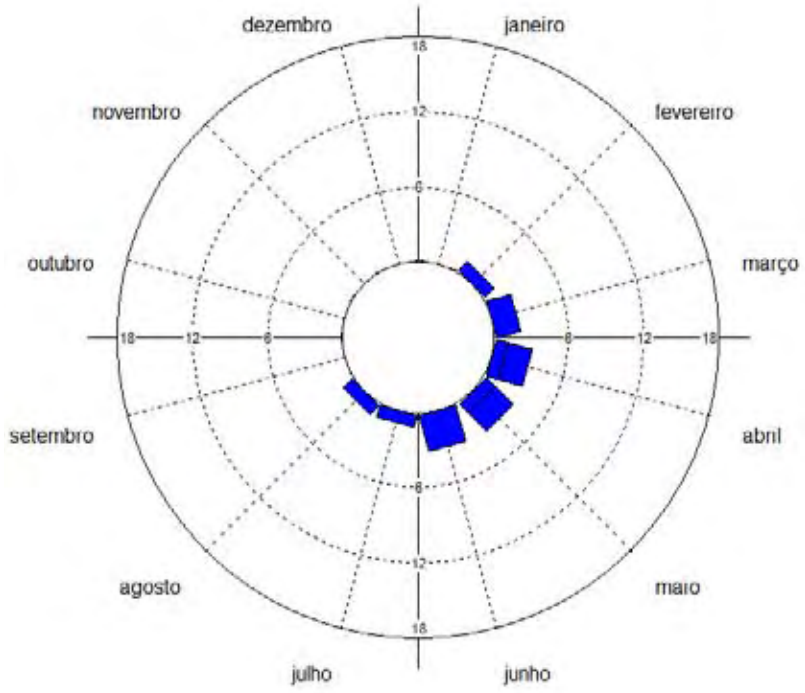


Figura 5: Histograma circular para ocorrência da coloração verde-amarelada de *Hypsiboas prasinus* entre fevereiro/2011 e junho/2012 na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

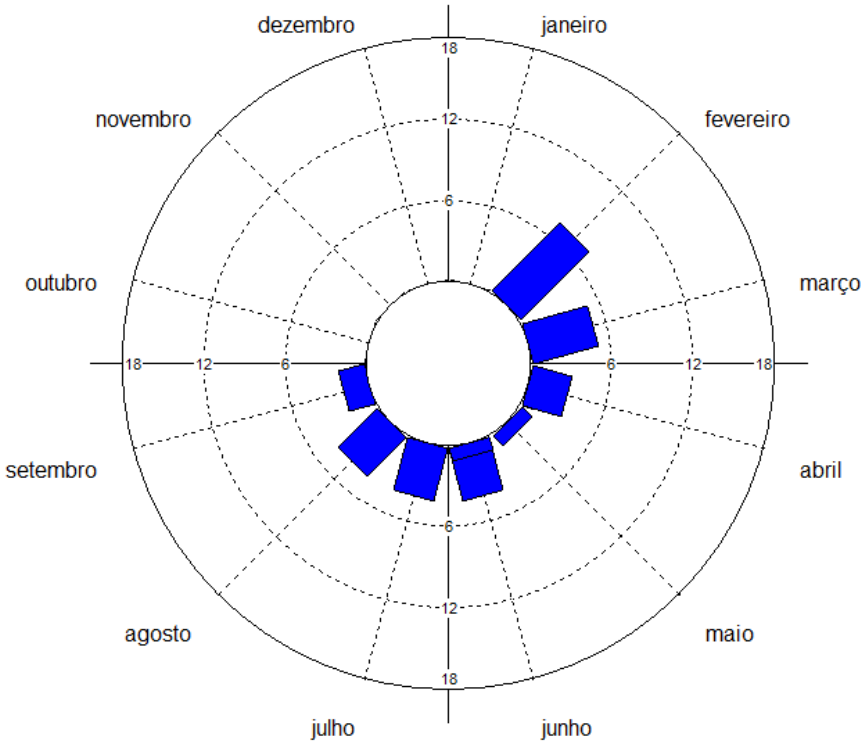


Figura 6: Histograma circular para ocorrência da coloração parda de *Hypsiboas prasinus* entre fevereiro/2011 e junho/2012 na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

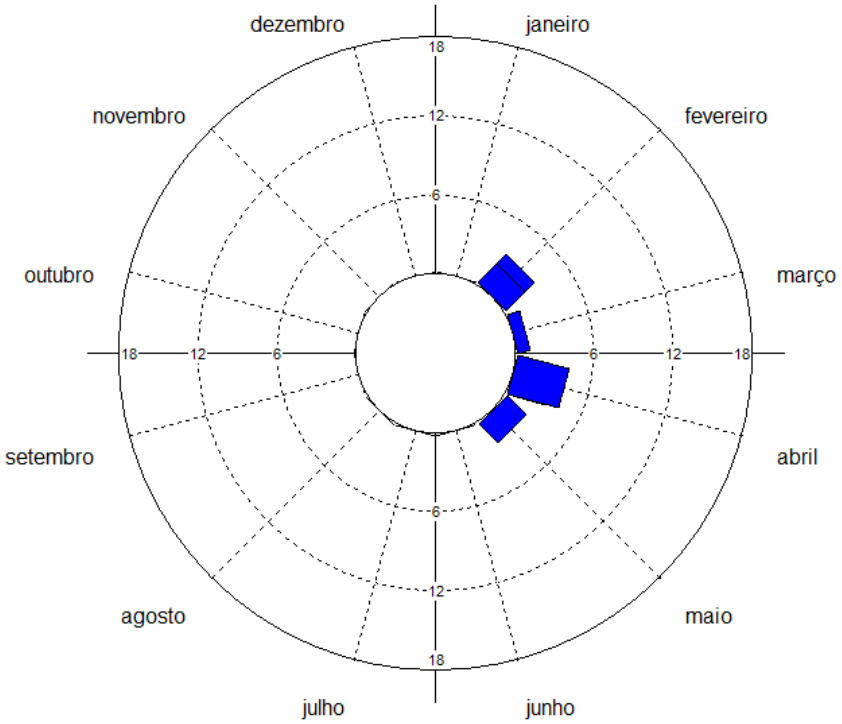


Figura 7: Histograma circular para ocorrência da coloração verde de *Hypsiboas prasinus* entre fevereiro/2011 e junho/2012 na Serra do Japi, Jundiaí, SP.

