



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**



**Assinatura vocal em *Sporophila angolensis* Linnaeus, 1766 (Passeriforme,
Thraupidae)**

Vinícius de Jesus Oliveira

**Ilhéus – BA
Agosto de 2017**

VINÍCIUS DE JESUS OLIVEIRA

**Assinatura vocal em *Sporophila angolensis* Linnaeus, 1766 (Passeriforme,
Thraupidae)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Estadual de Santa Cruz como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Área de concentração: Zoologia aplicada

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Luiz Gama Nogueira Filho

**Ilhéus – BA
Agosto de 2017**

VINÍCIUS DE JESUS OLIVEIRA

**Assinatura vocal em *Sporophila angolensis* Linnaeus, 1766 (Passeriforme,
Thraupidae)**

Ilhéus, 25/08/2017

Prof. Dr. Sérgio Luiz Gama Nogueira Filho (Orientador - UESC/BA)

Prof. Dr. Caio Graco Machado (UEFS/BA)

Profa. Dra. Selene Siqueira da Cunha Nogueira (UESC/BA)

Dedico a minha família, em especial minha
mãe Vilma Moreira, por sempre me incentivarem
a lutar pelos meus ideais.
Aos meus amigos

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de todos os momentos e é o maior mestre.

A minha mãe Vilma Moreira, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. A minha avó pela pessoa maravilhosa que é.

Ao meu professor e orientador Dr. Sérgio Luiz Gama Nogueira Filho. Obrigado pelos puxões de orelha, pelos ensinamentos, pela atenção que sempre me deu, obrigado pela chance que me deu em trabalhar com algo muito importante para biologia.

Aos membros da banca Profa. Dra. Selene Siqueira da Cunha Nogueira e o Prof. Dr. Caio Graco Machado, por participarem da banca examinadora e por colaborarem com esse trabalho.

Aos meus amigos Ramon Ost, Mário Galvão, Caio Rodrigues, Ramon Dominato, Leo e Nay pelo o apoio em todas as horas. Deixo a vocês minha gratidão.

Agradeço a Universidade Estadual Santa Cruz e ao Programa de Pós Graduação em zoologia por ter me dado à oportunidade do conhecimento.

Ao Laboratório de Etologia Aplicada (LABET) por toda ajuda e suporte.

Aos criadores de curios Daniel, Binho, Beto e Robinho, por terem me proporcionado os animais.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que eu amo e fazem parti da minha vida, recebam meu carinho e minha gratidão.

“Curió do bico doce, passarinho quem te trouxe pra chamar meu carimbó
Foi verequete Verê, foi Verequete Verê
Foi Verequete, foi Lucinda e Cupijo”.
Música - Bico doce
Composição - Gonzaga Blantez

**Assinatura vocal em *Sporophila angolensis* Linnaeus, 1766
(Passeriforme, Thraupidae)**

RESUMO

Devido ao seu canto, o curió (*Sporophila angolensis*) é um dos pássaros canoros mais capturados. Isso resultou no seu desaparecimento em vários locais de sua distribuição, como no sul da Bahia- Brasil onde se pretende estabelecer um programa de reintrodução. Nesse contexto, a bioacústica pode ser empregada como técnica não invasiva para o monitoramento de sua presença pós-soltura. Por este motivo, o presente trabalho teve como objetivo verificar se a espécie apresenta assinatura vocal em seu chamado de contato, vocalização escolhida por ser relativamente fácil de ser estimulada. Para este fim, 11 curiós machos adultos, com dois a quatro anos de idade, nascidos e criados em cativeiro, foram estimulados a emitir chamados em quatro situações distintas: A) Isolamento no ambiente usual de origem; B) Isolamento em ambiente novo; C) Estímulo de *playback* do canto de outro macho D) Presença de fêmea. Para analisar a possibilidade de assinatura vocal no curió foram mensurados os seguintes parâmetros físicos das vocalizações: duração dos elementos (s), frequência mínima (Hz), frequência máxima (Hz), frequência dominante (Hz), largura de banda (Hz) e entropia média (bits). Do total de 44 horas de gravação nos quatro contextos comportamentais, foram registrados 3713 elementos emitidos de forma isolada, classificados de acordo com suas características acústicas em nove tipos distintos denominados de A a I. Dentre esses, em todos os contextos, os *Sporophila angolensis* emitiram em média mais o elemento B ($F_{24,240} = 1,64$, $P = 0,03$) do que todos os demais oito elementos. A análise de função discriminante (DFA) mostrou, contudo, diferenças nos parâmetros acústicos dos elementos B emitidos nas quatro situações testadas (Lambda de Wilks: 0,83, $F = 15,60$, $P < 0,0001$). O fato de o elemento B ter sido emitido por todos os indivíduos nas quatro situações em que os animais encontravam-se isolados e/ou sendo estimulados pela apresentação de estímulos de indivíduos do mesmo sexo ou do sexo oposto indica que essa vocalização tem a função de chamado de contato. Como em estudos de campo é usual o uso de *playback* para avaliar a presença de indivíduos da espécie, aplicamos a DFA para verificar variações individuais nos parâmetros físicos no chamado de contato emitido durante o contexto *playback*. Verificou-se que os indivíduos emitiram chamados de contato com variação individual na duração, frequência mínima, largura de banda e entropia. A DFA (Lambda de Wilks: 0,06, $F = 22,07$, $P < 0,0001$) mostrou que essas diferenças individuais nos chamados de contato dos curiós possibilitaram acurácia de 72,1% na classificação dos chamados de contato para os curiós, o que foi confirmado pela validação cruzada, com 62% de acurácia. Esses resultados mostram que existe assinatura vocal no chamado de contato da espécie. É possível, portanto, usar essa característica como ferramenta para a identificação dos indivíduos no monitoramento de curiós em programas de soltura.

Palavras-chave: bioacústica; curió; Oscines; Passeriformes; reintrodução.

