

INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS E SOCIAIS SOBRE A ATIVIDADE DE VOCALIZAÇÃO DE *HYLODES NASUS* LICHTENSTEIN (1823) (AMPHIBIA, ANURA) EM UM RIACHO NA FLORESTA DA TIJUCA, RIO DE JANEIRO, BRASIL.

VINICIUS CARVALHO DA SILVA E SOUZA

Prefeitura Municipal de Duque de Caxias, Secretaria de Meio Ambiente, Alameda James Franco, 02, Jardim Primavera, 25213-005, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil, vc-silvaesouza@gmail.com.

HENRIQUE WOGEL

Centro Universitário de Volta Redonda, Avenida Paulo Erlei Alves Abrantes, 1325, 27240-560, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.

PATRÍCIA ALVES ABRUNHOSA

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Animal, 23890-000 Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil.

9

Resumo: A atividade de vocalização dos anfíbios anuros é influenciada por fatores ambientais (e.g. temperatura, pluviosidade, umidade e fotoperíodo) e sociais (e.g. vocalização com outros indivíduos). Neste trabalho foi estudada a influência das variáveis abióticas (temperatura do ar, da umidade, da pluviosidade e da velocidade da correnteza) sobre a abundância de indivíduos acusticamente ativos e o número de cantos por minuto (atividade de vocalização) de *Hylodes nasus*, bem como a influência destas variáveis bióticas entre si em uma área de Floresta Atlântica. Foram realizadas observações diretas, com duas expedições mensais, de março de 2007 a fevereiro de 2008, no intervalo de 7 h às 17 h. A atividade de vocalização esteve positivamente associada à temperatura do ar e à pluviosidade mensal, negativamente à umidade e velocidade da correnteza, e sem influência da pluviosidade acumulada (24 h). A abundância de indivíduos vocalizando esteve positivamente associada ao número de cantos por minuto. Os resultados encontrados podem contribuir para aprimoramento da compreensão a respeito das variáveis que influenciam a estrutura populacional dos anuros com hábito reofílico e do papel de cada variável analisada.

Palavras-chave: Comportamento social, estrutura populacional, hábito reofílico.

ENVIRONMENTAL AND SOCIAL FACTORS AFFECTING CALLING BEHAVIOR OF *HYLODES NASUS* LICHTENSTEIN (1823) (AMPHIBIA, ANURA) AT A STREAM IN TIJUCA FOREST, RIO DE JANEIRO, BRAZIL.

Abstract: The calling activity of anurans is influenced by local environmental (e.g. temperature, rainfall, humidity and photoperiod) and social factors (calling activity). This study investigated the influence of air temperature, humidity, rainfall and speed water flow on acoustically active individuals' abundance and frequency of notes per minute of *Hylodes nasus*, as well as these biotic variables influence each other in Atlantic Rain Forest. Direct observations were carried out with two monthly expeditions from March 2007 to February 2008, in the interval from 7:00 to 17:00. Calling activity was positively associated with air temperature and monthly rainfall, negatively associated with humidity and speed water flow, and without influence with accumulated rainfall (24 hrs). The acoustically active individuals' abundance was positively influenced with frequency of notes per minute. The results may contribute to improve understanding of variables that influence anuran population structure with rheophilic habit and the role of each analyzed variable.

Keywords: Social behavior, population structure, rheophilic habit.

INTRODUÇÃO

Em anfíbios anuros, a atividade de vocalização constitui a principal forma de comunicação destes animais (Duellman & Trueb, 1994). A vocalização pode contribuir para o sucesso reprodutivo dos machos, sendo utilizada na atração de fêmeas, na defesa de territórios e na manutenção de um espaçamento entre os sítios de vocalização de machos co- e heteroespecíficos (Abrunhosa et al., 2014; Wogel et al., 2004a; Gerhardt, 1994).

Muitas espécies possuem um repertório vocal complexo, evidenciando diferentes tipos de cantos específicos usados em contextos sociais diferenciados (Wells & Schwartz, 2006). Tais espécies estão geralmente associadas a um padrão temporal de reprodução do tipo prolongado, cuja a maior disponibilidade de tempo para reprodução possibilita a oportunidade do uso de tais sinais (Wogel et al., 2004b).

Em geral, espécies de reprodução prolongada tendem a restringir a atividade de vocalização a um determinado período, de modo a evitar gastos energéticos desnecessários e reduzir sua vulnerabilidade à predação. Tal comportamento é de extrema relevância, uma vez que a atividade de vocalização por si só exige um elevado gasto energético e pode atrair predadores acusticamente orientados (Duellman & Trueb, 1994).

Uma maneira de avaliar o uso do tempo em uma escala diária e sazonal seria através da análise dos parâmetros ambientais ou sociais que influenciem ou que estejam correlacionados com o período de vocalização dos indivíduos. Dentre os fatores ambientais que influenciam a atividade de vocalização dos indivíduos, podemos citar: a temperatura do ar (Milne et al., 2013; Almeida-Gomes et al., 2007), temperatura da água (Milne et al., 2013; Steelman & Dorcas, 2010), a umidade relativa do ar (Almeida-Gomes et al., 2007; Cree, 1989), a pluviosidade (Hauselberger & Alford, 2005; Duellman, 1995), as fases da lua (Grant et al., 2012), a luminosidade (Boquimpani-Freitas et al., 2002) e o fotoperíodo (Hatan et al., 2002).