É possível observar nos histogramas que a cor amarela ocorreu ao longo de todo o ano e a cor parda somente não foi observada entre outubro e janeiro. Indivíduos de cor verde e verde-amarelada foram registrados, respectivamente, de fevereiro a maio e de fevereiro a agosto. Animais de cor marrom foram observados em abril e, posteriormente, de junho até setembro, de modo que é possível que essa coloração também ocorra em maio, apesar de não ter sido detectada pelo observador neste mês.

Foi realizado um registro (não incluso nas análises anteriores devido à mudança muito rápida de coloração) de uma fêmea encontrada no Ribeirão da Ermida, no início da noite de 09/11/2011, que apresentava coloração parda no momento de sua captura. Ela foi levada ao laboratório da Base Ecológica da Serra do Japi para realização de experimentos comportamentais. Na manhã do dia 10/11/2011 apresentou coloração verde pálida e ao anoitecer apresentou coloração verde. A mudança de cor apresentada por esse indivíduo mostra que o processo pode ocorrer num intervalo relativamente curto de cerca de 24 horas.

Camuflagem

Ao longo do período de observações em campo, os indivíduos de *Hypsiboas prasinus* registrados apresentavam, em sua maioria, cores destoantes do verde predominante nos sítios que ocupavam, como amarelo, marrom e pardo. Uma minoria foi registrada apresentando coloração dorsal similar à de seu sítio, como foi o caso dos indivíduos verdes e verde-amarelados que faziam uso de folhas verdes como poleiro, bem como de indivíduos marrons vocalizando diretamente sobre a lama coberta por folhas secas na margem do lago.

A seguir, foram organizadas fotografias exemplificando a semelhança entre animais com diferentes colorações dorsais e folhas verdes e secas em meio à vegetação comumente utilizada como poleiros por *H. prasinus*.

As fotografias da Figura 8 foram feitas em abril de 2011, quando havia um grande número de folhas amarelas em meio à vegetação marginal do Lago do Bezzuti.

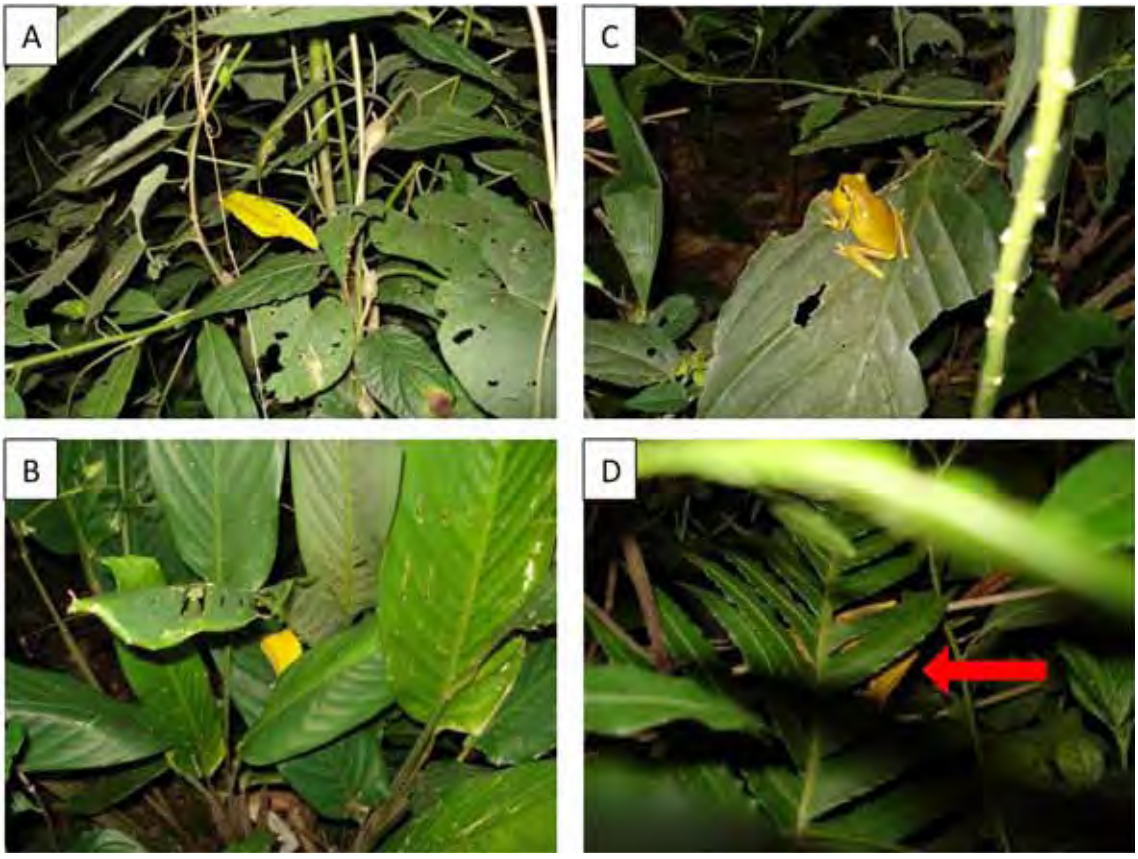


Figura 8: Folhas amarelas entre folhas verdes (A e B) e indivíduos de *Hypsiboas prasinus* de coloração amarela em meio a folhas verdes (C e D). Em D, a seta indica o membro posterior esquerdo do animal. Lago do Bezzuti, Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Em junho e julho de 2011, foram encontrados indivíduos de coloração marrom. Observou-se que, nesta época, folhas amarelas em meio às folhas verdes estavam mais raras do que em abril, sendo as cores predominantes nos ambientes estudados eram o verde, o marrom e cores acinzentadas de folhas mortas. As fotografias apresentadas na Figura 9 foram feitas no mês de julho de 2011, na margem do Lago do DAAE.



