

MODULAÇÃO DO REPERTÓRIO ACÚSTICO DE ANUROS EM FUNÇÃO DE ESTÍMULOS ACÚSTICOS E VISUAIS

Sabrina Pereira Santos^{1,a,b}; Raíssa Furtado Souza^{2,a}; Fausto Nomura^{3,a}

^aInstituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, 74001-970, Brasil

^bE-mail: arsfb@bol.com.br

PALAVRAS-CHAVE: Características acústicas, *Hypsiboas goianus*, Comunicação acústica, Comunicação visual

1. INTRODUÇÃO

A eficiência na comunicação intra-específica, tanto entre indivíduos machos quanto entre machos e fêmeas, está diretamente relacionada ao sucesso reprodutivo dos indivíduos. Isso porque o macho deve ser capaz tanto de defender seu território quanto de atrair a fêmea co-específica. Especialmente em anuros, a comunicação acústica oferece oportunidades de seleção sexual de machos pelas fêmeas (Halliday, 1983). Além do reconhecimento entre parceiros sexuais, esse tipo de comunicação está envolvido em outros processos evolutivos tais como, isolamento reprodutivo e especiação (Wells, 1977). Apesar de energeticamente dispendiosos, os coaxos são eficazes na transmissão de informações sobre o emissor, como tamanho corporal e distância do receptor (Pough *et al.*, 2004). Por exemplo, os machos de pequeno porte vocalizam em frequências mais altas quando comparados com machos de grande porte (Silva *et al.*, 2008) e seu sinal não é prejudicado pela ausência de luz (Hartmann *et al.*, 2005).

Entretanto, existem indícios de que a comunicação visual também ocorre nas interações sociais de espécies noturnas de anfíbios anuros e pode ser mais frequente do que o previsto (Hartmann *et al.*, 2005). Segundo Hödl & Amézquita (2001), um sinal visual é um evento comportamental que atua como uma sinalização visual durante uma interação intra ou interespecífica, sendo redundante, conspícuo e estereotipado, e provoca uma resposta imediata do receptor que beneficia o emissor. Alguns dos sinais visuais mais comumente realizados

Texto revisado pelo orientador.

¹ Bolsista do CNPq (PIBIC/UFG), orientanda do Prof. Dr. Fausto Nomura.

² Aluna integrante do PIVIC/UFG, orientanda do Prof. Dr. Fausto Nomura.

³ Departamento de Ecologia/ICB/UFG, orientador da presente pesquisa.

pelos anuros são: passar a mão na frente da face; esticar a perna “chutando o ar”; movimentar os dedos dos pés e das mãos; e inflar o saco vocal sem vocalizar (ver revisão de Hödl & Amézquita, 2001; Hartmann *et al.*, 2005).

A comunicação visual é uma vertente ainda pouco explorada do comportamento social de anuros, em especial a interação entre propriedades acústicas e sinalizações visuais. Neste estudo, investigamos o repertório acústico de *Hypsiboas goianus* (B. Lutz, 1968), conhecida como perereca listrada ou perereca de pijama, quando submetida a estímulos visuais e acústicos. Essa espécie apresenta ampla distribuição geográfica pelos platôs centrais de Goiás e Distrito Federal e sudeste de Minas Gerais, Brasil (Eterovick *et al.*, 2004). Possui hábitos arbustivos e arborícolas, sendo sua ocorrência restrita às matas de galeria, onde realizam todo seu ciclo de vida (Brandão & Araújo, 2001).

2. OBJETIVOS

Neste estudo, testamos se indivíduos de *Hypsiboas goianus* alteram as características espectrais e temporais de sua vocalização quando submetidos a estímulos acústicos e visuais. Dessa maneira, testamos a hipótese de que os anfíbios anuros modulam suas respostas acústicas de acordo com o tipo de estímulo, o que estaria associado com funções distintas do sinal acústico em contextos sociais mediados por sinais também distintos.

3. METODOLOGIA

Realizamos os experimentos na Floresta Nacional de Silvânia (FLONA) durante as duas estações chuvosas (setembro/março) compreendidas entre os anos de 2009 e 2011. Trata-se de uma região de clima tropical pertencente ao bioma cerrado, onde a precipitação média é de 1.600 mm/ano com duas estações bem definidas, seca e chuvosa (Bastos *et al.*, 2003a). Na etapa inicial, realizamos observações preliminares, pelo método *ad libitum* (Lehner, 1996), para identificar espécies de anuros que apresentem padrões motores semelhantes ao de espécies diurnas que apresentem comunicação visual. Neste estudo, escolhemos *Hypsiboas goianus* para a realização de dois experimentos. Eles foram executados após o crepúsculo, quando os primeiros espécimes começavam a vocalizar.

Em cada sessão de observação, também registramos a temperatura e a umidade relativa (termo-higrômetro IMPAC), o nível de ruído de fundo (decibelímetro CE IEC 61672-1 Class2), o comprimento rostro-cloacal (CRC; paquímetro Mitutoyo, precisão de 0,02 mm) e peso total (balança portátil LanteScale BS-series, precisão de 0,1 g) a fim de determinar o efeito de tais fatores sobre as variáveis-respostas. Para cada tratamento, utilizamos sete cantos

por indivíduo para os cálculos dos parâmetros espectrais e temporais (obtidos por meio do software Cool Edit Pro version 2.0). As vocalizações foram digitalizadas e editadas com frequência de entrada de 32kHz e resolução de 16 bits mono em um computador PC CORE i3. Posteriormente, para cada tipo de canto (anúncio ou territorial), foram determinados a taxa de repetição, o período médio de latência, o número médio de notas e de harmônicos, a frequência média fundamental e dominante, a duração média dos cantos e das notas, em cada tratamento, como variáveis-respostas dos experimentos. Os oscilogramas e sonogramas das vocalizações foram confeccionados em FFT 256 pontos, Overlap 75% e Window Hamming por meio do software Sound Ruler version 0.9.6.0.