Segundo Ritke et al. (1992), a influência de fatores ambientais sobre a atividade de vocalização ou, mais especificamente, sobre os parâmetros acústicos do canto, pode atuar de duas maneiras: diretamente, afetando processos fisiológicos nos indivíduos, ou indiretamente, atuando como um parâmetro temporal desencadeador da atividade reprodutiva. No entanto, a importância relativa desses fatores sobre a atividade de vocalização pode variar entre as espécies (Brooke et al., 2000). Sendo assim, é importante o desenvolvimento de estudos que busquem compreender essa relação

para aprimorar o conhecimento sobre esse aspecto, sendo capaz de contribuir com ações de preservação mais eficazes.

Considerando o ambiente social, machos cantores co- e/ou heteroespecíficos podem atuar de maneiras variadas. A atividade de vocalização de um macho pode: (1) estimular a atividade de vocalização em outros machos, formando agregações reprodutivas (Hauselberger & Alford, 2005); (2) incitar variações nos parâmetros acústicos de outros machos com o objetivo de tornarem-se mais conspícuos para as fêmeas (Wells, 1988); (3) inibir a atividade reprodutiva de machos heteroespecíficos (Wells & Schwartz, 2006); (4) promover a ocorrência de comportamentos agonísticos e disputas por território (Wells & Schwartz, 2006); ou ainda (5) estimular mudança na estratégia reprodutiva de outros machos, como por exemplo, a exibição de comportamento satélite (Lucas et al., 1996).

Em algumas espécies e contextos sociais, a vocalização pode ser acompanhada de sinais visuais (Wogel et al., 2004a; Haddad & Giaretta, 1999; Pombal-Jr. et al., 1994), como por exemplo, movimentação dos membros ou artelhos e mudanças de postura (ver Hödl & Amézquita, 2001). Estes comportamentos, que estão comumente associados com a exibição de partes do corpo coloridas ou brilhantes (Bradbury & Vehrencamp, 1998), apresentam uma função complementar à vocalização durante as interações de curta distância (Amézquita & Hödl, 2004).

Hylodes nasus Lichtenstein (1823) é conhecida apenas da Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ (Canedo, 2008), onde os machos são frequentemente encontrados em atividade de vocalização durante o dia, sobre pedras localizadas em pequenos riachos e exibindo sinais visuais em contextos diferenciados, como por exemplo, defesa de território e comportamento reprodutivo (Wogel et al., 2004a).

O objetivo deste estudo foi analisar a atividade de vocalização de *H. nasus* na Floresta da Tijuca e a influência de fatores ambientais e sociais sobre a sua vocalização.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido em um trecho de 100 metros do Rio das Almas (coordenada UTM = 23 K 676048 7461086 e altitude = 522 m), localizado na Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil.

O Maciço da Tijuca é uma formação geológica constituída por serras e montanhas com cristas rochosas alinhadas em uma direção predominante NE-SE. Esta formação configura um anteparo natural aos ventos úmidos do litoral, ocasionando índices pluviométricos que chegam a ultrapassar 2.000 mm anuais. As características climáticas associadas a características edáficas, fisiogeográficas e geomorfológicas proporcionam

condições favoráveis ao estabelecimento de uma formação florestal exuberante (Coimbra-Filho et al., 1973). Esta região florestal é considerada uma das maiores florestas urbanas do mundo, com aproximadamente 3.953 hectares (Fig. 1) (ICMBio, 2008).

PROCEDIMENTOS GERAIS

Foram realizadas, de março de 2007 até fevereiro de 2008, duas visitas mensais à área de estudo com intervalos regulares de 15 dias, totalizando 24 dias de amostragem. A cada visita, de 7 h às 19 h, foram registradas variáveis ambien-

tais (temperatura do ar, umidade, velocidade da correnteza e pluviosidade) e sociais (número de indivíduos coespecíficos em atividade de vocalização e número de cantos emitidos por minuto), a cada intervalo de hora de amostragem.

No início de cada hora, registrou-se a temperatura do ar, a umidade relativa e a velocidade da correnteza. A temperatura do ar e a umidade relativa foram registradas com o auxílio do instrumento digital THAL-300 (precisão 0.1 °C e 0.1%). A velocidade da corren-



Fig. 1. Imagem de satélite com demarcação dos limites do Parque Nacional da Tijuca no Rio de Janeiro, conforme definido no Plano de Manejo da Unidade de Conservação (Setor A – Floresta da Tijuca; Setor B – Serra da Carioca; Setor C – Pedra da Gávea / Pedra Bonita; Setor D – Pretos Forros / Covanca).

teza foi estimada utilizando uma bola de pingue-pongue presa a uma linha de 1 metro de comprimento. Com auxílio de um cronômetro, registrou-se o tempo que a bola percorreu deslocando-se em uma distância de um metro em linha reta. Através da fórmula ($V_m = d/t$), calculou-se a velocidade da correnteza (em m/s) no trecho de observação dos indivíduos. Foram utilizados dados de pluviosidade (mensal e acumulada em 24 horas) da Estação Meteorológica Alto da Boa Vista (22°57'S 43°16'W 347 metros), do Instituto Nacional de Meteorologia.