Figura 9: Folhas secas de tonalidades pardacenta e marrom entre folhas verdes (A e B) e indivíduos de *Hypsiboas prasinus* de coloração parda (C) e marrom (seta) (D) em meio a folhas verdes. Lago do DAAE, Ribeirão da Ermida, Serra do Japi, Jundiaí, SP.

No dia 22/08/2011, no Lago do Bezzuti, o indivíduo 28 foi encontrado entre folhas de uma samambaia, que apresentava tanto folhas verdes como folhas secas de tonalidade marrom, além de folhas alaranjadas que caíram de uma árvore próxima. A coloração dorsal do indivíduo, intermediária entre amarelo e laranja (considerada como marrom para as análises anteriores) favorecia sua camuflagem, tornando-o similar às folhas alaranjadas presas entre as folhas secas da samambaia, conforme visto na Figura10.

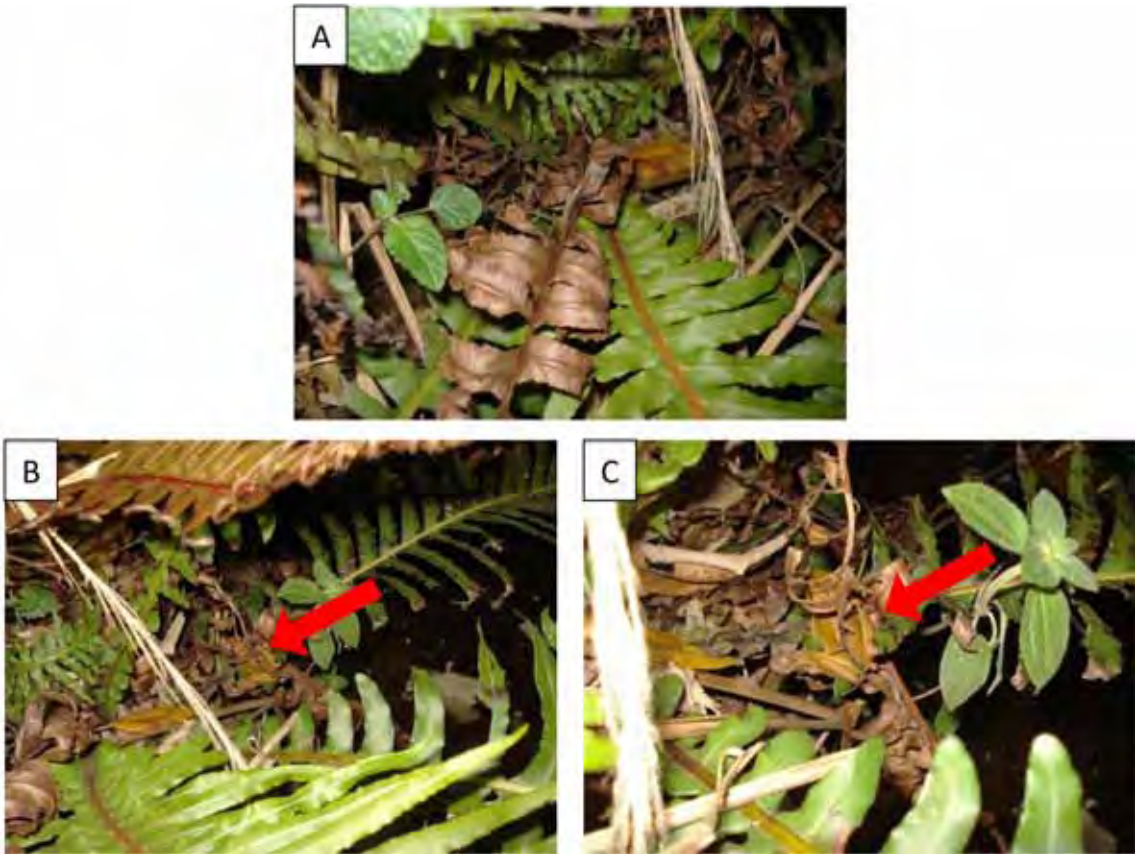


Figura 10: Folha de árvore de tonalidade amarelo-alaranjado entre folhas secas e verdes de uma samambaia (A). Indivíduo 28 de *Hypsiboas prasinus* (seta) entre as folhas secas da samambaia (B e C). Lago do Bezzuti, Serra do Japi, Jundiaí, SP.

No dia 17/10/2011, foi possível perceber que o padrão dorsal do indivíduo 21, que era peculiarmente manchado, lhe conferia uma aparência ainda mais similar à uma folha amarelada e envelhecida, conforme demonstrado na Figura 11.