3.1. Experimento de Estimulação Acústica e Visual - EEAV

No EEAV, submetemos quinze indivíduos de *H. goianus* a um modelo acústico (EA), produzido pelo *playback* de cantos de *H. goianus* gravados previamente na Flona de Silvânia, e um modelo de sinal visual (EV), produzido por meio de um modelo de polímero sem cheiro animado com o auxílio de linhas de *nylon*, emitindo o comportamento de passar a mão na frente da face (sensu Hartmann *et al.*, 2005). Os comportamentos dos indivíduos em cada tratamento foram amostrados pelo método de animal focal (Lehner, 1996) e as respostas acústicas do indivíduo foram gravadas (gravador Marantz PMD660, acoplado a microfone semidirecional Senheiser P66). A frequência de emissões dos estímulos foi padronizada em quatro EA por minuto e EV intermitentes. Cada espécime analisada foi submetida a quatro tratamentos: EA e EV, EV, EA e controle (ausência de estímulo), sendo cada indivíduo observado durante cinco minutos para cada tratamento. A ordem dos tratamentos era previamente aleatorizada e o modelo foi posicionado entre 20-90cm de distância do animal focal.

3.2. Experimento de Postura - EP

No EP, testamos se *H. goianus* modula suas respostas acústicas conforme a postura do macho introduzido em seu território (passiva - saco vocal desinflado, agressiva - saco vocal inflado) (sensu Hartmann *et al.*, 2005). Treze machos foram submetidos aos dois tratamentos e observados durante cinco minutos. Os modelos foram posicionados próximo ao campo visual do macho residente (20-60cm de distância) em atividade de vocalização. A ordem dos tratamentos foi aleatorizada por sorteio e as respostas acústicas foram gravadas do mesmo modo que no experimento anterior.

3.3. Análise Estatística

Utilizamos uma análise de componentes principais (PCA) para determinar se as características abióticas (temperatura, umidade do ar e ruído ambiente) e bióticas (CRC e

peso) apresentavam algum grau de colinearidade. Para aquelas não colineares, utilizamos uma regressão linear múltipla entre as características acústicas de *H. goianus* e as mesmas para remover o efeito dessas variáveis da comparação entre os tratamentos. Para as características que apresentaram correlação significativa, seus valores foram substituídos pelos resíduos da análise. Para verificar se existia diferença entre as características espectrais ou temporais da vocalização de *H. goianus* entre os tratamentos em EEAV ou EP, utilizamos uma análise de variância pareada (Sokal & Rohlf, 1995). Todas as variáveis foram testadas quanto à homogeneidade de variância pelo teste de Levene e quanto à distribuição normal pelo teste de Jarque-Bera JB. Em casos de distribuição não-normal, prosseguiu-se com a análise por ANOVA ser considerada como um teste estatístico robusto. As análises estatísticas foram realizadas separadamente para canto de anúncio e canto territorial, por meio do software PAST version 2.00.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização das vocalizações de *Hypsiboas goianus*

Identificamos três tipos de cantos emitidos por *Hypsiboas goianus*: canto de anúncio, canto territorial e um canto longo de natureza agressiva (Figuras 1, 2 e 3). Para efeito de análise, esse terceiro tipo de canto foi agrupado ao canto territorial.

Todos os três tipos apresentam estrutura harmônica. Os indivíduos testados vocalizaram em ramos ou folhas da vegetação marginal de locais de corpos de água parada (ambientes lânticos), em até cerca de dois metros de altura. Os machos vocalizavam principalmente em duetos, trios ou quartetos, raramente sozinhos, com o corpo em posição horizontal e saco vocal inflado na maior parte do tempo de observação. O canto de anúncio também apresentou estrutura complexa, ou seja, composto por mais de um grupo de notas, podendo atingir até um total de quatro grupos, sendo que cada grupo assemelha-se a um canto simples completo.

As características acústicas dos cantos de anúncio e territorial emitidos durante o EEAV, apresentadas nas tabelas 1 e 2, respectivamente, encontram-se discriminadas entre cada um dos tratamentos. As médias das características acústicas dos cantos de anúncio e territorial emitidos durante o EP são apresentadas nas tabelas 3 e 4, respectivamente.

4.2. Experimento de Estimulação Acústica e Visual

Das características acústicas dos cantos de *H. goianus*, a duração do canto de anúncio e a duração, número de notas, duração das notas, frequência fundamental, frequência dominante e número de harmônicos do canto territorial foram positivamente correlacionadas

com a temperatura ($r^2=0,09/p=0,02$; $r^2=0,26/p<0,01$; $r^2=0,24/p<0,01$; $r^2=0,26/p<0,01$; $r^2=0,14/p<0,01$; $r^2=0,26/p<0,01$; $r^2=0,26/p<0,01$, respectivamente), enquanto que a latência do canto territorial foi correlacionada com a umidade relativa ($r^2=0,14/p<0,01$).