Após registro das variáveis ambientais, a amostragem foi dedicada ao registro das variáveis sociais. Durante 10 minutos, o observador percorreu a margem do trecho do riacho em estudo para realizar o senso acústico com o registro do número de cantos através do método animal focal

(Del-Claro, 2010). Os indivíduos acusticamente ativos foram analisados por observação direta por três minutos. Ressalta-se que as amostragens foram sempre realizadas pelo mesmo observador e que apenas cantos de anúncios foram considerados para registrar o número de cantos.

Com auxílio de um cronômetro, calculou-se a média do número de cantos por minuto para cada indivíduo. Levando-se em consideração que o canto de *H. nasus* é constituído por um, dois ou três assobios trinados consecutivos (Wogel et al., 2004a), cada assobio foi considerado como um canto. A escolha de tal procedimento está fundamentada na suposição de que, um macho ao emitir canto constituído por três assobios trinados consecutivos, esteja mais estimulado a

vocalizar do que outro macho, que emite canto constituído por um ou dois assobios trinados (Wells, 2007). Dessa forma, essas situações não poderiam ser consideradas como equivalentes para testar a influência das variáveis ambientais na atividade de canto em *H. nasus*.

A análise estatística foi realizada através do programa Systat 13, sendo utilizado teste de regressão multivariada para avaliar a influência das variáveis ambientais (temperatura do ar, umidade, velocidade da correnteza, pluviosidade mensal e pluviosidade acumulada em 24 horas) sobre as variáveis sociais (número de indivíduos ativos e número de cantos por minuto). Em relação ao número de cantos por minuto, as análises foram realizadas considerando o valor médio dessa variável amostrada a cada hora, tendo em vista a variação do número de indivíduos ativos ao longo do dia. A regressão simples foi utilizada para avaliar a influência das variáveis sociais entre si. Ressalta-se que as análises estatísticas utilizadas neste trabalho seguem adequadamente suas respectivas premissas e estão de acordo com Zar (1999).

RESULTADOS

Machos de *H. nasus* apresentaram atividade de vocalização durante todo o período de estudo, exceto nos meses mais frios (maio e junho) (Fig. 2A e 2B). Na primeira hora em campo (7 h – 8 h) foi possível flagrar machos de *H. nasus* em atividade de vocalização, ao passo que se observou a diminuição desta atividade, próximo ao horário de pôr do sol (cerca de 17 h). A abundância de machos acusticamente ativos de *H. nasus* (amplitude = 0-6 machos ativos/dia) sofreu uma variação diária bimodal, apresentando um pico de atividade durante a manhã (8 h – 9h) e outro durante a tarde (14 h – 15 h), com redução por volta de 12 h (Fig. 3A). O número de cantos emitidos por minuto (amplitude = 0-14 cantos/min) foi maior no período matutino com redução por volta das 12 h. No período vespertino (13 h – 14 h), a variável apresentou um novo aumento com posterior declínio até o fim do dia (Fig. 3B).

As variáveis ambientais influenciaram a abundância de indivíduos ativos ($p < 0,01$; $R^2 = 0,43$; $R = 0,65$) e o número de cantos por minuto ($p < 0,01$; $R^2 = 0,45$; $R = 0,67$). A temperatura do ar e a pluviosidade mensal estiveram positivamente associadas com a abundância de indivíduos ativos e o número de cantos por minuto. Por outro lado, a umidade relativa e a velocidade da correnteza apresentaram associação negativa com a abundância de indivíduos ativos e o número de cantos por minutos. A pluviosidade acumulada em 24