**Vocal signature in *Sporophila angolensis* Linnaeus, 1766
(Passeriforme, Thraupidae)**

ABSTRACT

The chestnut-bellied seed-finch (*Sporophila angolensis*) is one of the most captured songbirds due to its singing. This resulted in its disappearance in several places of its distribution, as in the south of Bahia - Brazil where a reintroduction program is going to be established. In this context, bioacoustics may be used as a non-invasive technique to monitor its post-release presence. For this reason, the present work had as objective to verify if the species presents vocal signature in its call of contact, vocalization chosen for being relatively easy to be stimulated. So, 11 adult males, aging between two to four years and born and raised in captivity were stimulated to emit calls in four different situations: A) Isolation in the usual environment of origin; B) Isolation in a new environment; C) Stimulation of playback of the corner of another male; D) Presence of female. In order to analyze the possibility of vocal signature in the chestnut-bellied seed-finch, the following physical parameters of the vocalizations were measured: duration of the elements (s), minimum frequency (Hz), maximum frequency (Hz) and dominant frequency (Hz), bandwidth (Hz), entropy (bits). Among 44 hours recorded in the four behavioral contexts we recorded 3713 elements emitted separately, classified according to their acoustic characteristics in nine different types named from A to I. Among these, in all contexts, the *Sporophila angolensis* emitted on average plus the element B ($F_{24,240} = 1,64$, $P = 0,03$) than all the other eight elements. The discriminant function analysis (DFA), however, differences in the acoustic parameters of the B elements emitted in the four situations tested (Wilks Lambda: 0.83, $F = 15.60$, $P < 0.0001$). The fact that element B was emitted by all individuals in the four situations in which the animals were isolated and/or stimulated by the presentation of stimuli of individuals of the same sex or the opposite sex indicates that this vocalization has the function of called contact. As in field studies it is usual to use playback to evaluate the presence of individuals of the species, we applied the DFA to verify individual variations in the physical parameters in the contact call issued during the *playback* context. It was verified that individuals issued contact with individual variation in duration, minimum frequency, bandwidth and entropy. The DFA (Wilks Lambda: 0.06, $F = 22.07$, $P < 0.0001$) showed that these individual differences in the contact calls of *Sporophila angolensis* provided an accuracy of 72.1% in the classification of contact calls. This was confirmed by cross-validation, with 62% accuracy. These results show that there is a vocal signature in the contact call of the species. It is possible, therefore, to use this characteristic as a tool for the identification of individuals in the monitoring of this bird in release programs.

Keywords: bioacoustics; curio; Oscines; Passeriformes; reintroduction.

SUMÁRIO

	ÍNDICE DE FIGURAS	X
	ÍNDICE DE TABELAS	XI
1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	COMUNICAÇÃO SONORA	3
2.2	CANTO E CHAMADO DAS AVES	4
2.3	BIOACÚSTICA E MANEJO DE AVES	6
2.4	ASSINATURA VOCAL	7
2.5	CARACTERÍSTICAS DO CURIÓ	9
2.5.1	HISTÓRIA NATURAL	9
2.5.2	AMEAÇAS E ESTRATÉGIAS PARA CONSERVAÇÃO	10
3	MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1	NOTA ÉTICA	12
3.2	LOCAL DE ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DOS ANIMAIS	12
3.3	COLETA DE DADOS	13
3.4	ANÁLISE DOS DADOS	14
3.4.1	SELEÇÃO DO ELEMENTO E CONTEXTOS USADOS PARA ANÁLISE DE ASSINATURA VOCAL	15
3.4.2	ANÁLISE DA ASSINATURA VOCAL	15
4	RESULTADOS	17
4.1	CARACTERÍSTICAS DO ELEMENTO B	20
4.2	ASSINATURA VOCAL NO ELEMENTO B DURANTE O CONTEXTO <i>USO DE PLAYBACK</i>	23
4.2.1	ANÁLISE DOS COEFICIENTES DE VARIAÇÃO E PICS	23
4.2.2	ANÁLISE DA FUNÇÃO DISCRIMINANTE (DFA)	24
5	DISCUSSÃO	26
6	CONCLUSÃO	39
7	REFERÊNCIAS	30

Índice de Figuras

Figura 1	Espectrograma do Elemento B nos diferentes contextos dos <i>Sporophila angolensis</i> : (A) Recinto original, (B) Recinto novo, (C) <i>Uso de playback</i> e (D) Presença de fêmea.	16
Figura 2	Número médio (\pm EP) de tipos de elementos emitidos por cada <i>S. angolensis</i> (N=11) nos quatro contextos analisados.	18
Figura 3	Médias (\pm erro padrão - EP) da emissão dos nove tipos de elementos isolados emitidos por curios (N=11) nos quatro contextos testados de <i>S. angolensis</i> .	19
Figura 4	Média da duração (s) (\pm EP) do elemento B emitidos pelos <i>S. angolensis</i> (N=11) nos quatro contextos analisados.	21
Figura 5	Funções discriminantes (DF1 e DF2) dos parâmetros acústicos do elemento B emitidos pelos <i>S. angolensis</i> (N=11) no contexto uso de <i>playback</i> do macho.	23

Índice de Tabelas

Tabela 1	Identificação, idade e origem dos curiós (N=11) usados no estudo.	11
Tabela 2	Médias (\pm DP) dos parâmetros acústicos dos chamados dos <i>Sporophoila angolensis</i> (N=11) emitidos em quatro contextos comportamentais.	17
Tabela 3	Parâmetros acústicos do elemento B emitido pelos <i>S. angolensis</i> (N=11) nos diferentes contextos e análise de função discriminante (DFA).	20
Tabela 4	Valores dos coeficientes de variação entre (CV_{inter}) e média do CV dentro (CV_{intra}) dos parâmetros acústicos do elemento B emitido pelos curiós (N=11) durante o contexto de emissão de <i>playback</i> de macho de <i>S. angolensis</i> usados para o cálculo do Potencial de Codificação Individual (PIC).	22
Tabela 5	Correlações entre variáveis e fatores para o chamado de contato de <i>S. angolensis</i> (N=11).	24
Tabela 6	Proporção de acertos na classificação dos elementos B emitidos pelos curiós (N=11) durante o contexto de apresentação do <i>playback</i> .	25

1. Introdução

A maneira pela qual os animais transmitem informações uns aos outros é chamada de comunicação (KLEIMAN; THOMPSON; BAER, 2010). A comunicação pode ocorrer por meio da troca de sinais químicos, elétricos, visuais e acústicos emitidos de forma isolada ou em conjunto. Por meio da comunicação, podem ser transmitidas informações sobre a identificação inter e intraespecífica, sanidade e reprodução dos animais envolvidos em diferentes contextos comportamentais. Dos vários tipos de comunicação, a sonora destaca-se pela sua rapidez, podendo ser transmitida e direcionada a longas distâncias em curto espaço de tempo, e que pode ser caracterizada por meio de seus parâmetros acústicos, como frequências, estrutura harmônica, estrutura temporal e volume (VIELLIARD, 2004). Por meio da análise das características acústicas das vocalizações é possível identificar a espécie e, em alguns casos, determinar a identidade do emissor por meio do que é denominada “assinatura vocal” (LACERDA, TOKUMARU, NOGUEIRA, 2013). A assinatura vocal é determinada pelos atributos distintos nas propriedades do canto que se mantém e possibilitam a distinção e o reconhecimento individual (BEECHER, 1989). Esta característica individual está presente em algumas espécies de aves, mamíferos e anfíbios (LACERDA et al. 2013; RICARDINO, 2015).