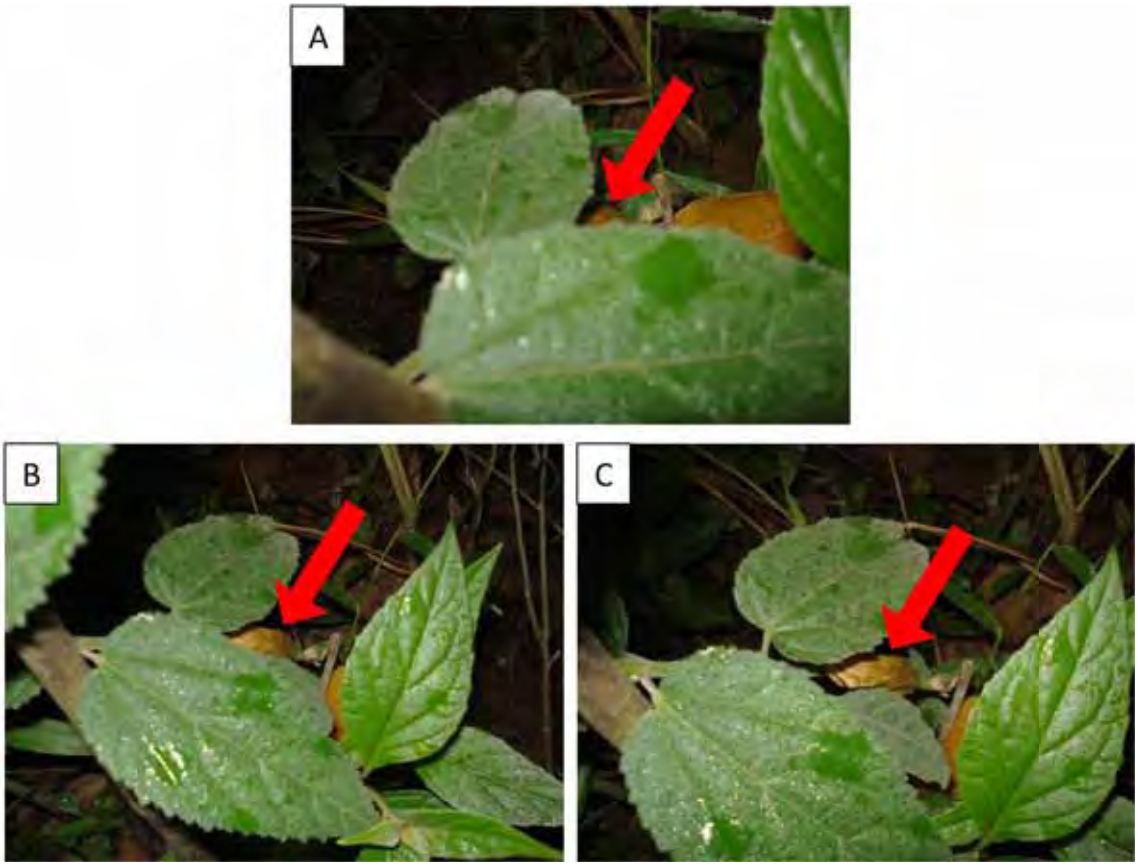


Figura 11: Folha amarela de superfície envelhecida em meio a folhas verdes, juntamente com uma pequena porção do dorso do indivíduo 21 (seta) (A). Dorso do indivíduo 21 (seta), apresentando coloração amarela com machas escuras similares às da folha envelhecida (B e C). Lago do Bezzuti, Serra do Japi, Jundiaí, SP.

A Figura 12 mostra exemplos de indivíduos de coloração verde em meio a folhas verdes. O indivíduo 45 foi fotografado em abril de 2012. Os indivíduos 52, de coloração verde e o indivíduo 51, de coloração verde-amarelada, foram fotografados em maio de 2012.

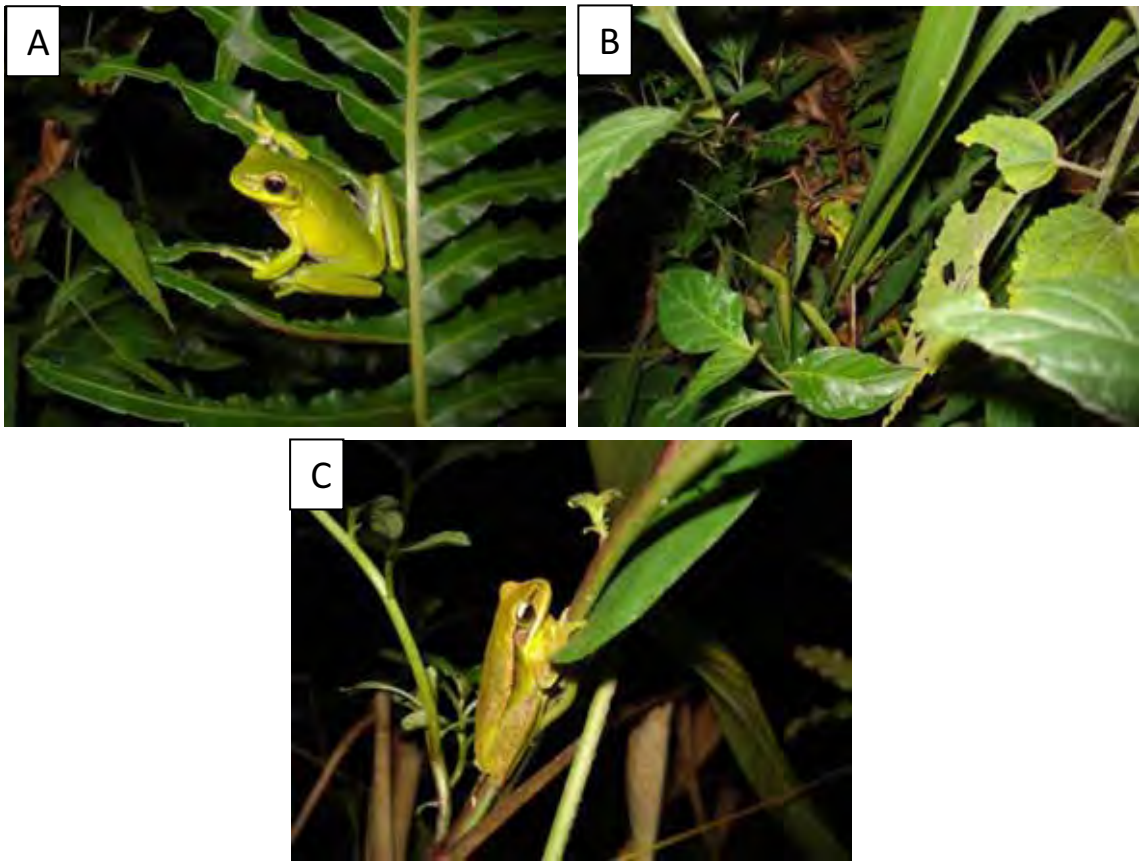


Figura 12: Indivíduo 45 (A) e indivíduo 52 (B) de *Hypsiboas prasinus* apresentando coloração verde e indivíduo 51 (C) apresentando coloração verde-amarelada. Lago do Bezzuti, Serra do Japi, Jundiaí, SP.

Em abril de 2012, o indivíduo 44 foi fotografado vocalizando sobre a lama da margem do Lago do Bezzuti. O animal apresentava coloração dorsal marrom, similar à das folhas secas ao seu redor (Figura 13).



Figura 13: Indivíduo 44 de *Hypsiboas prasinus* (seta), com coloração dorsal marrom, vocalizando diretamente sobre a lama em meio a folhas secas de coloração similar à sua. Lago do Bezzuti, Serra do Japi, Jundiaí, SP.