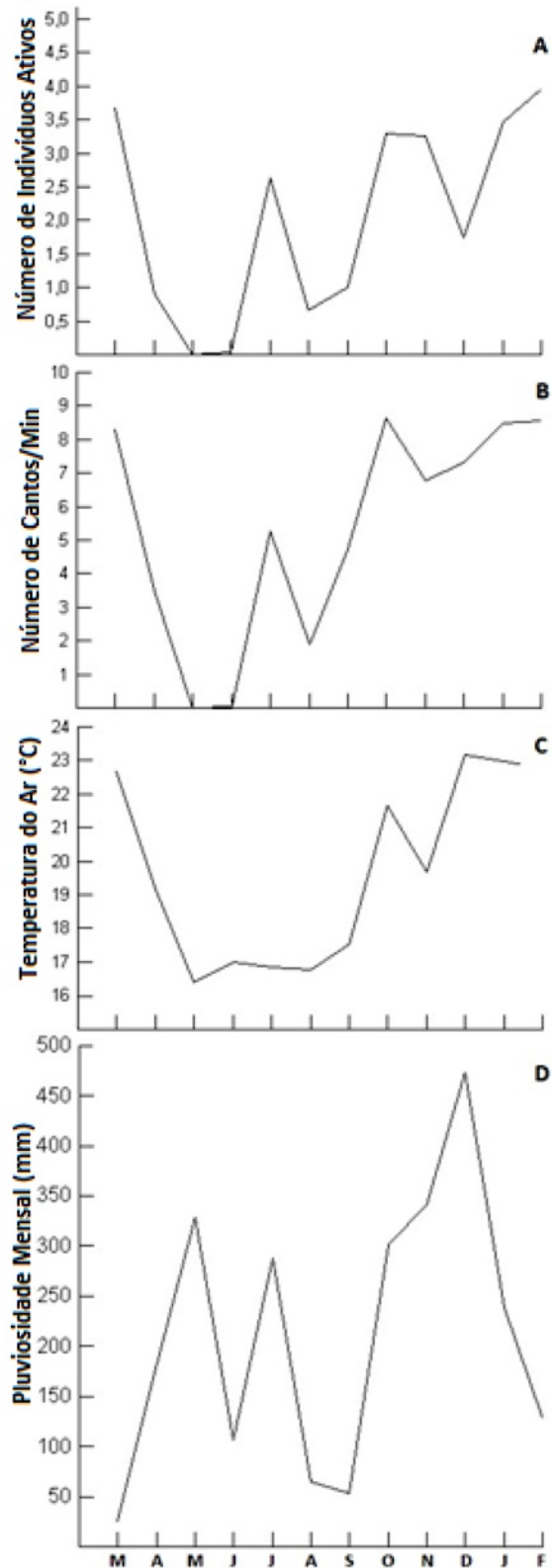


Fig. 2. (A) Variação mensal do número de machos de *Hylodes nasus* Lichtenstein (1823) (Amphibia, Anura) acusticamente ativos; (B) Variação mensal do número de cantos por minuto; (C) Variação mensal da temperatura do ar (°C); e (D) Variação mensal da pluviosidade (mm).

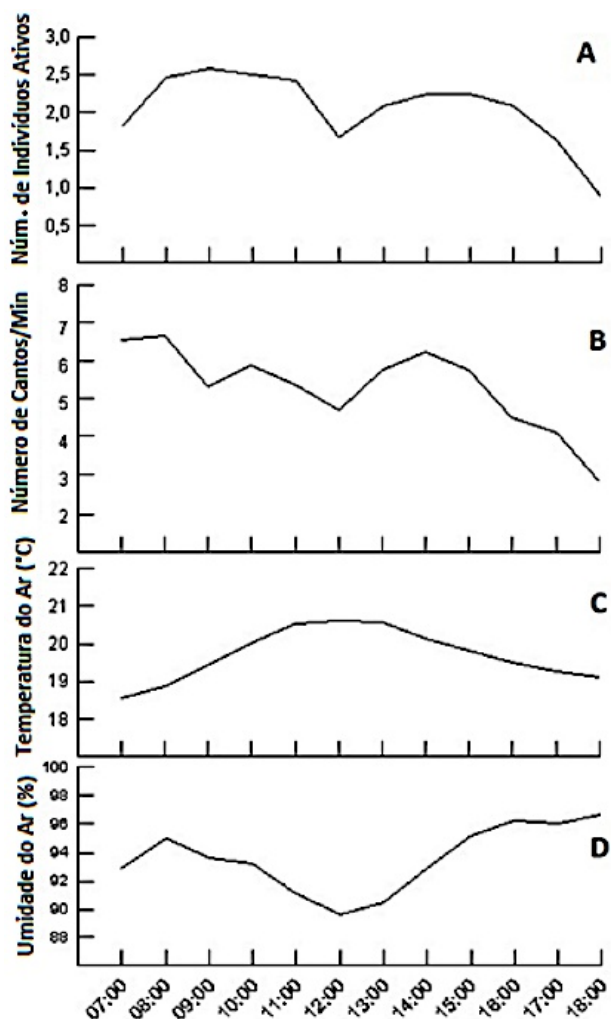


Fig. 3. (A) Variação diária do número de machos de *Hylodes nasus* Lichtenstein (1823) (Amphibia, Anura) acusticamente ativos; (B) Variação diária do número de cantos por minuto; (C) Variação diária da temperatura do ar (°C); (D) Variação diária da umidade relativa do ar.

Tab. 1. Análise de regressão multivariada entre variáveis bióticas (número de indivíduos ativos e número de cantos por minuto) relacionadas à atividade de vocalização de *Hylodes nasus* Lichtenstein (1823) (Amphibia, Anura) e variáveis abióticas (temperatura do ar, umidade, pluviosidade e velocidade da correnteza).

	Temp. Ar	Umidade Relativa	Pluv. 24horas	Pluv. Mensal	Veloc. Corrent.
N° Indiv. Ativos	p<0,01	p<0,01	p=0,12	p=0,02	p=0,01
N° Cantos/Min	p<0,01	p=0,02	p=0,41	p<0,01	p<0,01

horas não esteve associada com as variáveis bióticas (Tab. 1).

Com relação às variáveis sociais, o número de cantos emitidos por minuto esteve positivamente associado com a abundância de indivíduos acusticamente ativos ($p<0,01$; $R^2=0,60$; $R=0,77$).

DISCUSSÃO

O período de atividade vocal prolongado encontrado em *H. nasus* é conhecido para espécies congêneres, a exemplo de *Hylodes asper* Haddad & Giaretta (1999), *Hylodes fredí* Hatano et al. (2002) e *Hylodes dactylocinus* Narvaes & Rodrigues (2005), bem como para outras espécies de outros gêneros, (e.g. *Crossodactylus gaudichaudii*, Almeida-Gomes et al., 2007).

Este comportamento é típico de espécies com padrão temporal reprodutivo prolongado, sendo comum em muitas espécies tropicais. Espécies de anuros que se enquadram nesta categoria apresentam competição indireta, cujos machos realizam disputa vocal para atração de fêmeas e defesa de territórios dentro ou próximos aos sítios de vocalização, corte e oviposição (Wells, 1977). Além disso, o microhabitat destas espécies (riachos) pode contribuir para a extensa atividade reprodutiva, considerando a disponibilidade de água contínua ao longo do ano. Sendo assim, essas espécies são caracterizadas pela atividade de vocalização duradoura durante a estação chuvosa, seca ou em ambas as estações (Abrunhosa et al., 2006).