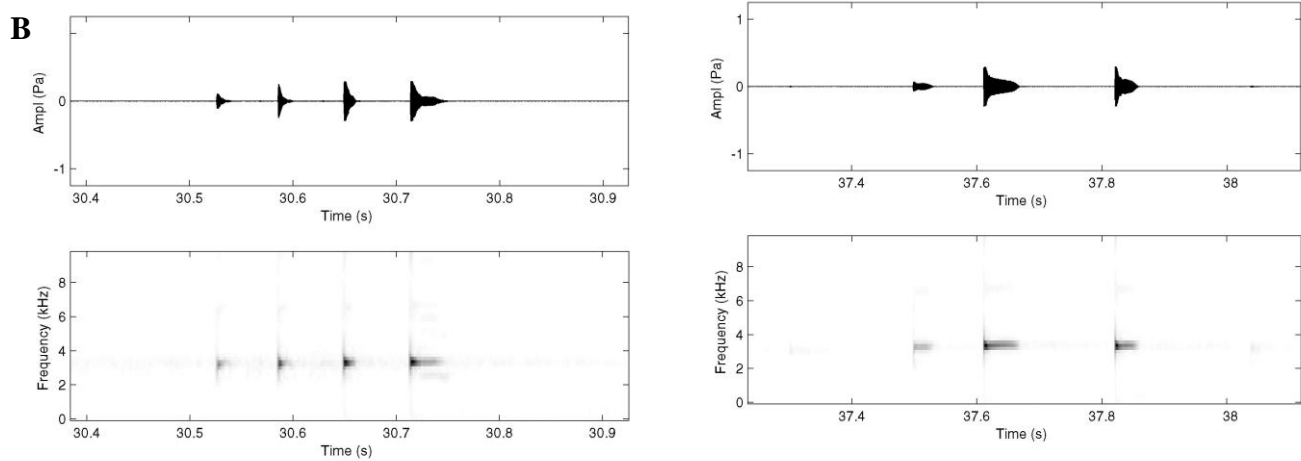


Figura 1. Oscilograma (em cima) e Espectrograma (embaixo) do (A) canto de anúncio e (B) canto territorial de *Hypsiboas goianus*.

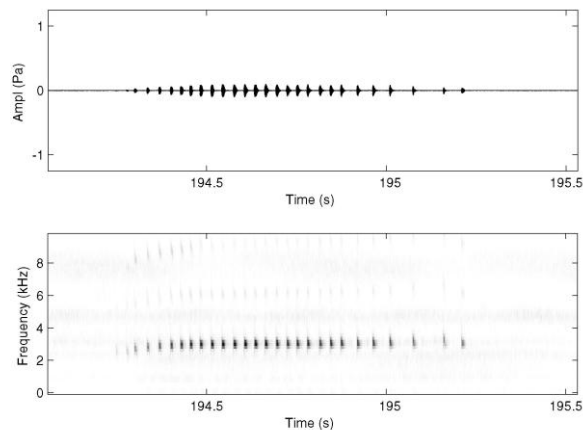


Figura 2. Oscilograma (em cima) e Espectrograma (embaixo) do canto agressivo longo de *Hypsiboas goianus*.

Entretanto, não encontramos diferenças nas características acústicas dos cantos de anúncio emitidos no EEAV (Tabela 5), ou seja, os diferentes estímulos fornecidos aos indivíduos em cada um dos quatro tratamentos (ausência de estímulo; EV; EA; EV+EA) não provocaram modulações nos cantos de anúncio de *H. goianus*. Igualmente, também não houve diferença significativa nas características espectrais ou temporais entre os tratamentos de EEAV para o canto territorial de *H. goianus* (tabela 6). Aparentemente, *Hypsiboas goianus*

não modula suas vocalizações em função de estímulos díspares, tanto com relação a características espectrais quanto temporais (fig. 3).

Tabela 1. Características acústicas das vocalizações de anúncio de *Hypsiboas goianus* no Experimento de Estimulação Acústica e Visual (média \pm desvio padrão). Tratamentos: C (controle), EV (estímulo visual), EA (estímulo acústico), EV+EA (estímulos visuais e acústicos). DC - duração do canto em milisssegundos; N/C - número de notas por canto; DN - duração da nota em milissegundos; FF - frequência fundamental em hertz; FD - frequência dominante em hertz; NH - número de harmônicos no canto; TR - taxa de repetição em cantos/minuto; LT - latência em milissegundos.

Tratamento	DC	N/C	DN	FF	FD	NH	TR	LT
C (n=28)	348,32 \pm	5,22 \pm	24,52 \pm	1804,25	3260,4 \pm	3,88 \pm	4,54 \pm	3854,8 \pm
	230,19	2,15	7,19	\pm 495,7	123,77	0,17	3,38	2937,66
EV (n=41)	379 \pm	5,71 \pm	28,45 \pm	1737,14	3224,7 \pm	3,99 \pm	4,6 \pm	3092,2 \pm
	189,6	2,09	8,19	\pm 424,18	105,75	0,4	4,51	1002,45
EA (n=22)	321,3 \pm	5,62 \pm	22,29 \pm	1805,49	3179,37 \pm	3,97 \pm	4,78 \pm	4990,09 \pm
	113,64	1,88	5,24	\pm 300,3	82,88	0,26	3,35	2859,18
EV+EA (n=41)	376,05 \pm	5,63 \pm	27,07 \pm	1752,05	3200,72 \pm	3,98 \pm	6,15 \pm	6884,51 \pm
	207,74	1,89	16,4	\pm 318,72	91,99	0,34	3,91	9465,86
Total (n=132)	355,66 \pm	5,54 \pm	25,54 \pm	1775,31	3216,7 \pm	3,95 \pm	4,99 \pm	4649,526
	187,75	1,99	10,24	\pm 386,75	105,05	0,31	3,81	\pm 5260,5

Tabela 2. Características acústicas das vocalizações territoriais de *Hypsiboas goianus* no Experimento de Estimulação Acústica e Visual (média \pm desvio padrão). Tratamentos: C (controle), EV (estímulo visual), EA (estímulo acústico), EV+EA (estímulos visuais e acústicos). DC - duração do canto em milisssegundos; N/C - número de notas por canto; DN - duração da nota em milissegundos; FF - frequência fundamental em hertz; FD - frequência dominante em hertz; NH - número de harmônicos no canto; TR - taxa de repetição em cantos/minuto; LT - latência em milissegundos.