DISCUSSÃO

Segundo Hoffmann e Blouin (2000), todos os anuros são capazes de escurecer ou clarear cores já existentes na pele; entretanto, um número menor de espécies consegue mudar de cor. Algumas espécies passam por uma mudança ontogenética e unidirecional na coloração (i.e. a coloração do adulto difere da coloração do juvenil e a mudança é irreversível) e espécies capazes de mudanças reversíveis entre cores distintas constituem exceções.

Sabe-se que *Hypsiboas prasinus* apresenta polifenismo sazonal de coloração, havendo aumento do número de indivíduos de coloração verde na estação quente e chuvosa e aumento do número de indivíduos de cor marrom na estação fria e seca, coincidindo com o aumento do número de folhas verdes e secas, respectivamente, em cada uma dessas estações (HADDDAD, 1991; TOLEDO e HADDAD, 2009). Segundo Toledo e Haddad (2009), a capacidade de mudança de cor de *H. prasinus* é comparável à de *Pseudacris regilla*, que apresenta, dentro de uma mesma população, indivíduos de cores fixas, verde ou marrom, e um grupo de indivíduos de coloração mutável, capaz de alterar sua coloração reversivelmente entre verde e marrom (WENTE e PHILLIPS, 2003; STEGEN *et al*., 2004).

O aumento da crípse dos animais, como forma de evitar predadores visualmente orientados, resultante da capacidade de mudança de coloração, é um tema comum em estudos

sobre os padrões de cores em anuros (e. g. KATS e VAN DRAGT, 1986; MOREY, 1990; STEGEN *et al*., 2004; WENTE e PHILLIPS, 2005).

Temperatura e propriedades das cores do substrato são frequentemente apontadas como estímulos responsáveis pela alteração da coloração em anuros. Temperaturas altas e substratos claros geralmente levam os animais a passar para o padrão mais claro (ou verde) e temperaturas mais baixas e substratos escuros os levam a mudar para o padrão mais escuro (ou marrom) (KATS e VAN DRAGT, 1986; KING *et al*., 1994; STEGEN *et al*., 2004). A ocorrência dos diferentes padrões de cores de *H. prasinus* obtidos neste estudo e também por Haddad (1991) condizem com essa generalização.

No presente trabalho, foram identificadas cinco cores para *H. prasinus*, sendo as cores amarela e parda, consideradas intermediárias, observadas ao longo de quase todo o ciclo anual, sem concentração significativa em nenhuma porção deste ciclo. Foram também as cores com maior número de registros (N amarelo = 104 e N pardo = 32). A ocorrência das cores intermediárias ao longo de todo o ano sugere que a alteração de cor na população de *H. prasinus* da Serra do Japi não ocorre de forma sincronizada e uniforme entre os indivíduos, possibilitando a co-ocorrência de indivíduos de coloração intermediária com indivíduos das colorações verde e marrom. A cor marrom, associada à estação fria e seca, ocorreu com concentração significativa entre abril e setembro, meses caracterizados por temperaturas baixas, enquanto a cor verde concentrou-se significativamente entre fevereiro e maio, que corresponde ao final do período quente e chuvoso. A cor verde-amarelada, embora seja visualmente uma cor intermediária, apresenta distribuição anual de concentração estatisticamente significativa e similar à da cor verde, porém, estendendo-se para os meses de julho a agosto, caracterizados por temperaturas baixas. Isso sugere que os indivíduos verde-amarelados sejam indivíduos previamente verdes iniciando uma mudança de cor para o marrom através de uma provável passagem pela cor amarela.

Não foi realizada nenhuma medida padronizada da proporção entre as cores verde e marrom no ambiente estudado ao longo do período de coleta de dados. Entretanto, é possível afirmar que o ambiente permaneceu predominantemente verde ao longo de todo o período de estudo, havendo apenas um aumento na frequência de folhas secas encontradas caídas em meio à vegetação durante a estação fria e seca. Assim, é possível que a temperatura seja o estímulo preponderante para provocar a mudança de coloração de *H. prasinus*. A melhor compreensão dos papéis da temperatura e da cor do substrato sobre alteração de cor desta espécie requer uma experimentação similar à realizada para *Pseudacris regilla* (WENTE e PHILLIPS, 2003; STEGEN *et al*., 2004; WENTE e PHILLIPS, 2005).

Espécies de anuros capazes de mudanças rápidas de cor são incomuns (HOFFMANN e BLOUIN, 2000). O registro da fêmea de *H. prasinus* passando da cor parda para o verde em cerca de 24 horas mostra que essa espécie possui o potencial para alterações rápidas de coloração. Contudo, a mudança verificada para este indivíduo ocorreu em condições artificiais de temperatura, cor de substrato e luminosidade, devido à sua manutenção no laboratório da Base Ecológica da Serra do Japi. Não se sabe, portanto, se o intervalo de 24 horas corresponde exatamente ao tempo necessário para a mudança de cor em condições naturais. Este caso também contribui com o dado de que a cor parda provavelmente corresponde à transição em direção à cor verde e que é possível que substratos claros estimulem *H. prasinus* a mudar para a cor verde, já que o animal foi mantido em um saco plástico transparente em uma sala com paredes e chão de cor branca.

A informação de que a frequência de indivíduos de cor marrom aumenta na estação fria e seca e a frequência de indivíduos verdes aumenta na estação quente e chuvosa (TOLEDO e HADDAD, 2009) sugere que *H. prasinus* beneficie-se de uma camuflagem do tipo mimese eucríptica do espectro de luz visível (PASTEUR, 1982), já que o animal acompanharia a coloração predominante no ambiente. Todavia, os dados obtidos neste trabalho para *H. prasinus* na Serra do Japi mostram que seu polifenismo de coloração pode lhe conferir também camuflagem por mimese fanérica, que consiste em se assemelhar a objetos isolados e conspícuos, porém, comuns no ambiente (PASTEUR, 1982). Os indivíduos verdes e marrons, que acompanham a coloração geral das folhas ao longo das estações seguiriam, mais provavelmente, o padrão de mimese eucríptica. Já os indivíduos amarelos e pardos provavelmente adotam uma estratégia diferente de camuflagem, assemelhando-se a folhas mortas contrastantes em meio ao verde predominante. O uso de diferentes estratégias de camuflagem dentro de uma mesma população pode ser parte da explicação da ocorrência de cores intermediárias, simultaneamente com as cores extremas, ao longo de todo o ano. Este fenômeno também aumenta a semelhança entre *H. prasinus* e *Pseudacris regilla* (WENTE e PHILLIPS, 2005), pois ambas as espécies podem apresentar indivíduos com estratégias de defesa distintas, de acordo com a sua coloração.