A atividade de vocalização diária registrada neste trabalho evidencia o hábito diurno de *H. nasus*, com dois picos de atividade (8 h - 9 h e 14 h - 15 h). Espécies filogeneticamente relacionadas também exibiram atividade de vocalização diurna e período de vocalização diária bimodal, (e.g. *C. gaudichaudii*,

Almeida-Gomes et al., 2007, e *H. fredj*, Hatano et al., 2002). O hábito diurno é uma característica notória em Hylodidae. Esse comportamento pode ter evoluído devido ao fato dessas espécies viverem em habitats saturados de umidade ou em presença de corpo hídrico permanente, o que evita ou minimiza os riscos de desidratação durante o dia (Wells, 2007).

A atividade de vocalização, aferida pelo número de machos cantores e pelo número de notas por minuto, foi mais intensa no início e no final do dia, períodos em que a temperatura e a luminosidade são mais amenas, reduzindo os riscos de dessecação da pele e de ser visualmente detectado por predadores (Almeida-Gomes et al., 2007; Ossen & Wassersug, 2002). Se considerarmos que exatamente sobre os riachos há menor cobertura vegetal, na posição do sol ao meio-dia mais raios solares estarão incidindo sobre o próprio riacho e suas margens, aquecendo demasiadamente o microhabitat (substrato: rochas) das espécies que aí vivem.

A temperatura do ar representa uma importante variável capaz de afetar a atividade de vocalização dos anuros, sendo em alguns casos considerado o fator mais importante na regulação da atividade (Navas, 1996). Segundo Hauselberger & Alford (2005), provavelmente existe um limite fisiológico para vocalização associado com a temperatura, porém não necessariamente existe uma proporcionalidade entre a temperatura e a atividade de vocalização.

Assim, temperaturas mais elevadas podem estimular o metabolismo dos machos, iniciando o comportamento de vocalização ou aumentando o número de cantos emitidos. Os resultados para *H. nasus* mostram que a temperatura do ar foi a principal variável influenciadora sobre a atividade de vocalização, corroborando o resultado encontrado para *C. gaudichaudii* (Almeida-Gomes et al., 2007). Por outro lado, alguns estudos encontraram uma influência negativa entre a temperatura do ar e a atividade de vocalização (Ospina et al., 2013; Hatano et al., 2002).

A umidade relativa do ar pode limitar a atividade dos anuros no aspecto temporal e espacial (Cree, 1989). No entanto, segundo Saenz et al. (2006), espécies que vivem associadas a corpos d'água permanente estão expostas a uma atmosfera saturada em relação a umidade, reduzindo os riscos de desidratação. Nesses casos, espera-se que a umidade relativa do ar não afete a atividade de vocalização (Boquimpani-Freitas et al., 2002). Os resultados encontrados para *H. nasus* apresentaram uma influência negativa sobre a atividade de vocalização. Porém, essa variável sofreu pouca variação ao longo do período de estudo, mantendo-se quase sempre próxima

ao nível máximo de saturação atmosférica (100%). A baixa variação da umidade pode ser atribuída ao spray de água causado por pequenas quedas d'água no riacho. A influência negativa registrada pode ser atribuída apenas por essa variável ter apresentado uma pequena variação inversa com a temperatura do ar, principal variável influenciadora da atividade de vocalização em *H. nasus*.

Alguns estudos mostram uma influência negativa ou nenhuma influência da umidade relativa do ar (e.g. Milne et al., 2013; Santos et al., 2007; Boquimpani-Freitas et al., 2002; Hatano et al., 2002). Por outro lado, outros estudos mostram uma influência positiva desta variável, incluindo espécies filogeneticamente próximas a *H. nasus* (e.g. *C. gaudichaudii*, Almeida-Gomes et al., 2007). Alguns autores acreditam que essa variável pode ser importante, mesmo para espécies que vivem próximas a um corpo d'água permanente, argumentando que a umidade do ar pode auxiliar na transmissão do som, sendo a vocalização mais eficiente em ar mais úmido do que ar mais seco (Oseen & Wassersug, 2002; Harris, 1966). Os diferentes resultados encontrados nos trabalhos citados indicam que as espécies de riachos podem responder de maneiras diferentes à variação da umidade relativa do ar (Almeida-Gomes et al., 2007).

Sabe-se que o aumento da pluviosidade ao longo do ano afeta a atividade anual de muitos anfíbios (Marsh, 2000; Duellman, 1995; Donnelly & Guyer, 1994), aumentando a disponibilidade de água no ambiente e as oportunidades de reprodução (Hatano et al., 2002). Embora a água proveniente das chuvas seja, de fato, um fator importante na vida de um anfíbio, a quantidade em si das chuvas pode ser uma variável pouco relevante para as espécies tropicais e subtropicais, desde que o habitat da espécie contenha um corpo d'água permanente e uma atmosfera saturada de umidade (Saenz et al., 2006). Segundo Wells (1977), a relação entre a pluviosidade e a atividade reprodutiva é mais pronunciada em espécies com reprodução explosiva e/ou com habitat desprovido de um corpo d'água permanente, cuja atividade reprodutiva pode estar sincronizada com uma única chuva forte (Abrunhosa et al., 2006).