Tratamento	DC	N/C	DN	FF	FD	NH	TR	LT
C (n=53)	309,45 \pm	2,74 \pm	47,97 \pm	1819,02 \pm	3273,02 \pm	3,72 \pm	4,07 \pm	12615,69 \pm
	80,39	0,44	12,69	395,98	104,62	0,33	1,76	9780,39
EV (n=65)	295,89 \pm	2,65 \pm	50,12 \pm	1811,08 \pm	3263,55 \pm	3,77 \pm	3,58 \pm	14405,33 \pm
	81,48	0,39	12,5	386,69	93,69	0,37	2,2	13502,86
EA (n=53)	256,23 \pm	2,45 \pm	52,76 \pm	1995,99 \pm	3454,93 \pm	3,82 \pm	3,59 \pm	19750,6 \pm
	95,25	0,47	13,76	502	761,13	0,33	2,53	20937,11
EV+EA (n=43)	314,42 \pm	2,73 \pm	49,53 \pm	1788,7 \pm	3242,18 \pm	3,7 \pm	3,27 \pm	13457,76 \pm
	105,66	0,39	17,43	306,74	109,77	0,46	1,57	12694,2
Total (n=214)	292,91 \pm	2,64 \pm	50,16 \pm	1856,14 \pm	3310,88 \pm	3,76 \pm	3,63 \pm	15157,12 \pm
	90,79	0,43	13,7	403,63	395,82	0,37	2,03	14767,41

4.3. Experimento de Postura

No experimento de postura, a taxa de repetição do canto de anúncio foi correlacionada positivamente com o ruído de fundo ($r^2=0,44/p<0,01$). O mesmo procedimento

foi aplicado para a duração, frequência fundamental e frequência dominante do canto territorial, correlacionadas com o comprimento rostro-cloacal dos espécimes ($r^2=0,17/p=0,04$; $r^2=0,45/p<0,01$; $r^2=0,71/p<0,01$, respectivamente). Já o número de harmônicos, a taxa de repetição e a latência do canto territorial foram correlacionados com a temperatura ambiente ($r^2=0,31/p<0,01$; $r^2=0,22/p=0,02$; $r^2=0,4/p<0,01$, respectivamente).

Tabela 3. Características acústicas dos cantos de anúncio de *Hypsiboas goianus* no Experimento de Postura (média \pm desvio padrão). Tratamentos: SS (“postura passiva”), CS (“postura agressiva”). DC - duração do canto em milissegundos; N/C - número de notas por canto; DN - duração da nota em milissegundos; FF - frequência fundamental em hertz; FD - frequência dominante em hertz; NH - número de harmônicos no canto; TR - taxa de repetição em cantos/minuto; LT - latência em milissegundos.

Tratamento	DC	N/C	DN	FF	FD	NH	TR	LT
SS (n=20)	283,32 \pm 50,08	4,54 \pm 0,69	24,27 \pm 11,39	1943,73 \pm 292,68	3242,72 \pm 126,17	3,96 \pm 0,27	3,14 \pm 4,12	5837,9 \pm 2311,76
	404,49 \pm 267,5	5,51 \pm 2,49	33,59 \pm 17,28	1908,12 \pm 298,22	3282,77 \pm 124,45	3,95 \pm 0,47	2,48 \pm 2,42	10938,6 \pm 23018,62
Total (n=42)	347,94 \pm 201,91	5,06 \pm 1,89	29,24 \pm 15,1	1924,74 \pm 285,52	3264,08 \pm 122,45	3,95 \pm 0,38	2,79 \pm 3,21	8558,28 \pm 16557,68

Tabela 3. Características acústicas dos cantos territoriais de *Hypsiboas goianus* no Experimento de Postura (média \pm desvio padrão). Tratamentos: SS (“postura passiva”), CS (“postura agressiva”). DC - duração do canto em milissegundos; N/C - número de notas por canto; DN - duração da nota em milissegundos; FF - frequência fundamental em hertz; FD - frequência dominante em hertz; NH - número de harmônicos no canto; TR - taxa de repetição em cantos/minuto; LT - latência em milissegundos.

Tratamento	DC	N/C	DN	FF	FD	NH	TR	LT
SS (n=61)	306,78 \pm 107,59	2,51 \pm 0,52	52,49 \pm 9,49	2007,28 \pm 310,15	331,47 \pm 141,55	3,7 \pm 0,42	2,84 \pm 1,2	21497,16 \pm 11789,51
	323,38 \pm 137,26	2,82 \pm 1,35	53,31 \pm 15,11	2023,88 \pm 339,75	3327,92 \pm 134,23	3,63 \pm 0,37	2,7 \pm 1,19	21864,41 \pm 21658,56
Total (n=118)	315,08 \pm 120,91	2,67 \pm 1,01	52,9 \pm 12,35	2015,58 \pm 318,25	3329,69 \pm 134,92	3,67 \pm 0,38	2,77 \pm 1,18	21680,78 \pm 17054,58

Assim como no EEAV, não encontramos diferenças nas características acústicas do canto de anúncio entre os tratamentos do EP (Tabela 7), ou seja, os indivíduos não distinguem entre “postura passiva” e “postura agressiva”. A única característica acústica que apresentou diferença significativa entre os tratamentos foi a duração das notas do canto de

anúncio ($p=0,02384$). Distintas estimulações posturais também não geraram modulação do canto territorial em indivíduos de *Hypsiboas goianus* (tabela 8).

Tabela 5. Resultados das análises de variância pareadas entre cada característica acústica analisada dos cantos de anúncio e os quatro tratamentos do Experimento de Estimulação Acústica e Visual.