BIBLIOGRAFIA

HADDAD, C. F. B. Ecologia reprodutiva de uma comunidade de anfíbios anuros na Serra do Japi, Sudeste do Brasil. 1991. 154 f. Tese (Doutorado em Biologia,Área de Ecologia). Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas.

HOFFMAN, E. A.; BLOUIN, M. S.A review of color and pattern polymorphisms in anurans. **Biological Journal of the Linnean Society**. v. 70, p. 633-665. 2000.

KATS, L. B.; VAN DRAGT, R. G. Background colour matching in the spring peeper, *Hyla crucifer*. **Copeia**. v. 1986, n. 1, p. 109-115. 1986.

KING, R. B.; HAUFF, S.; PHILLIPS, J. B. Physiological color change in the green treefrog: Responses to background brightness and temperature. **Copeia**. v. 1994, n. 2, p. 422-432. 1994.

LEITÃO-FILHO, H. F. A flora arbórea da Serra do Japi. In **História natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. (MORELATO, L. P. C., org.). Ed. da Unicamp / FAPESP, Campinas, p. 188-211. 1992.

MOREY, S. R. Microhabitat selection and predation in the Pacific treefrog, *Pseudacris regilla*. **Journal of Herpetology**. v. 24, n. 3, p. 292-296. 1990.

PASTEUR, G. A classification review of mimicry systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**. v. 13, p. 169-199. 1982.

STEGEN, J. C.; GIEGER, C. M.; SUN, L. The control of color change in the Pacific tree frog, *Hyla regilla*. **Canadian Journal of Zoology**. v. 82, p. 889-896. 2004.

TATTERSALL, G. J.; ETEROVICK, P. C.; ANDRADE, D. V. Tribute to R. G. Boutilier: Skin colour and body temperature changes in basking *Bokermannohyla alvarengai* (Bokermann, 1956). **The Journal of Experimental Biology**. v. 209, p. 1185-1196. 2006.

TOLEDO, L. F.; HADDAD, C. F. B. Colors and some morphological traits as defensive mechanisms in anurans. **International Journal of Zoology**. v. 2009, p. 1-12. 2009.

WENTE, W. H.; PHILLIPS, J. B. Fixed green and brown color morphs and a novel color-changing morph of the Pacific tree frog, *Hyla regilla*. **The American Naturalist**. v. 162, n. 4, p. 461-473. 2003.

WENTE, W. H.; PHILLIPS, J. B. Microhabitat selection by the Pacific treefrog, *Hyla regilla*. **Animal Behaviour**. v. 70, p. 279-287. 2005.

CONCLUSÃO GERAL

O comportamento de *Hypsiboas prasinus* é típico de um anuro de padrão de reprodução prolongada e atividade noturna. É uma espécie de comportamento territorial, marcado por fidelidade ao sítio de vocalização, embora com grande variação individual na capacidade de manter uma posição constante no lago. Os territórios são defendidos, principalmente, por meio da emissão de vocalizações, já que elementos de comunicação visual, embora existentes, são pouco empregados, geralmente limitando-se a exibições do saco vocal.Infere-se que combates físicos sejam pouco empregados pela espécie.

A espécie apresenta-se ativa ao longo de todo o ciclo anual, sendo tolerante a temperaturas relativamente baixas, de modo que seu padrão de atividade é regulado, predominantemente, pela interação com coespecíficos. Essas interações afetam as frequências com que são emitidas cada uma das quatro notas principais constantes de seu repertório vocal.

O polifenismo de coloração, variando entre marrom e verde, tem por função permitir que o animal se camufle em um ambiente de floresta estacional semidecídua e os dados obtidos permitiram sugerir que animais de uma mesma população fazem uso de dois padrões distintos de camuflagem: mimese eucríptica e mimese fanérica.