Os resultados para *H. nasus* mostraram a existência de uma relação positiva com a pluviosidade mensal. Tendo em vista que a espécie estudada não apresenta hábito reprodutivo explosivo e vivem em ambiente com a existência de corpo hídrico permanente, a influência da pluviosidade mensal pode apresentar um papel secundário. Hatano et al. (2002) não encontraram resultado significativo da pluviosidade sobre a atividade de vocalização da espécie congênere *H. fredj*.

Por outro lado, a pluviosidade acumulada (24 h) não apresentou resultado significativo,

sendo uma resposta esperada em função da espécie habitar área com corpo hídrico permanente. Além disso, foi possível observar em campo que no momento da chuva ocorria a interrupção do comportamento de vocalização.

Pelo fato dos machos de *H. nasus* vocalizarem em rochas expostas, os mesmos buscam frestas e tocas para se protegerem durante a precipitação, interrompendo a atividade de vocalização (informação pessoal). Além disso, o ruído da chuva poderia representar uma interferência sonora adicional prejudicial à comunicação, promovendo a redução ou mesmo a interrupção deste comportamento (Saenz et al., 2006). Em alguns casos, a precipitação ainda poderia aumentar o volume e a força da água no riacho, promovendo a submersão dos sítios de vocalização (Narvaes & Rodrigues, 2005; Fukuyama & Kusano, 1992) ou simplesmente carregar os indivíduos riacho abaixo. A interrupção da atividade de vocalização em função da ocorrência de chuva também foi registrada em outros trabalhos, incluindo a espécie congênere *H. fredei*. (e.g. Ospina et al., 2013; Guimarães & Bastos, 2003; Hatano et al., 2002; Fukuyama & Kusano, 1992).

A presença de um corpo d'água permanente em ambientes lóticos torna a espécie *H. nasus* menos influenciável pela pluviosidade em relação a espécies que não possuem acesso a uma fonte de água permanente (geralmente ambientes lênticos e efêmeros) (Saenz et al., 2006). Nestas últimas espécies, os riscos de desidratação são maiores e a água proveniente da chuva é primordial para manter a hidratação dos adultos, dos ovos, garantir a sobrevivência dos girinos e possibilitar eventos migratórios do ambiente terrestre até os sítios reprodutivos (Marsh, 2000).

A velocidade da correnteza pode ser uma variável importante para espécies que vivem associadas a riachos. No entanto, a avaliação da influência dessa variável sobre tais espécies não é comum. Os resultados encontrados para *H. nasus* evidenciaram uma relação negativa da velocidade da correnteza com a atividade de vocalização. Segundo Rico et al. (2004), a ocorrência de chuvas fortes durante vários dias consecutivos pode aumentar significativamente a correnteza do riacho, representando um risco para as desovas e os girinos que dependem de baixa velocidade da correnteza para se desenvolverem. Dessa forma, supõe-se que os indivíduos possam selecionar locais com menor correnteza em detrimento daqueles com correnteza mais forte.

Diversos estudos evidenciam uma fraca influência dos fatores ambientais sobre a atividade de vocalização dos anuros (Fukuyama & Kusano, 1992; Navas, 1996; Brooke et al., 2000; Van-Sluys et al., 2012). Nesses casos, os fatores bióticos podem ter maior importância sobre a atividade de vocalização do que os fatores abióticos. Nesse contexto, os fatores ambientais afetariam

a probabilidade de ocorrer atividade de vocalização, mas a existência de condições ambientais favoráveis não garante a ocorrência deste comportamento. Por outro lado, os fatores bióticos podem ter uma relação mais estreita com o início da atividade de vocalização, cuja atividade de vocalização de um macho estimula outros machos a também emitirem vocalização (Brooke et al., 2000).

Os resultados para *H. nasus* evidenciam uma relação positiva entre o número de indivíduos ativos e o número de cantos por minuto, sugerindo que variáveis bióticas também podem influenciar a atividade reprodutiva, modulando o comportamento de vocalização e, consequentemente, a atividade reprodutiva. Assim, indivíduos acusticamente ativos podem estimular indivíduos inativos a iniciarem o comportamento de vocalização ou estimular indivíduos acusticamente ativos a aumentar o número de cantos emitidos (Van-Sluys et al., 2006; Brooke et al., 2000).

A inexistência de um consenso a respeito da influência de fatores abióticos e bióticos sobre a atividade de vocalização dos anfíbios anuros pode ser atribuída à capacidade de cada espécie responder de maneiras diferentes de acordo com aspectos biológicos e ecológicos inerentes as mesmas. Essa diferença de respostas entre as espécies pode estar relacionada à estratégia reprodutiva, às características específicas do hábitat, às diferenças morfométricas e às adaptações. Dessa forma, condições ambientais similares podem produzir diferentes respostas dependendo da espécie (Ospina et al., 2013; Van-Sluys et al., 2012; Ossen & Wassersug, 2002; Lingnau & Bastos, 2007). Além disso, a comparação de resultados abrangendo espécies de hábitos diferentes pode gerar dificuldade em compreender essa influência, bem como gerar conclusões inapropriadas.

CONCLUSÃO

A realização deste trabalho permite concluir que machos de *H. nasus* apresentam uma extensa atividade de vocalização diurna e potencial para ocorrência de mais de um evento reprodutivo ao ano.