Devido a essa característica, a bioacústica – ciência que estuda os parâmetros espectrais dos sinais sonoros como sua frequência, duração e intensidade (VILLIARD; SILVA, 2010) – tem sido cada vez mais usada como ferramenta para a conservação da fauna silvestre. Por exemplo, para monitoramento acústico da presença ou ausência de animais em determinado local, inclusive com o uso de unidades de gravação autônoma (ARUs), como empregado por Dias (2013) para o monitoramento do papa-capim (*Sporophila nigracollis* Vieillot, 1823). Desta forma, é possível evitar o emprego de métodos invasivos que envolvam captura-recaptura, que podem causar estresse, alterações físicas, fisiológicas e comportamentais nos indivíduos manejados. Esta técnica é especialmente indicada para o monitoramento em programas de solturas de aves para reintrodução ou revigoramento genético, como o que está sendo iniciado no sul da Bahia para o curió (*Sporophila angolensis* Linnaeus, 1766).

A espécie é encontrada na Guiana Francesa, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Panamá, Equador, Peru, Bolívia, Paraguai, Argentina e em todas as regiões do Brasil. Em razão da beleza do seu canto, sua facilidade em cantar na presença do homem e das belezas de suas penas, o *Sporophila angolensis* é um dos pássaros canoros mais capturados em suas áreas de ocorrência. Devido, porém, à sua ampla distribuição, a espécie não é considerada como ameaçada sendo classificada como de menor preocupação (*Least Concern* - IUCN, 2012). Apesar disso, a captura do curió resultou no seu desaparecimento em vários locais de sua ocorrência (DESTRO et al., 2012), como no sul da Bahia. Nessa região, a associação local dos criadores de curiós pretende estabelecer um programa de reintrodução em locais protegidos. Por este motivo, no presente estudo tivemos como objetivo descrever as características acústicas das vocalizações do curió e avaliar se há possibilidade de serem usadas como ferramenta para a identificação dos indivíduos no monitoramento da espécie em programas de soltura.

2. Revisão de literatura

2.1. Comunicação sonora

A comunicação está diretamente relacionada à sobrevivência dos animais, que interagem por meio dela para reprodução, disputa de território ou emissão de alerta de perigo (BALLENTINE; HYMAN; NOWICKI, 2004). Para a comunicação, são necessários um emissor, um receptor e um sinal que possa levar as informações desejadas e transmiti-las de maneira precisa. O receptor precisa receber o sinal, sendo os mais usados os sinais visuais, sonoros e químicos, emitidos de forma isolada ou em conjunto. Além disso, o receptor deve ser capaz de identificar as possíveis variações contidas nestes sinais para que a comunicação seja efetiva (VIELLIARD, 2004).

Dentre as formas de comunicação, a sonora destaca-se pela sua propagação a longas distâncias, por contornar objetos e por ser altamente modulável (SILVA; VIELLIARD, 2011). Nas florestas tropicais, onde há pouca visibilidade devido a obstáculos e baixa luminosidade, as características da comunicação sonora permitem a emissão de sinais que podem ser essenciais para a sobrevivência dos animais envolvidos (MATHEVON et al., 2008). Adicionalmente, por meio de variações de frequência, estrutura harmônica e estrutura temporal, inúmeras informações podem ser propagadas em pouco tempo, aproveitando da melhor forma as propriedades físicas do som (AUBIN et al., 2004; VIELLIARD, 2004).

A comunicação sonora é usada por diversos grupos de animais e no processo evolutivo levou ao desenvolvimento de diversos sinais e maneiras diferentes de vocalizações, dependendo do ambiente onde vivem e da morfologia e anatomia de cada espécie (TOMECEK, 2009; VIELLIARD, 2004). Nas aves, a comunicação sonora carrega o maior número de informações sobre esses indivíduos (VIELLIARD, 1987). O que permite, até mesmo, o reconhecimento individual em algumas espécies como em capivara *Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1762 (VIELLIARD, 1987; VIELLIARD, 2004; LACERDA, TOKUMARU, NOGUEIRA, 2013).

2.2. Canto e chamado das aves

A vocalização emitida pelas aves é produzida na siringe, órgão análogo à laringe dos mamíferos (SICK, 1997). A siringe está localizada na inserção da traqueia e os brônquios, sendo um órgão de estrutura bifurcada que possui uma parte muscular, que ao receber o estímulo nervoso produz o som (GIL et al., 2004; LAIOLO; TELLA, 2005). Esta vocalização das aves pode ser dividida em canto e chamado, que possuem características e funções diferentes. O chamado, nas aves, é geralmente um som mais simples, podendo ser curto e monossilábico – composto por apenas um elemento ou nota – emitido com um longo intervalo de tempo de outro (LANGMORE, 1998; MARLER, 2004). Em geral, o chamado pode ter função de alarme, como em algumas espécies de gaivotas para alertar sobre a presença de um predador (MARLER; SLABBEKOORN, 2004); contato como descrito para o pular-pular-assobiador *Basileuterus leucoblepharus* Vieillot, 1817 (MATHEVON et al., 2008), ou de um filhote pedindo comida aos pais como os que ocorrem em grandes colônias de pinguim-rei *Aptenodytes patagonicus* Miller, 1778 (JOUVENTIN et al., 1999).

O canto é considerado como uma vocalização complexa, longa e melodiosa, envolvendo uma variedade de elementos e sílabas, que podem ter função na reprodução para atração de fêmeas pelos machos, e na defesa de território por animais de ambos os sexos (SICK, 1997; BALLENTINE et al., 2004; MATHEVON et al., 2008). Elementos e sílabas representam, portanto, os menores blocos de construção de um canto. Uma ‘sílabas’, por sua vez, consiste em um ou mais elementos que sempre são combinados em intervalos regulares (PRŮCHOVÁ; JAŠKA; LINHART, 2017). Em geral, nas sílabas os intervalos entre os elementos são bem curtos, cerca de apenas 0,05 ms e, por isso parecem como um único som ao ouvido humano. Um ‘canto’ é, dessa forma, uma sequência de ao menos três sílabas, separadas de outros cantos por um período de silêncio (>0,7 s) que substancialmente excede o intervalo de tempo usual entre as sílabas (aproximadamente 0,35 s) (PRŮCHOVÁ; JAŠKA; LINHART, 2017).