Característica acústica		SS	Df	MS	F	P
Duração do canto	Entre grupos	15646,7	3	5215,56	0,104	0,9572
	Indivíduos	609200	13	46861,5		
	Total	2,58E06	55			
Número de notas	Entre grupos	1,52	3	0,50	0,0568	0,9819
	Indivíduos	165,85	13	12,76		
	Total	514,36	55			
Duração das notas	Entre grupos	86,70	3	28,90	0,1755	0,9123
	Indivíduos	5203,63	13	400,28		
	Total	11711,8	55			
Frequência fundamental	Entre grupos	599621	3	199874	0,3399	0,7966
	Indivíduos	1,95E07	13	1,50E06		
	Total	4,23E07	55			
Frequência dominante	Entre grupos	1,53E06	3	511646	0,3024	0,8234
	Indivíduos	5,54E07	13	4,26E06		
	Total	1,23E08	55			
Número de harmônicos	Entre grupos	1,44	3	0,48	0,1949	0,8992
	Indivíduos	91,34	13	7,03		
	Total	188,72	55			
Taxa de repetição	Entre grupos	5,80	3	1,93	0,43	0,7327
	Indivíduos	66	13	51,23		
	Total	847,22	55			
Latência	Entre grupos	4,30E07	3	1,43E07	0,537	0,6597
	Indivíduos	2,24E08	13	1,72E07		
	Total	1,31E09	55			

Por fim, a figura 4 compara a frequência dominante (característica espectral), a taxa de repetição e a duração das notas (características temporais) dos cantos territorial e de anúncio emitidos durante os tratamentos desse experimento. Por meio dessa figura é possível visualizar que *H. goianus* não modula suas vocalizações em função de estímulos posturais díspares, tanto no âmbito espectral quanto temporal.

4.4. Ajuste do padrão dos cantos

Apesar de, em ambos os experimentos, a espécie testada não ter modulado seus cantos em função das características temporais ou espectrais, observações de campo mostraram que os animais focais ajustaram o padrão das vocalizações em resposta a reprodução do canto de anúncio da espécie (suposto macho intruso). Quando submetidos aos tratamentos EA e EA+EV do EEAV, os indivíduos alternaram seus cantos com os reproduzidos ou vocalizaram simultaneamente ao *playback*. Além disso, o aumento da

complexidade do canto de anúncio também ocorreu em função de tratamentos com estímulos acústicos.

Tabela 6. Resultados das análises de variância pareadas entre cada característica acústica analisada dos cantos territoriais e os quatro tratamentos do Experimento de Estimulação Acústica e Visual.

Característica acústica		SS	Df	MS	F	P
Duração do canto	Entre grupos	28074,1	3	9358,03	1,766	0,1695
	Indivíduos	404068	13	31082,2		
	Total	638753	55			
Número de notas	Entre grupos	1,55	3	0,52	1,795	0,164
	Indivíduos	22,33	13	1,72		
	Total	35,13	55			
Duração das notas	Entre grupos	715,32	3	238,44	1,081	0,3682
	Indivíduos	7339,71	13	564,59		
	Total	16653,7	55			
Frequência fundamental	Entre grupos	1,30E06	3	435050	1,504	0,2286
	Indivíduos	1,01E07	13	776134		
	Total	2,27E07	55			
Frequência dominante	Entre grupos	3,07E06	3	1,03E06	1,601	0,2047
	Indivíduos	2,11E07	13	1,62E06		
	Total	4,91E07	55			
Número de harmônicos	Entre grupos	3,55	3	1,18	1,774	0,168
	Indivíduos	31,40	13	2,41		
	Total	60,97	55			
Taxa de repetição	Entre grupos	10,02	3	3,34	1,307	0,2857
	Indivíduos	163,58	13	12,58		
	Total	273,22	55			
Latência	Entre grupos	3,97E08	3	1,32E08	1,455	0,2418
	Indivíduos	6,30E09	13	4,85E08		
	Total	1,02E10	55			

5. DISCUSSÃO

Os cantos de anúncio e os cantos territoriais analisados nesse estudo são similares ao padrão reportado para *Hypsiboas goianus* em oito municípios de Goiás, Brasil (Guimarães *et al.*, 2001). Pequenas divergências nos valores médios das características acústicas aqui analisadas em relação ao relatado por Guimarães *et al.* (2001) podem ser atribuídas a variações interpopulacionais e a diferenças no número de indivíduos amostrados. Nossos dados condizem ainda com o descrito para o canto de anúncio de machos dessa espécie observados na FLONA de Silvânia (Bastos *et al.*, 2003b).

Segundo Menin *et al.* (2004), *Hypsiboas goianus* apresenta comportamentos territoriais, tais como lutas e cantos territoriais, em torno de seu sítio de vocalização. No presente estudo, registramos um total de 332 cantos territoriais emitidos durante a realização dos dois experimentos. Anuros territoriais ajustam seu padrão de canto em resposta a

vocalizações de um macho intruso ou a transmissão de cantos da mesma espécie (Narins, 2003). Alguns ajustes foram por nós observados: cantos alternados ao estímulo acústico, para evitar interferências acústicas; ou simultâneos aos do estímulo, para obstruí-lo; e aumento da complexidade da vocalização de anúncio. Esses resultados reforçam o caráter territorialista da espécie.