APÊNDICE I

Script do R para cálculo das áreas de vida por Mínimos Polígonos Convexos (MCP)

```
setwd("C:\\Users\\user\\Documents\\Biologia\\Mestrado\\Dissertação\\Análise de dados -
        final\\Territorialidade")
dir()
tabela<-read.table("territorio.txt", head=T, sep="\t", dec=".")
head(tabela)
individuos.lista<-tabela$Indivíduo
individuos.xy<-subset(tabela, select=c(X,Y))
plot(individuos.xy)
plot(jitter(individuos.xy$X,3), jitter(individuos.xy$Y,3))

for (QUEM in unique(individuos.lista))
        {
        individuos.xy.atual<-subset(individuos.xy, individuos.lista==QUEM)
        x11()
        plot(individuos.xy.atual, xlim=range(individuos.xy$X),
        ylim=range(individuos.xy$Y))
        title(paste("individuo atual", QUEM))
        }

individuos.lista.freq<-data.frame(table(individuos.lista))
individuos.lista.freq.maior5<-subset(individuos.lista.freq, Freq>=5)

individuos.lista.freq.maior5

tabela.maior5<-subset(tabela, Indivíduo %in% rownames(individuos.lista.freq.maior5))

individuos.maior5.lista<-tabela.maior5$Indivíduo
individuos.maior5.xy   <-subset(tabela.maior5, select=c(X,Y))
individuos.maior5.xy$X<-individuos.maior5.xy$X+runif(n=nrow(individuos.maior5.xy),
        min=-0.05, max=0.05)
```

```
individuos.maior5.xy$Y<-individuos.maior5.xy$Y+runif(n=nrow(individuos.maior5.xy),
        min=-0.05, max=0.05)

require(adehabitat)
individuos.homerange<-mcp(individuos.maior5.xy, individuos.maior5.lista, percent=100)

individuos.homerange.centroid<-aggregate(individuos.homerange[c("X","Y")],
        list(individuos.homerange$ID), mean)

x11()
plot(individuos.xy, pch=19, cex=0.7)
plot(individuos.homerange, add=T, colpol="transparent", lwd=0.7, lty=2)
text(individuos.homerange.centroid$X, individuos.homerange.centroid$Y,
        individuos.homerange.centroid$Group.1)

x11()
plot(individuos.maior5.xy, pch=19, cex=0.7)
plot(individuos.homerange, add=T, colpol="transparent", lwd=0.7, lty=2)
text(individuos.homerange.centroid$X, individuos.homerange.centroid$Y,
        individuos.homerange.centroid$Group.1)

tabela.aream2<-NULL

for (QUEM in unique(individuos.maior5.lista))
        {
        individuos.maior5.xy.atual<-subset(individuos.maior5.xy,
        individuos.maior5.lista==QUEM)
        individuos.maior5.atual   <-subset(individuos.maior5.lista,
        individuos.maior5.lista==QUEM)
        x11()

        plot(jitter(individuos.xy$X,3), jitter(individuos.xy$Y,3))
        points(individuos.maior5.xy.atual, xlim=range(individuos.maior5.xy$X),
        ylim=range(individuos.maior5.xy$Y), cex=1.5, pch=19, col="red")
```

```
        individuos.maior5.mcp      <-mcp      (individuos.maior5.xy.atual,
        individuos.maior5.atual, percent=100)

        plot(individuos.maior5.mcp, add=T, colpol="transparent", colborder="blue", lwd=2)

        (individuos.maior5.mcp.area<-mcp.area(individuos.maior5.xy.atual,
        individuos.maior5.atual, percent=100, unin = c("m"), unout = c("m"), plotit =
        FALSE))

        title(paste("individuo atual", QUEM, "areaM2=",
        round(individuos.maior5.mcp.area,3)))

        tabela.aream2<-data.frame(rbind(tabela.aream2, cbind(QUEM, aream2<-
        c(individuos.maior5.mcp.area[[1]]) )))

        }

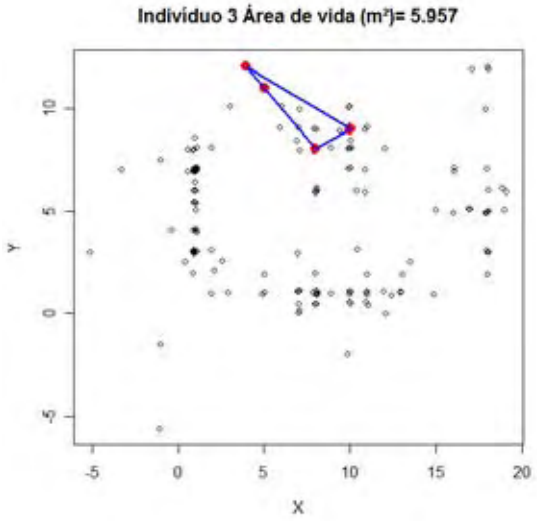
tabela.aream2

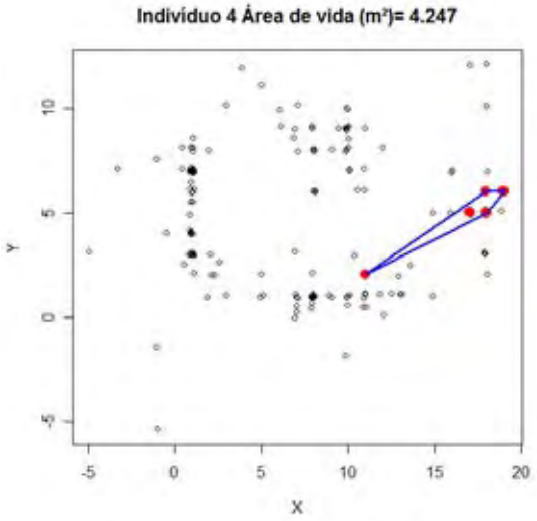
x11()
plot(tabela.aream2)

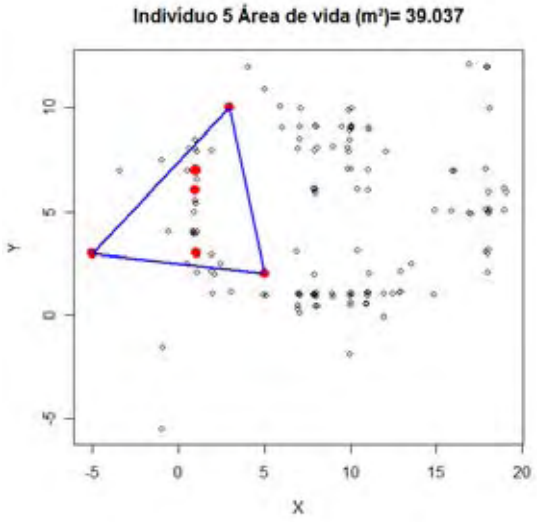
x11()
hist(tabela.aream2$V2, xlab="Area de vida em m2", ylab="Número de indivíduos")
```