O canto do macho é de extrema importância para a fase reprodutiva, pois induz à construção do ninho (LEBOUCHER et al., 1998; BENTLEY et al., 2000) além de ser específico e tem caráter taxonômico, está relacionado como estímulo para

desenvolvimento do ovário nas fêmeas (GIL et al., 2004). Em regiões temperadas, onde a reprodução é limitada a uma época do ano devido às condições climáticas, o canto pode ser sazonal e mais vocalizado pelos machos no período da corte (LANGMORE, 1998). O chamado, por outro lado, pode ser emitido durante o ano todo tanto por machos quanto por fêmeas (LANGMORE, 1998; TOBIAS, GAMARRA-TOLEDO, GARCÍA-OLAECHEA, 2011).

O canto das aves pode ser de dois tipos: o canto estereotipado ou inato e o aprendido. O canto inato é transmitido geneticamente, desenvolvido sem que haja aprendizado. Neste caso, não são verificadas variações populacionais e o repertório é comparativamente pequeno (SILVA, 2001). Ocorre em aves das ordens não Passeriforme e Passeriforme da subordem Suboscines, que mesmo criados sem contato com os pais ou em isolamento acústico mantêm seu canto funcional como, por exemplo, o beija-flor-de-orelha-violeta (*Colibri serrirostris* Vieillot, 1816) (SILVA, VIELLIARD, 2011). A outra modalidade de canto é a aprendida, que possui uma base herdada geneticamente e outra modificada pelo processo de aprendizagem como ocorre, por exemplo, em *Sporophila angolensis* Linnaeus, 1766 (SICK, 1997). Este tipo de canto não é funcional caso o pássaro não ouça um modelo adequado por intermédio do canto dos pais (SILVA, 2001; SILVA, VIELLIARD, 2011). Nesta categoria são incluídos os pássaros canoros da subordem Oscines (SICK, 1997).

Nos Oscines a aprendizagem do canto depende da audição, envolve memorização de um modelo e prática motora (BOLHUIS; EDA-FUJIWARA, 2003; MARLER, 2004). A ontogênese do canto foi estudada em tico-tico da Califórnia (*Zonotrichia leucophrys* Forster, 1772). Nessa espécie, a aprendizagem é dividida em três fases: receptividade da aprendizagem, geralmente ocorrendo com os pais no primeiro mês de vida; a fase refratária, quando o jovem não acrescenta novas informações no canto; e a terceira fase, que apresenta o ajuste de aprendizagem, quando o pássaro completa o seu canto definitivo, incluindo elementos sonoros de outros machos vizinhos (MARLER, 2004; VIELLIARD, 2004; HAUBER et al., 2010).

O canto aprendido é geralmente melodioso apresentando variações no repertório e na sequência de elementos e pode haver variação regional, inter e intraindividual, o que possibilita a identificação do emissor – assinatura vocal (SILVA, 2001; VIELLIARD, 2004). O isolamento geográfico em Oscines pode levar ao desenvolvimento de variações regionais – dialetos. Na corte a fêmea faz seleção do

macho pelo canto, levando a seleção do canto. Nestes casos, as fêmeas apresentam preferência por cantos mais complexos e esta seleção sexual desempenhada pelas fêmeas age como pressão evolutiva para o desenvolvimento de um sistema complexo de comunicação acústica entre as aves (BOLHUIS; EDA-FUJIWARA, 2003; LAIOLO et al., 2008).

2.3. Bioacústica e manejo de aves

O estudo biológico da comunicação por meio dos sons em animais é denominado de bioacústica. Ela compreende a investigação de todas as produções sonoras dos animais, dispersão dos sons, e sobre como o comportamento está ligado à vocalização. Na bioacústica também são estudados os processos neurológicos e fisiológicos pelos quais os sons são produzidos, envolvendo também o uso desses sons no monitoramento de espécies (PAVAN, 2008).

As aves são consideradas ótimos objetos de estudo para bioacústica, pois muitas vezes é possível identificar o emissor por meio do contato visual e da emissão do seu canto específico. Além disso, as espécies possuem taxonomia bem definida e a maioria delas têm horários específicos de maior atividade durante o dia, facilitando o trabalho de identificação. As espécies de pequeno porte, contudo, são difíceis de serem identificadas visualmente à distância. Todas as aves produzem sons distintos que podem ser utilizados para o reconhecimento da espécie (SILVA, 2001). Dessa forma, por meio dos sons emitidos pelos animais é possível identificar a espécie de aves, o sexo (CURÉ et al., 2012) e sua classe etária (PETRUSKOVÁ et al. 2008). Isto permitiu o desenvolvimento de metodologias específicas para o manejo da avifauna, como a determinação da presença de determinadas espécies no local estudado com uso de *playbacks* para estimular o canto das espécies territoriais, como o trabalho realizado por Mennill e Vehrencamp (2008) que utilizaram dessa técnica para aproximação do parceiro reprodutivo e para analisar a resposta agressiva de rivais em *Thryothorus rufalbus*, Lafresnaye, 1845. Mais recentemente, com o desenvolvimento de técnicas específicas para descrição e análise dos parâmetros acústicos das produções sonoras tornou-se possível até mesmo o reconhecimento individual em algumas espécies por meio da assinatura vocal (VIELLIARD, 2004).

2.4. Assinatura vocal

Em algumas espécies é possível o reconhecimento individual do emissor, por meio de suas vocalizações (BEE; GERHARDT, 2002; MOSELEY; WILEY, 2013). O reconhecimento individual é determinado por meio da análise das propriedades físicas das vocalizações, ou seja, seus parâmetros acústicos, que permitem a distinção e reconhecimento individual. Segundo Kennedy, Evans e McDonald (2009) várias espécies de aves do grupo dos Passeriformes, mostraram ter pequenas diferenças individuais na frequência, na modulação de frequência e duração dos elementos. Essa diferenciação individual nos parâmetros acústicos pode ser denominada assinatura vocal (BEECHER, 1989). A assinatura vocal é fundamental no processo de reconhecimento de mãe e filhote, por exemplo, nas espécies que vivem em colônias (CHARRIER; MATHEVON; JOUVENTIN, 2013). A assinatura vocal é importante também em outros contextos. Por exemplo, em *Manorina melanocephala* Latham, 1801, que vive em uma das mais complexas sociedades de aves, verificou-se a emissão de um chamado com características que permitem a identificação individual do emissor para recrutar outros pássaros do grupo em diversos contextos, forrageamento ou ataque conjunto contra predadores (MC DONALD, 2012).