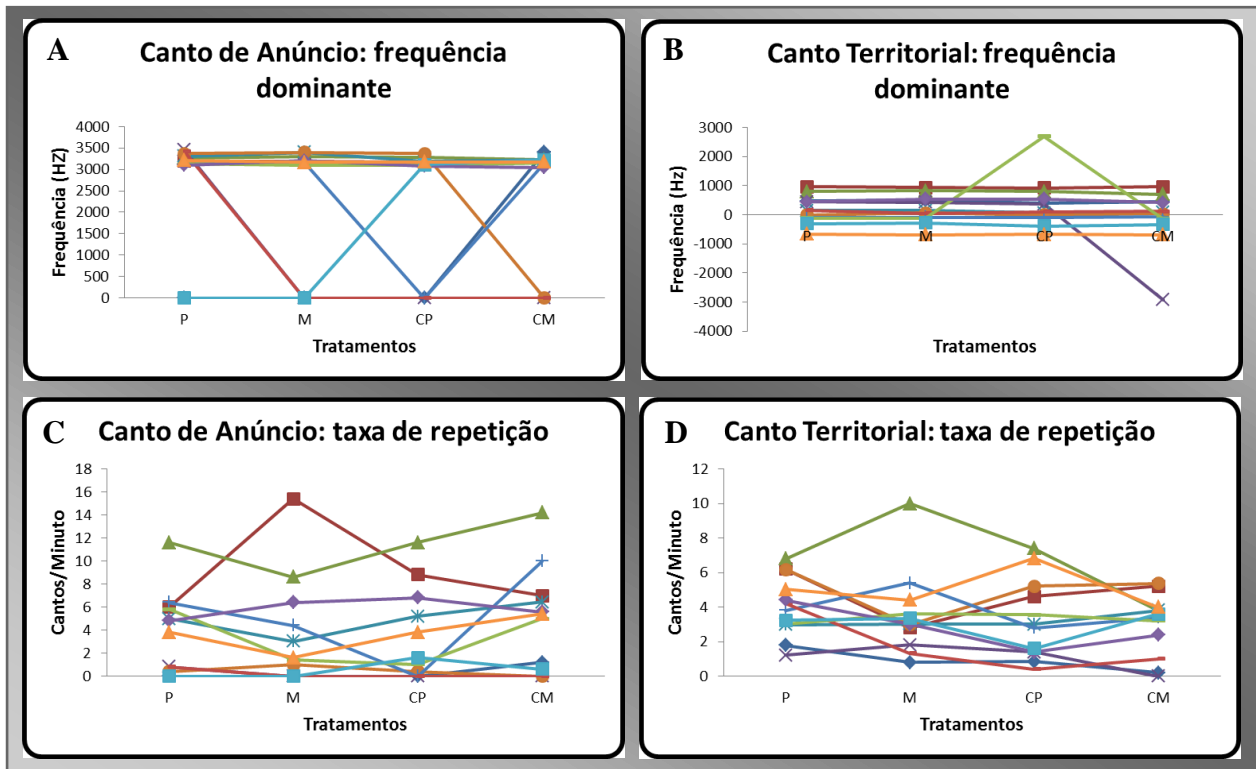


Figura 3. Comparação entre as respostas dos cantos de anúncio (A e C) e territorial (B e D) com relação a uma característica espectral (frequência dominante) e uma temporal (taxa de repetição). Tratamentos: C (controle), EV (estímulo visual), EA (estímulo acústico), EV+EA (estímulos visuais e acústicos).

Por outro lado, nossos dados demonstram que *H. goianus* não modula suas vocalizações, isto é, não altera as características acústicas dos cantos, em função de diferentes estímulos, sejam eles acústicos, visuais ou posturais. Isso difere do encontrado, por exemplo, para *Epipedobates femoralis* (Dendrobatidae), que produz vocalizações de frequência modulada (Narins, 2003). Essa espécie realiza ataques físicos a machos intrusos, que são provocados apenas em resposta a estímulos dinâmicos bimodais, nos quais a reprodução acústica das vocalizações é acoplada com pulsações do saco vocal (Narins, 2003). *Epipedobates femoralis*, contudo, ao contrário de *H. goianus*, é uma espécie diurna. Höld e Amézquita (2001) sugerem que a evolução da comunicação visual está relacionada com

determinados fatores ecológicos, tais como: hábito diurno, aposematismo, ambientes acusticamente complexos e ambientes ruidosos. Portanto, nossos dados suportam a importância do hábito diurno na evolução da sinalização visual em anuros, vez que essa espécie é essencialmente noturna e utiliza ambientes lênticos, nos quais o ruído ambiental é menor em relação ao de ambientes lóticos. Assim, a inexistência de modulação do canto em *H. goianus*, com relação a distintos estímulos, pode ser atribuída a não evolução da comunicação visual para essa espécie. Isso porque a comunicação é dependente de propagação efetiva de informação (Preininger *et al.*, 2009), efetividade essa comprometida pela ausência de luz.

Tabela 7. Resultados das análises de variância pareadas entre cada característica acústica analisada dos cantos de anúncio e os dois tratamentos do Experimento de Postura.

Característica acústica		Sum of sqrs	Df	Mean square	F	P (same)
Duração do canto	Entre grupos	87178,6	1	87178,6	2,703	0,1388
	Indivíduos	528210	8	66026,2		
	Total	873434	17			
Número de notas	Entre grupos	8,38224	1	8,38224	1,737	0,224
	Indivíduos	66,964	8	8,37049		
	Total	113,947	17			
Duração das notas	Entre grupos	543,602	1	543,602	7,742	0,02384
	Indivíduos	4226,84	8	528,355		
	Total	5332,18	17			
Frequência fundamental	Entre grupos	152867	1	152867	0,2021	0,665
	Indivíduos	4,19812E06	8	524764		
	Total	1,04028E07	17			
Frequência dominante	Entre grupos	705325	1	705325	0,3506	0,5701
	Indivíduos	1,00472E07	8	1,2559E06		
	Total	2,68455E07	17			
Número de harmônicos	Entre grupos	0,846626	1	0,846626	0,336	0,5781
	Indivíduos	20,0776	8	2,5097		
	Total	41,0825	17			
Taxa de repetição	Entre grupos	0,259466	1	0,259466	0,1002	0,7597
	Indivíduos	70,7545	8	8,84431		
	Total	91,7339	17			
Latência	Entre grupos	1,20867E08	1	1,20867E08	0,4268	0,5319
	Indivíduos	1,63473E09	8	2,04342E08		
	Total	4,02131E09	17			