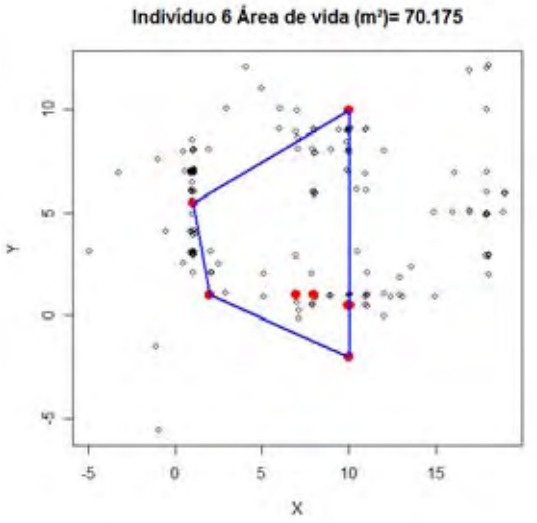
APÊNDICE II

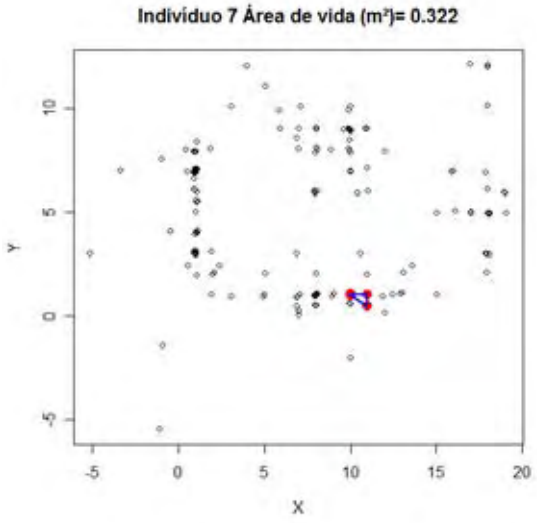
Gráficos das áreas de vida individuais no Lago do Bezzuti, Serra do Japi

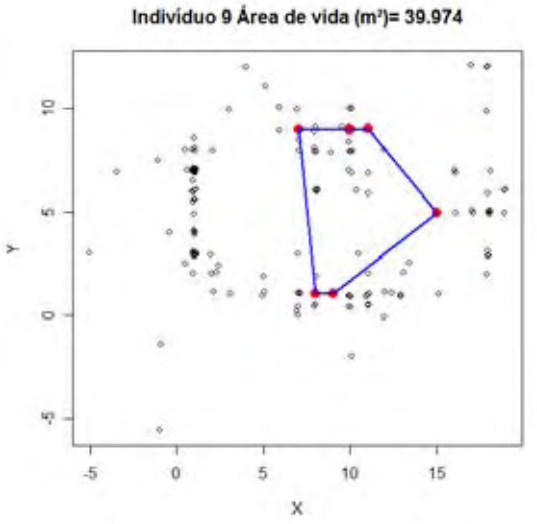


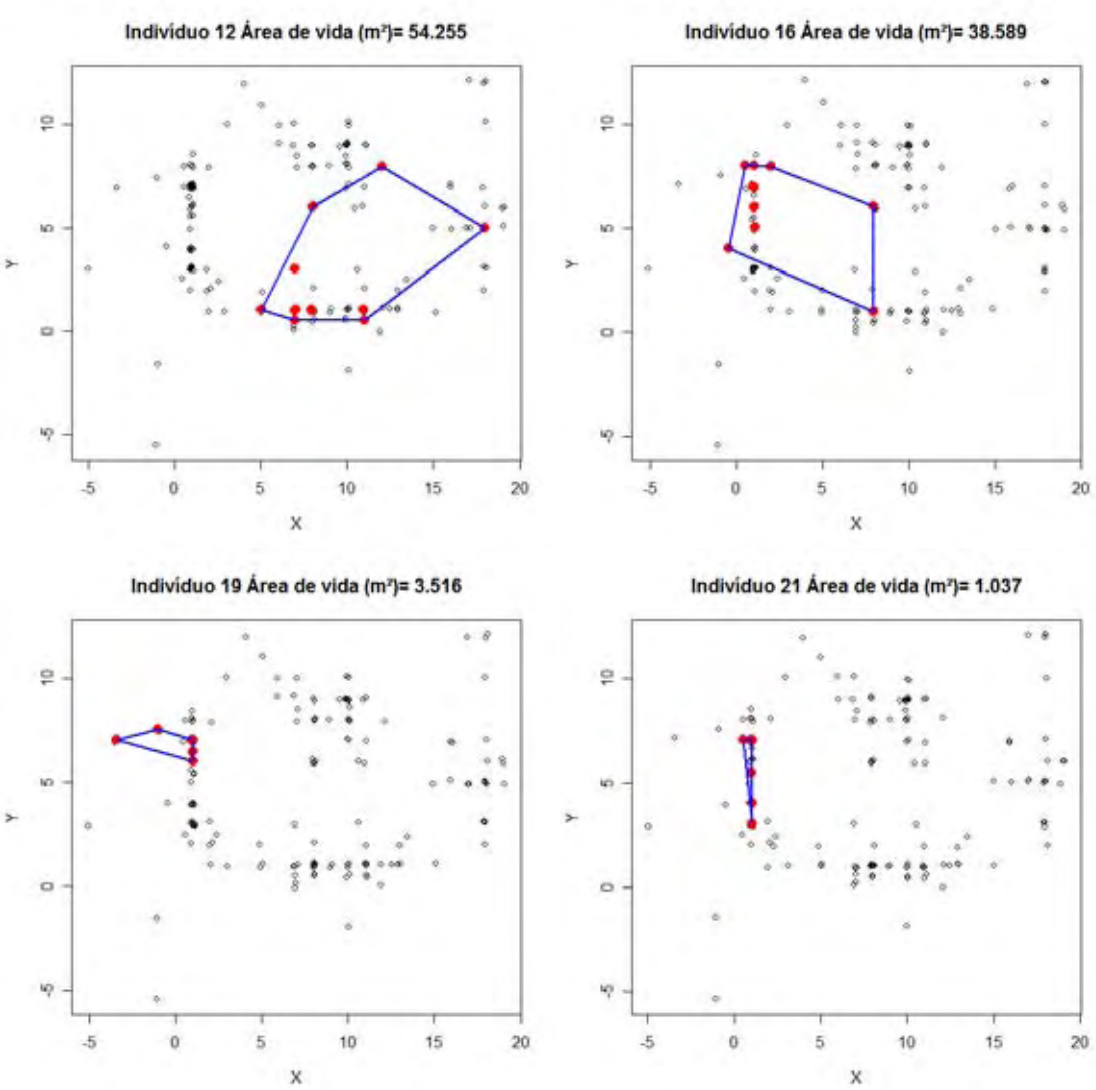











Indivíduo 12 Área de vida (m²)= 54.255
Indivíduo 16 Área de vida (m²)= 38.589
Indivíduo 19 Área de vida (m²)= 3.516
Indivíduo 21 Área de vida (m²)= 1.037
X
Y