A assinatura vocal foi verificada em várias espécies de aves, como melro-preto *Turdus merula* Linnaeus, 1758 (COUCHOUX; DABELSTEEN, 2015), coruja-da-igreja *Tyto alba* Temminck, 1827 (DREISS et al. 2013), tiziu *Volatinia jacarina* Linnaeus, 1766 (DIAS, 1999), andorinha-de-dorso-acanelado *Hirundo pyrrhonota* Vieillot, 1817 e andorinha-de-bando *Hirundo rustica* Linnaeus, 1758 (MEDVIN et al., 1993). Também foi verificada em outros vertebrados, como morcego *Carollia perspicillata* Linnaeus, 1758 (KNÖRNSCHILDET et al. 2013), lobo-marinho-antártico *Arctocephalus gazela* Peters, 1875 (DOBSON; JOUVENTIN, 2003), peixe-boi-da-amazônia *Trichechus inunguis* Natterer, 1883 (SOUSA-LIMA et al., 2002) e capivara *Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1762 (LACERDA, TOKUMARU, NOGUEIRA, 2013).

Beecher (1989) desenvolveu um método para analisar os sinais pelos quais os animais são reconhecidos. O método é fundamentado na teoria da informação (*sensu* SHANNON; WEAVER, 1949) e descreve quantitativamente o sistema de

sinal (ou assinatura vocal) por meio da análise de função discriminante (DFA). A DFA gera uma combinação linear de variáveis que maximiza a probabilidade de atribuir corretamente as observações aos seus grupos pré-determinados e também pode ser usada para classificar novas observações em um dos grupos, fornecendo uma medida da probabilidade de sucesso da nossa classificação (QUINN; KEOUGH, 2002). Esta técnica, por exemplo, foi usada para estudar as diferenças individuais nas vocalizações do arapaçu-de-garganta-amarela *Xiphorhynchus guttatus* Lichtenstein, 1820 (MOSELEY E WILEY 2013). Outro método usado para o reconhecimento individual, é a análise univariada que abrange todos os métodos de estatística descritiva que permite a análise de cada variável separadamente e também métodos de estatística inferencial para determinada variável, podendo esta ser medida para uma ou mais amostras independentes (QUINN; KEOUGH, 2002). Como foi usado no trabalho de GRAVA e colaboradores (2007) para o monitoramento acústico individual da coruja *Buba buba* Linnaeus, 1758.

Outro método usado para o reconhecimento individual de aves canoras é o de analisar as sílabas dos cantos. Para este tipo de análise, no entanto, é preciso comparar determinado canto específico. Em um estudo usando este método verificou-se, contudo, que em alguns pássaros canoros, como a felosa-comum (*Phylloscopus collybita*), constantemente mudam de tipos de canto de forma aleatória, o que torna difícil a coleta de determinado tipo de canto e sua identificação (Průchová, Jaška e Linhart 2017). Dessa forma, devido à sua habilidade de aprendizagem vocal, a discriminação e reidentificação de aves Oscines por meio do seu canto é um desafio. Por este motivo, foi proposto o uso das características acústicas de chamados de dissuasão para buscar a identificação individual (assinatura vocal) do melro-preto (*Turdus merula*) (COCHOUX E DABELSTEEN 2015). Em estudo em campo, os autores estimularam a emissão desse tipo de chamado, usado tanto para contextos de alarme (predação) e territorial, com o uso de *playback* do canto de outro macho (contexto territorial) e pela aproximação dos pesquisadores (contexto de predação). Como resultado verificaram diferenças interindividuais nos parâmetros acústicos desse chamado que permitiram a discriminação individual, mostrando-se como alternativa para o estudo do canto em Oscines (COCHOUX; DABELSTEEN, 2015).

2.5 Características do curió

2.5.1. História natural

Por meio de levantamento bibliográfico, verificamos que apenas Sick (1997) descreveu a história natural do curió que apresentamos de forma resumida a seguir. *Sporophila angolensis* conhecido vulgarmente como curió, avinhado, bicudo, papa-arroz (SICK, 1997), é um dos pássaros canoros mais estimados e criados do país, sendo muito usado em torneios quando se avalia a intensidade e qualidade de seu canto (SOUZA, 2004). Possui distribuição ampla e diversa, podendo ser encontrada em florestas, savanas, mata primária e borda de floresta em quase toda a América do Sul, exceto o Chile, e países da América Central (SICK, 1997). No Brasil, é encontrado em quase todo território, da Região Amazônica ao Rio Grande do Sul. Sua designação anterior *Oryzoborus angolensis* por Linnaeus em 1766 é considerada equivocada, devido ao registro errôneo da procedência como nativo de Angola do indivíduo usado para a descrição da espécie (SICK, 1997).

Quando adulto, o curió tem de 10 a 13 cm de comprimento e apresenta dimorfismo sexual. O macho possui penas negras na região dorsal, cabeça, cauda e parte superior do peito, enquanto que, na região ventral que inclui a parte inferior do peito e a região abdominal, tem coloração acastanhada, as pontas das asas são brancas. As fêmeas e juvenis são totalmente pardos. Possui o bico robusto característico de aves que se alimentam de sementes. Devido à sua ampla distribuição, podem ocorrer variações de tamanho e cor dependendo da região, mas as variações não são tão marcantes para distingui-las como uma nova subespécie. Além de variações morfológicas, esta espécie mostra variação do canto, que evoluíram no habitat natural em inúmeros dialetos. Os criadores costumam classificar os cantos do curió por designações comumente onomatopeicas ou ligadas a procedência. Existem catalogados aproximadamente 100 cantos diferentes de *Sporophila angolensis*. Os mais conhecidos são: VITEU, VIVI TE TEU, VOVO VIU, PARACAMBI, SANTA CATARINA, TIMBIRA e PRAIA GRANDE (SICK, 1997).

Sua alimentação é basicamente composta por sementes de gramíneas e ciperáceas, além de insetos. As sementes mais apreciadas pelo o curió são as da

tiririca (*Cyperus rotundus*) e da navalha-de-macaco (*Hypolytrum schraderianum*). Na época de reprodução, que se estende de agosto a novembro, vivem em casais e são fiéis a um território. Este território é defendido pelo macho contra possíveis predadores e outros machos da mesma espécie. Formam pequenos ninhos em forma de tigela aberta, que a fêmea faz a postura de até dois ovos por ninhada, e os filhotes são cuidados por ambos os pais permanecendo com eles até um ano (SICK, 1997).