Nossas observações preliminares indicaram a presença, em *H. goianus*, de comportamentos utilizados por outras espécies como sinais visuais. Entretanto, com base em nossos resultados, não podemos afirmar que tais sinais apresentam função de comunicação. Tendo em vista que a sinalização visual em anuros provavelmente evoluiu a partir da

ritualização de movimentos resultantes de conflito motivacional, antes não utilizados diretamente para comunicação (ver revisão em Höld & Amezquita, 2001), nossa hipótese é de que os comportamentos visuais emitidos sejam atividades deslocadas de contexto, o que pode gerar, em tempo evolutivo, sinais visuais verdadeiros.

Tabela 8. Resultados das análises de variância pareadas entre cada característica acústica analisada dos cantos territoriais e os dois tratamentos do Experimento de Postura.

Característica acústica		Sum of sqrs	Df	Mean square	F	P (same)
Duração do canto	Entre grupos	1652,74	1	1652,74	0,4786	0,5034
	Indivíduos	238099	11	21645,3		
	Total	277735	23			
Número de notas	Entre grupos	0,577782	1	0,577782	0,8844	0,3672
	Indivíduos	15,8337	11	1,43943		
	Total	23,5976	23			
Duração das notas	Entre grupos	4,02686	1	4,02686	0,06547	0,8028
	Indivíduos	2826,16	11	256,923		
	Total	3506,77	23			
Frequência fundamental	Entre grupos	1654,11	1	1654,11	0,3452	0,5687
	Indivíduos	1,2292E06	11	111746		
	Total	1,28357E06	23			
Frequência dominante	Entre grupos	75,3415	1	75,3415	0,03461	0,8558
	Indivíduos	97734,2	11	8884,93		
	Total	121756	23			
Número de harmônicos	Entre grupos	0,0290656	1	0,0290656	0,4261	0,5273
	Indivíduos	1,59318	11	0,144835		
	Total	2,3726	23			
Taxa de repetição	Entre grupos	0,0994066	1	0,0994066	0,4195	0,5305
	Indivíduos	22,0064	11	2,00058		
	Total	24,7121	23			
Latência	Entre grupos	809199	1	809199	0,007527	0,9324
	Indivíduos	2,84736E09	11	2,58851E08		
	Total	4,03077E09	23			