A temperatura do ar apresentou uma relação positiva com a atividade de vocalização, sendo uma variável importante na modulação deste comportamento.

A pluviosidade mensal também influenciou positivamente a atividade de vocalização, porém essa variável deve apresentar papel secundário pelo fato de *H. nasus* viver em ambiente com a existência de corpo hídrico permanente.

A umidade relativa e a velocidade da correnteza influenciaram negativamente a ati-

vidade de vocalização, sendo variáveis que podem contribuir para a flutuação dos eventos reprodutivos.

A importância desse trabalho é contribuir para a compreensão do papel das variáveis ambientais e sociais sobre a atividade de vocalização dos anuros, enriquecendo o conhecimento sobre fatores que interferem na estrutura populacional dos anuros, especialmente as espécies de hábito reofílico.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos gestores do Parque Nacional da Tijuca pelo apoio durante a realização do trabalho e por todos os colegas que contribuíram durante a realização dos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

- Abrunhosa, P. A., H. Wogel & J. P. Pombal-Jr.** 2006. Anuran temporal occupancy in a temporary pond from the Atlantic rain forest, south-eastern Brazil. *Herpetol. J.* 16: 115-122.
- Abrunhosa, P. A., H. Wogel & J. P. Pombal-Jr.** 2014. Spatial and temporal organization in three syntopic species of the *Scinax ruber* group (Anura: Hylidae) in the Atlantic rainforest, southeastern Brazil. *J. of Nat. Hist.* 48 (39-40): 1-23
- Almeida-Gomes, M., M. Van-Sluys & C. F. D. Rocha.** 2007. Calling activity of *Crossodactylus gaudichaudii* (Anura, Hylodidae) in an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil. *Belgian J. of Zool.* 137: 203-207.
- Amézquita, A. & W. Hödl.** 2004. How, when, and where to perform visual displays: the case of the Amazonian frog *Hyla parviceps*. *Herpetol.* 60: 420-429.
- Boquimpani-Freitas, L., C. F. D. Rocha & M. Van-Sluys.** 2002. Ecology of the horned leaf-frog, *Proceratophrys appendiculata* (Leptodactylidae), in an insular Atlantic Rain-Forest area of southeastern Brazil. *J. of Herpetol.* 36: 318-322.
- Bradbury, J. W. & S. L. Vehrencamp.** 1998. Principles of animal communication. Sinauer Associations, Sunderland, MA.
- Brooke, P. N., R. A. Alford & L. Schwartzkopf.** 2000. Experimental and social factors influence chorusing behavior in a tropical frog: examining various temporal and spatial scales. *Behav. Ecol. and Sociobiol.* 49: 79-87.
- Canedo, C. C.** 2008. Revisão taxonômica de *Hylodes* Fitzinger. 1826 (Anura, Hylodidae). Tese (Doutorado). Museu Nacional. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 289 p.
- Coimbra-Filho, A. F., A. D. Aldrichi & H. F. Martins.** 1973. Nova contribuição ao restabelecimento da fauna do Parque Nacional da Tijuca, GB, Brasil. *Brasil Florestal IV*: 7-25.
- Cree, A.** 1989. Relationship between environmental conditions and nocturnal activity of terrestrial frog, *Leiopelma archeyi*. *J. of Herpetol.* 23: 61-68.
- Del-Claro, K.** 2010. Introdução a Ecologia Comportamental. Technical Books, Rio de Janeiro
- Donnelly, M. A. & C. Guyer.** 1994. Patterns of reproduction and habitat use in an assemblage of Neotropical hylid frogs. *Oecol.* 98: 291-302.
- Duellman, W. E.** 1995. Temporal fluctuations in abundances of anuran amphibians in a seasonal Amazonian rainforest. *J. of Herpetol.* 29: 13-21.
- Duellman, W. E. & L. Trueb.** 1994. Biology of Amphibians. McGraw-Hill, New York.
- Fukuyama, K. & T. Kusano.** 1992. Factors affecting breeding activity in a stream-breeding frog, *Buergeri buergeri*. *J. of Herpetol.* 26: 88-91.
- Gerhardt, H. C.** 1994. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Ann. Rev. of Ecol. and System.* 25: 293-324.
- Grant, R., T. Halliday & E. Chadwick.** 2012. Amphibians' response to the lunar synodic cycle - a review of current knowledge, recommendations, and implications for conservation. *Behav. Ecol.* 24: 53-62.
- Guimarães, L. A. & R. P. Bastos.** 2003. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla raniceps* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. *Iheringia Zool.* 93: 149-158.
- Haddad, C. F. B. & A. A. Giaretta.** 1999. Visual and acoustic communication in the brazilian torrent frog, *Hylodes asper* (Anura, Leptodactylidae). *Herpetol.* 55: 324-333.
- Harris, C. M.** 1966. Absorption of sound in air versus humidity and temperature. *J. Acoustic Soc. Am.* 40: 148-159.