2.5.2. Ameaças e estratégias para conservação

O estado de conservação do *Sporophila angolensis* é descrito como pouco preocupante (*Least Concern*) na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção, principalmente devido à sua ampla distribuição (IUCN, 2012). Em alguns estados do Brasil, porém, como Minas Gerais a espécie é classificada como criticamente em perigo (*Critically Endangered*), principalmente devido à perseguição, desflorestamento e urbanização (SOUZA; VILELLA, 2013). Como é uma espécie que habita a borda de florestas e por consumir sementes de gramíneas, em geral, pode ser beneficiada quando ocorre o desmatamento parcial para plantio de pastagens. Por outro lado, estas mesmas características, aliadas ao seu comportamento territorial, facilitam sua captura. Traficantes usam espelhos como “isca” no interior de alçapões para sua captura (SICK, 1997; DESTRO et al., 2012).

No Estado da Bahia *S. angolensis* não figura com espécies ameaçadas (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DA BAHIA 2017), porém a intensa perseguição que sofre resultou no seu desaparecimento em vários locais de sua distribuição (DESTRO et al., 2012), como no sul deste estado. O desaparecimento regional do curió estimulou criadores amadores, ligados a uma associação local de criadores de pássaros canoros, a procurar a Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) para estabelecer um programa de reintrodução em locais protegidos. Uma das dificuldades para este tipo de atividade é o monitoramento das aves pós-soltura. Neste contexto, a bioacústica poderia ser empregada para o monitoramento do sucesso do programa de soltura. Desta forma, caso confirmada a presença da assinatura vocal e *S. angolensis* m *S. angolensis*, poderá ser evitado o emprego de métodos invasivos, como o uso de redes neblina e

outras técnicas de captura, para verificar a identidade dos animais na área de soltura e assim monitorar o sucesso do programa.

Apesar de ser uma das espécies mais criadas no Brasil, foi encontrado apenas um estudo sobre o canto de *S. angolensis* na literatura consultada (bases de dados consultadas: Banco de Teses da CAPES, Google acadêmico, *Web of Science* e *Research Gate*). Trata-se de um relato que usou apenas uma única vocalização de cada um dos 26 animais estudados, sendo que 23 dessas vocalizações foram obtidas de gravações armazenadas em um banco de dados (LOPES, 2011). Os resultados deste estudo, porém, não permitem concluir se a espécie apresenta assinatura vocal em suas vocalizações (cantos e chamados).

No presente estudo tivemos como objetivo a possibilidade de encontrar assinatura vocal em chamados do curió (*Sporophila angolensis*), através dos parâmetros acústicos, e avaliar se há possibilidade de serem usadas como ferramenta (s) para a identificação dos indivíduos no monitoramento da espécie em programas de soltura.

3. Material e Métodos

3.1. Nota ética

Os procedimentos para a realização do estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Santa Cruz (CEUA/UESC, Protocolo número 32/2016).

3.2. Local de estudo e caracterização dos animais

A coleta dos dados ocorreu em quatro criadouros amadoristas legalizados da cidade de Ilhéus, no sul da Bahia. A região é caracterizada pelo clima tropical úmido, cuja temperatura máxima é acima de 24°C e a mínima de 21°C (IBGE, 2016). Nesses criadouros foram gravadas as vocalizações de 11 curiós machos adultos de *Sporophila angolensis* com a idade de dois a quatro anos, nascidos e criados em cativeiro (Tabela 1).

Tabela 1. Identificação, idade e origem dos curiós (N=11) usados no estudo.

Indivíduo	Anilha	Idade (anos)	Criador
Curió 1	009138	2	1
Curió 2	006258	2	1
Curió 3	006414	2	1
Curió 4	CM/BA 060	2	2
Curió 5	762106	3	3
Curió 6	001361	4	3
Curió 7	005648	3	4
Curió 8	105541	2	4
Curió 9	254789	2	4
Curió 10	002587	3	4
Curió 11	002547	2	4

3.3. Coleta de dados

Para as gravações, os animais foram mantidos em gaiolas individuais (0,40 m de comprimento X 0,30 m de largura X 0,40 m de altura) e identificados com anilhas numeradas, cedidas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). As gravações ocorreram sempre no período matutino, reconhecido como de maior atividade vocal para aves canoras (SICK, 1997). Entre às 7h00 e 11h00, cada um dos animais foi manipulado apenas pelos seus tratadores, que são as pessoas que trabalham nos criadouros, para reduzir reações de estresse causadas por um dos quatro contextos comportamentais ou tratamentos descritos a seguir:

A) Recinto de origem: Recintos dotados de isolamento acústico tinham dimensões de 5,0 a 7,0 m de largura, 3,0 a 5,0 m de comprimento e 2,5 a 3,0 m de altura. Geralmente os recintos continham aproximadamente de 10 a 20 animais. Na hora da gravação, foram retirados da sala todos os animais, exceto o que teria suas vocalizações gravadas. Em seguida o tratador colocava o gravador a 2,5 m da gaiola do animal e era dado início à gravação das vocalizações espontâneas durante 60 minutos consecutivos;

B) Recinto novo: imediatamente após a gravação inicial, o animal foi transportado pelo tratador para um recinto não conhecido por ele com 6,0 m de largura por 4,0 m de comprimento e com 2,5 m de altura e isolado das demais aves do criadouro. O recinto, localizado na mesma área do criadouro para minimizar o estresse, contava com isolamento acústico. Imediatamente, após a introdução do animal neste novo local foi iniciada a gravação das vocalizações espontâneas durante 60 minutos consecutivos;

C) *Uso de playback*: na sequência, ainda neste novo recinto, foram emitidos *playbacks* de vocalizações (canto e chamado) de outro indivíduo macho da mesma espécie para estimular vocalizações de defesa de território. Nestas condições, a emissão dos *playbacks* contendo cantos e chamados, foi feita em intervalos de sete minutos. Sob estas condições as gravações das vocalizações estimuladas que

foram feitas durante 60 minutos contínuos a partir da primeira emissão do *playback*. Para todos os curiós foi usada a mesma gravação de *playback* com frequência máxima de 23576 (± 424) Hz, frequência mínima de 1500 (± 642) Hz, entropia de 4104 (± 564) bits volume de 30 a 50 decibéis medidos pelo programa “*Sound Meter Decibel Meter Noise Meter decibel*”, e que foi apresentada por meio de uma caixa acústica/gravador modelo Tectron Modulo LCD 520 e colocada a 5,0 m da gaiola antes do início da seção;

D) Presença de fêmea: na sequência, foi colocada no mesmo recinto uma gaiola com uma fêmea da mesma espécie, a uma distância de 3,0 m, para estimular vocalizações de atração de parceiro reprodutivo. Sob estas condições, as gravações das vocalizações estimuladas foram feitas durante 60 minutos contínuos a partir da introdução da fêmea no recinto.