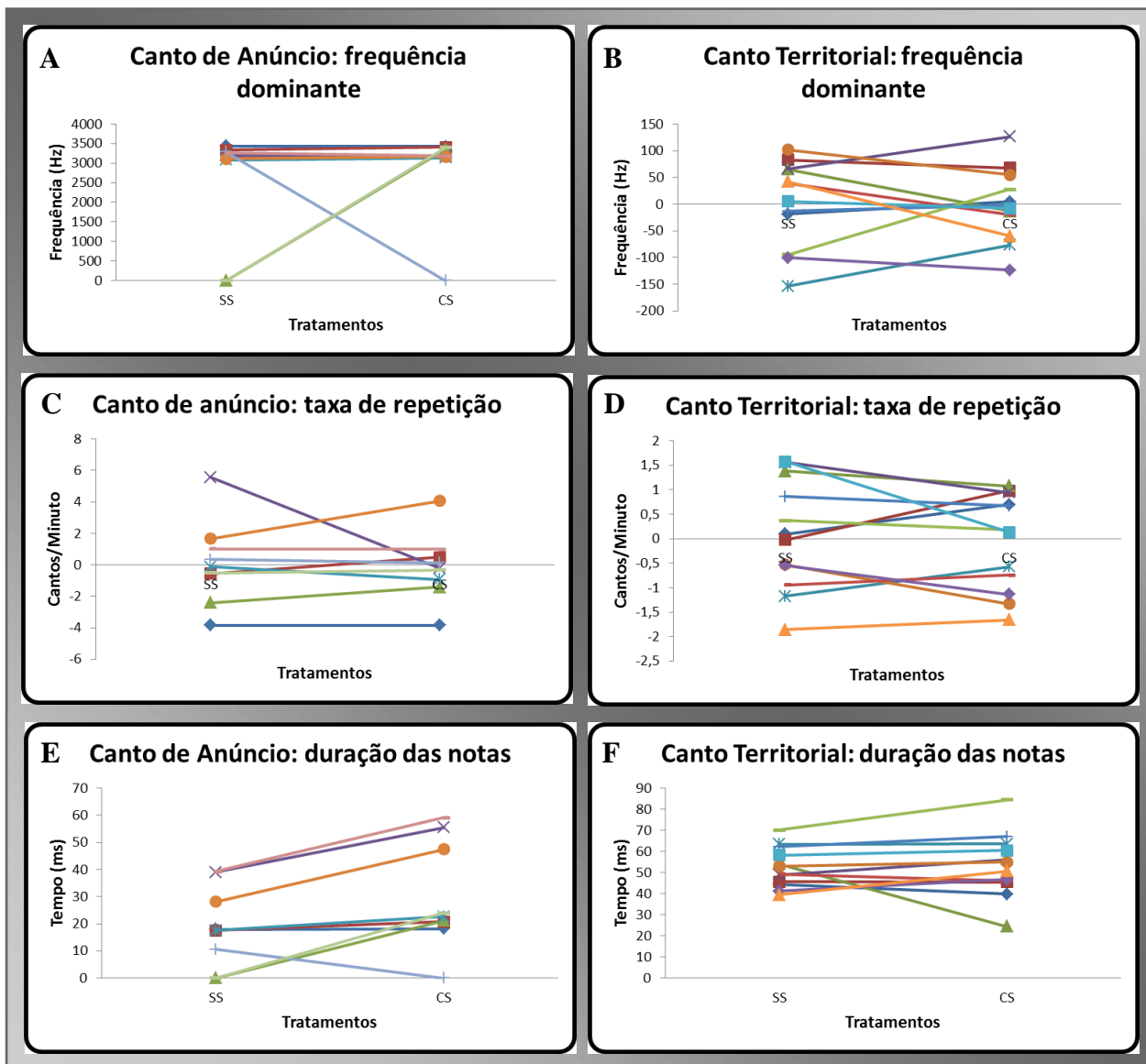


Figura 4. Comparação entre as respostas dos cantos de anúncio (A, C e E) e territorial (B, D e F) com relação a uma característica espectral (frequência dominante) e duas temporais (taxa de repetição e duração das notas). Tratamentos: SS (“postura passiva”), CS (“postura agressiva”).

6. CONCLUSÕES

Por meio do presente estudo, demonstramos que *Hysiboas goianus* não modula seu canto quando submetida a estímulos distintos. Possivelmente, isso se atribui a não evolução de comunicação visual para a espécie, a qual hipotetizamos emitir atividades deslocadas em função de conflito motivacional (luta ou fuga) e não sinais visuais reais. Contudo, observamos

o ajuste do padrão dos cantos dos animais focais quando estimulados acusticamente. Logo, concluímos que essa espécie, por ser noturna e habitar ambientes lênticos, comunica-se essencialmente de modo acústico. Dessa forma, evidenciamos a necessidade de maiores estudos acerca da comunicação em anuros noturnos que envolvam experimentação, a fim de determinar se a comunicação visual é de fato mais frequente que o previsto, como sugerido por Hartmann *et al.* (2005).

REFERÊNCIAS

- BASTOS, Rogério P.; MOTTA, J. A. O.; LIMA, Leôncio P.; GUIMARÃES, Lorena D. **Anfíbios da Floresta Nacional de Silvânia, Estado de Goiás**. Goiânia: Stylo Gráfica e Editora, 2003a. 82 p.
- BASTOS, Rogério Pereira; BUENO, Mara Analú F.; DUTRA, Sílvia L.; LIMA, Leôncio P. Padrões de vocalização de anúncio em cinco espécies de Hylidae (Amphibia: Anura) do Brasil Central. **Comum. Mus. Ciên. Tecnol.** PUCRS, Sér. Zool., Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 39-51, julho, 2003b.
- BRANDÃO, R.A. & ARAÚJO A.F.B. A herpetofauna associada às matas de galeria do Distrito Federal. In: RIBEIRO, J.F., FONSECA, C.E.L., SOUSA-SILVA, J.C. (eds). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), p. 561–604, 2001.
- ETEROVICK, P. C.; BASTOS, R. P.; SILVANO, D. *Hypsiboas goianus*. 2004. In: IUCN 2010. IUCN Red List Threatened Species. Version 2010.1. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/apps/readlist/details/55490/0>> Acesso em: 12 jun. 2010.
- GUIMARÃES, Lorena D; LIMA, Leôncio P.; BASTOS, Rogério P. Vocalizações de espécies de anuros (Amphibia) no Brasil central. **Boletim do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, n. 474, p. 1-14, nov. 2001.
- HALLIDAY, Tim. Do frogs and toads choose their mates?. **Nature**, v. 306, p. 226-227, nov. 1983.

- HARTMANN, Marília. T. *et al.* Visual communication in brazilian species of anurans from the atlantic forest. **Journal of natural history**, v. 39, n. 19, p. 1675-1685, 2005.
- HÖDL, Walter & AMÉZQUITA, A. Visual signaling in anuran amphibians. In: RYAN, M.J. (ed.). **Anuran communication**. Washington: Smithsonian Inst. Press, 2001, p. 121-141.
- LEHNER, P.N. **Handbook of ethological methodology**. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. 692 p.
- MENIN, M.; SILVA, R. A.; GIARETTA, A. A. Reproductive biology of *Hyla goiana* (Anura, Hylidae). **Iheringia, Série Zoologia**, v. 94, n.1, p. 49-52, 2004.
- NARINS, Peter M.; HÖDL, Walter; GRABUL, Daniela S. Bimodal signal requisite for agonistic behavior in a dart-poison frog, *Epipedobates femoralis*. **PNAS**, v. 100, n. 2, p. 577–580, jan. 2003.
- POUGH, F. Harvey *et al.* **Herpetology**. 3 ed. Pearson Prentice Hall, 2004. 726p. SILVA, Rodrigo Augusto *et al.* Bioacoustics and calling site in anuran assemblages of open area in the northwest of São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 123-134, 2008.
- PREININGER, Doris; BOECKLE, Markus; HÖDL, Walter. Communication in noisy environments ii: visual signaling behavior of male foot-flagging frogs *stauroides latopalmaris*. **Herpetologica**, v. 65, n. 2, p.166-173, 2009.
- SILVA, R.A.; MARTINS, I.A.; ROSSA-FERES, D.C. Bioacústica e sítio de vocalização em taxocenoses de anuros de área aberta no noroeste paulista. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 123-134, 2008.
- SOKAL, Robert R. & ROHLF, F. James. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. 3 ed. Nova Iorque: W. H. Freeman and Company, 1995. 887 p.
- WELLS, K. D. The social behaviour of anuran amphibians. **Animal Behaviour**, v. 25, p.666-693, 1977.