- Hatano, F. H., C. F. D. Rocha & M. Van-Sluys.** 2002. Environmental factors affecting calling activity of a tropical diurnal frog (*Hylodes phyllodes*: Leptodactylidae). *J. of Herpetol.* 36: 314-318.
- Hauselberger, K. F. & R. A. Alford.** 2005. Effects of season and weather on calling in the Australian microhylid frogs *Austrochaperina robusta* and *Cophixalus ornatus*. *Herpetol.* 61: 349-363.
- Hödl, W. & A. Amézquita.** 2001. Visual signaling in anuran amphibians, p.121-141. In: Ryan, M. J. (Ed.). *Anuran communication*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.** 2008. Parque Nacional da Tijuca: plano de manejo. Brasília, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/-docs-planos-de-manejo/parna_tijuca_pm.pdf
- Lingnau, R. & R. Bastos.** 2007. Vocalizations of the Brazilian torrent frog *Hylodes heyeri* (Anura: Hylodidae): repertoire and influence of air temperature on advertisement call variation. *J. of Nat. Hist.* 41: 1227-1235.
- Lucas, J. R., R. D. Howard & J. G. Palmer.** 1996. Callers and satellites: chorus behavior in anurans as a stochastic dynamic game. *Animal Behav.* 51: 501-518.
- Marsh, D. M.** 2000. Variable response to rainfall by breeding tungara frogs. *Copeia.* 2000: 1104-1108.
- Milne, R., L. Bennett & M. Hoyle.** 2013. Weather variability permitted within amphibian monitoring protocol and affects on calling Hylidae. *Envir. Monit. and Assessment.* 183: 8879-8889.
- Narvaes, P. & M. T. Rodrigues.** 2005. Visual communication, reproductive behavior, and home range of *Hylodes dactylocinus* (Anura, Leptodactylidae). *Phyllomedusa.* 4: 147-158.
- Navas, C. A.** 1996. The effect of temperature on the vocal activity of tropical anurans: a comparison of high and low-elevation species. *J. of Herpetol.* 30: 488-497.
- Oseen, K. L. & J. R. Wassersug.** 2002. Environmental factors influencing calling in sympatric anurans. *Oecol.* 133: 616-625.
- Ospina, O. E., L. J. Villanueva-Rivera, C. J. Corrada-Bravo & T. M. Aide.** 2013. Variable response of anuran calling activity to daily precipitation and temperature: implications for climate change. *Ecosphere.* 4: 1-12
- Pombal-Jr., J. P., I. Sazima & C. F. B. Haddad.** 1994. Breeding behavior of the pumpkin toadlet, *Brachycephalus ephippium* (Brachycephalidae). *J. of Herpetol.* 28: 516-519.
- Rico, M., C. F. D. Rocha, V. N. T. Borges-Jr & M. Van-Sluys.** 2004. Breeding ecology of *Scinax trapicheiroi* (Anura, Hylidae) at a creek in the Atlantic Rainforest of Ilha Grande, southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 25: 277-286.
- Ritke, M. E., J. G. Babb & M. K. Ritke.** 1992. Temporal patterns of reproductive activity in the gray treefrog (*Hyla chrysoscelis*). *J. of Herpetology* 26: 107-111.
- Saenz, D., L. Fitzgerald, K. Baum & R. Conner.** 2006. Abiotic correlates of anuran calling phenology: the importance of rain, temperature, and season. *Herpetol. Monogr.* 20: 64-82.
- Santos, T. G., D. Rosa-Feres & L. Casatti.** 2007. Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil. *Iheringia Zool.* 97: 37-49.
- Steelman, C. K. & M. E. Dorcas.** 2010. Anuran calling survey optimization: developing and testing predictive models of anuran calling activity. *J. of Herpetol.* 44: 61-68.
- Van-Sluys, M., R. V. Marra, L. Boquimpani-Freitas & C. F. D. Rocha.** 2012. Environmental factors affecting calling behavior of sympatric frog species at an Atlantic Rain Forest area, Southeastern Brazil. *J. of Herpetol.* 46: 41-46.
- Van-Sluys, M., M. Rico & C. F. D. Rocha.** 2006. Seasonal and hourly seasonal and hourly patterns of reproductive activity in *Scinax trapicheiroi* (Anura, Hylidae), Rio de Janeiro State south-eastern Brazil. *Herpetol. J.* 16: 15-20.
- Wells, K. D.** 1977. The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behav.* 25: 666-693.

- Wells, K. D.** 1988. The effect of social interactions on anuran vocal behavior. In: Frittsch, B., M. J. Ryan, W. Wilczynski, T. E. Hetherington & W. Walkowiak. (Eds.). The evolution of the amphibian auditory system. New York, Wiley, p. 433-454.
- Wells, K. D.** 2007. The ecology and behavior of amphibians. University of Chicago Press, Chicago
- Wells, K. D. & J. Schwartz.** 2006. The behavioral ecology of anuran communication. In: Narins, P. M., A. S. Feng, R. R. Fay & A. N. Popper. (Eds.). Hearing and sound communication in amphibians. New York, Springer Science, p. 44-86.
- Wogel, H., P. A. Abrunhosa & L. N. Weber.** 2004a. The tadpole, vocalizations and visual displays of *Hylodes nasus* (Anura: Leptodactylidae). Amphibia-Reptilia. 25: 133-140.
- Wogel, H., P. A. Abrunhosa & J. P. Pombal-Jr.** 2004b. Vocalizations and aggressive behavior of *Phyllomedusa rohdei* (Anura: Hylidae). Herpetol. Rev. 35: 239-243.
- Zar, J. H.** 1999. Biostatistical analysis. 4th. Ed., Prentice Hall, New Jersey.

Recebido em 15.V.2017
Aceito em 19.V.2019