Desta forma, coletaram-se quatro horas de gravações por dia, feitas seguidamente, para cada indivíduo totalizando em 44 horas de registros vocais nos quatro contextos comportamentais ou tratamentos. Para estas gravações foi usado um gravador TASCAM e um microfone Sennheiser. Os registros vocais foram gravados em mono com frequência de 48 kHz e 16 bits de resolução.

3.4. Análise dos dados

Os arquivos de áudio em WAV foram analisados por meio do programa Raven Pro 1,5 (Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca NY, EUA), com as seguintes configurações: janela tipo Hann, tamanho da janela 312 amostras, *filter bandwidth* 51,1 Hz, *sizescreen* 100%, sobreposição de 85%, *hop size* 203, DFT de 2048 e espaçamento de grade 23,4 Hz. Desta forma, foram selecionadas vocalizações de elementos isolados emitidos com intervalos maiores do que 1,3 s entre eles que poderiam ter a função de chamado para os curiós. A partir dos espectrogramas obtidos, foi possível fazer a mensuração dos seguintes parâmetros acústicos: duração dos elementos (s), frequência mínima (Hz), frequência máxima (Hz), frequência dominante (Hz), largura de banda (bits) e entropia média para cada elemento emitido de forma isolada pelos 11 curiós em cada um dos quatro contextos

comportamentais descritos anteriormente. Posteriormente, foi realizada uma análise visual dos espectrogramas para diferenciar os tipos de vocalizações.

3.4.1. Seleção do elemento e contextos comportamentais\tratamentos usados para análise de assinatura vocal

Para verificar se houve diferença entre os contextos ou tratamento na emissão dos diferentes tipos de elementos isolados foi aplicado ANOVA de medidas repetidas. Em seguida, foi feita uma análise para selecionar os elementos mais emitidos nos diferentes contextos e que poderiam trazer informações sobre a identidade dos indivíduos (assinatura vocal). Para isso, foram comparadas as médias das emissões dos diferentes elementos emitidos de forma isolada pelos indivíduos por meio do teste GLM de medidas repetidas, seguidas pelo teste *post hoc* de Tukey, tendo os indivíduos e contextos como variáveis independentes. Posteriormente, foi aplicada a análise de função discriminante (DFA) (TABACHNICK; FIDELL, 2007) dos parâmetros acústicos do elemento selecionado (elemento B), para verificar a ocorrência de diferenças neste tipo de vocalização nos diferentes contextos. Essa análise foi seguida por ANOVAS uni-variadas, seguidas de testes *post hoc* de Tukey para confirmar as diferenças nos parâmetros acústicos do elemento B de acordo com os contextos. Devido às diferenças nos parâmetros acústicos nos diferentes contextos e por ser, a emissão do *playback* de macho da mesma espécie, prática comum em estudos ornitológicos de campo, decidimos verificar a assinatura vocal nos elementos B emitidos durante o contexto *playback*. Por este motivo, analisamos as características dos parâmetros acústicos do elemento B para verificar a possibilidade de assinatura vocal na espécie.

3.4.2. Análise da assinatura vocal

Para verificar a existência de assinatura vocal no elemento B realizamos uma sequência de três análises. Primeiro, calculamos o Potencial de Codificação Individual (PIC) de cada um dos parâmetros acústicos medidos, seguida por uma análise de função discriminante (DFA), e finalmente, validamos a DFA aplicando o

teste de validação cruzada da DFA. Quando o PIC é maior que 1,0 a variabilidade entre os indivíduos foi maior do que dentro de cada indivíduo e, por isso, esses parâmetros foram usados para a análise de função discriminante (DFA). Para determinar o PIC de cada parâmetro acústico, calculamos os coeficientes de variação (CV) entre os indivíduos (CV_{inter}) e dentro dos indivíduos (CV_{intra}). Para CV_{intra} calculamos a média dos CV daquele parâmetro para os elementos B emitidos por cada indivíduo nos diferentes contextos. O PIC é calculado pela relação entre CV_{inter} e CV_{intra} . Em seguida, selecionamos os parâmetros acústicos cujos valores de PIC foram maiores que 1,0. O valor de PIC maior do que 1,0 indica que a variabilidade entre os indivíduos é maior do que a variabilidade dentro de cada indivíduo e, portanto, aquele parâmetro tem grande potencial para ser usado no reconhecimento individual (ROBISSON; AUBIN; BREMOND, 1993).

Usamos os parâmetros acústicos selecionados ($PIC > 1,0$) na DFA com um fator (indivíduo) para quantificar a extensão e que cada indivíduo pode ser classificado com base na emissão do elemento B e para identificar quais grupos de variáveis (Função Discriminante - FD) foram mais úteis para essa classificação. Com base nas funções discriminantes obtidas da DFA, cada conjunto de escores da FD, correspondentes aos elementos B emitidos pelos curiós, foram designados para o indivíduo apropriado (classificação correta) ou para outro indivíduo (classificação incorreta). Isso permitiu calcular a proporção (%) de elementos B que foram corretamente classificados para cada indivíduo (CC). Finalmente, fizemos a validação cruzada dos dados aplicando a classificação *leave one out* (McGARIGAL CUSHMAN; STAFFORD, 2000). No texto as médias são apresentadas com seus desvios padrões ($\pm DP$). Antes das análises verificou-se a normalidade dos resíduos e a homogeneidade da variância. Para todas as análises foi usado o programa Statistica v. 7.0 (StatSoft, Inc.) e considerado $\alpha < 0,05$.

4. Resultados

Durante as 44 horas de gravações de vocalizações dos 11 curiós nos quatro contextos comportamentais estudados registraram 3713 elementos emitidos de forma isolada que possuíam intervalo de tempo entre si $> 1,3$ s. Por meio da análise dos seus parâmetros acústicos, foi possível descrever nove tipos diferentes de elementos (Tabela 2). Esses elementos têm uma estrutura acústica relativamente simples (Figura 1).

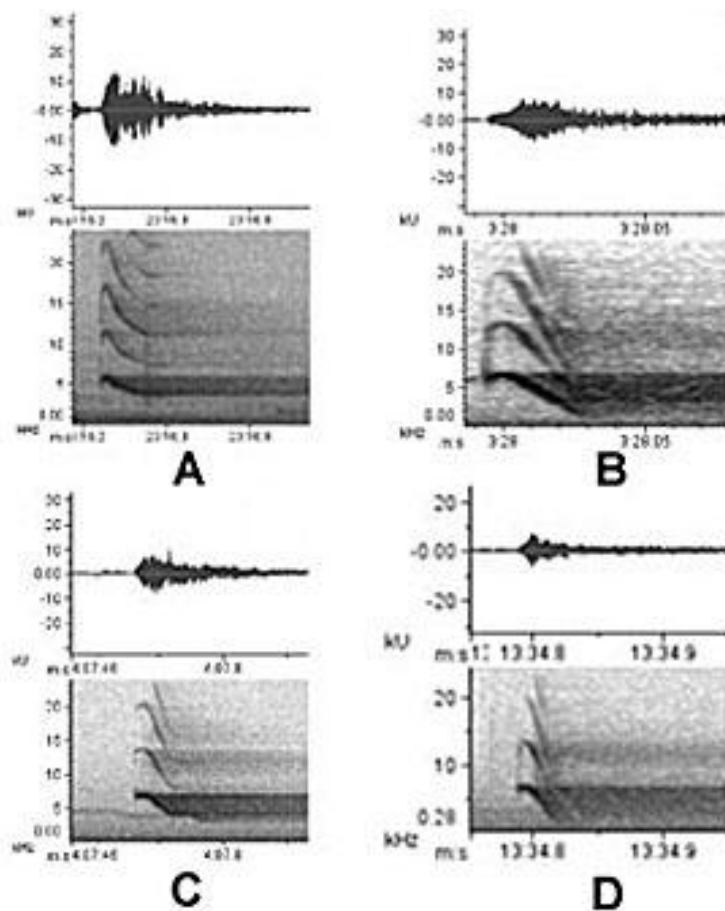


Figura 1. Espectrograma do Elemento B nos diferentes contextos dos *Sporophila angolensis*: (A) Recinto de origem, (B) Recinto novo, (C) *Uso de playback* e (D) Presença de fêmea.

Tabela 2. Médias (\pm DP) dos parâmetros acústicos dos chamados dos *Sporophoila angolensis* (N=11) emitidos em quatro contextos comportamentais.

Elemento	Duração (s)	Frequência Mínima (Hz)	Frequência Máxima (Hz)	Largura da Banda (Hz)	Entropia média (bits)	Frequência Dominante (Hz)	N
A	0,09 (\pm 0,06)	2956 (\pm 950)	22576 (\pm 1605)	3740 (\pm 3417)	3937 (\pm 834)	4226 (\pm 1259)	291
B	0,10 (\pm 0,07)	2955 (\pm 1058)	22559 (\pm 2015)	3099 (\pm 2329)	3737 (\pm 918)	4513 (\pm 1402)	1507
C	0,18(\pm 0,13)	2116 (\pm 1301)	17595 (\pm 4329)	3388 (\pm 2876)	3952 (\pm 837)	3362 (\pm 1621)	245
D	0,15 (\pm 0,10)	1650 (\pm 842)	16848 (\pm 3576)	3800 (\pm 2106)	4301 (\pm 924)	3130 (\pm 1189)	368
E	0,12 (\pm 0,05)	2788 (\pm 427)	22848 (\pm 1996)	2989 (\pm 1934)	3518 (\pm 921)	4129 (\pm 893)	212
F	0,11 (\pm 0,04)	2865 (\pm 803)	23045 (\pm 1956)	3234 (\pm 1810)	3822 (\pm 842)	4420 (\pm 1177)	181
G	0,17 (\pm 0,10)	5485 (\pm 1844)	21400 (\pm 2775)	2576 (\pm 3478)	3457 (\pm 834)	6585 (\pm 2022)	141
H	0,12 (\pm 0,07)	2085 (\pm 977)	20903 (\pm 3597)	3088 (\pm 2391)	3910 (\pm 885)	3228 (\pm 1156)	446
I	0,14 (\pm 0,09)	2219 (\pm 982)	20364 (\pm 4088)	4112 (\pm 2748)	4291 (\pm 978)	3353 (\pm 1623)	322

O número médio ($5,5 \pm 1,8$) de tipos de elementos emitidos de forma isolada não diferiu entre os indivíduos para os contextos comportamentais ($F_{3, 30} = 0,91$, $P = 0,45$) (Figura 2).

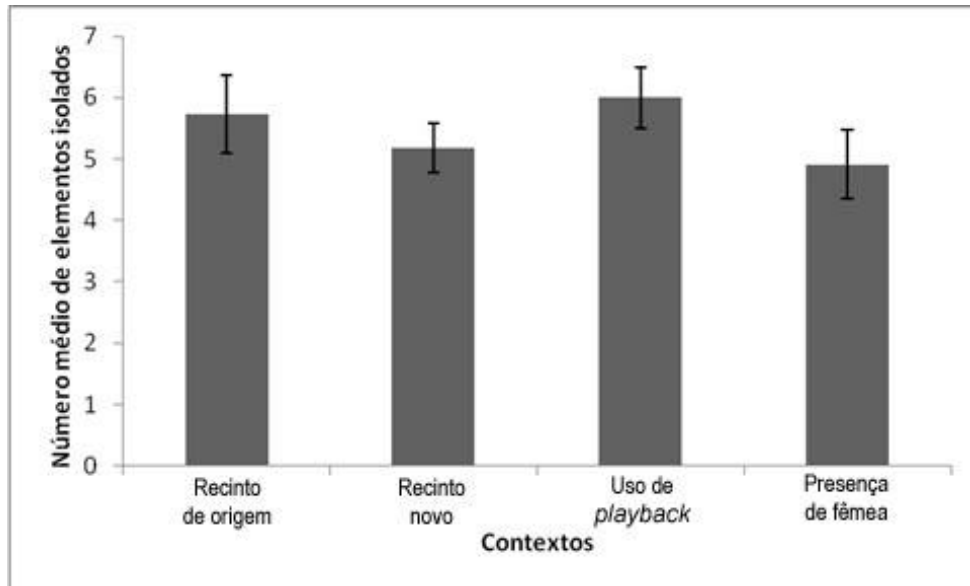


Figura 2. Número médio ($\pm EP$) de tipos de elementos emitidos por cada *S. angolensis* (N=11) nos quatro contextos analisados.

Por outro lado, verificamos que houve interação entre contexto e os tipos de elementos emitidos de forma isolada ($F_{24, 240} = 1,64$, $P = 0,03$). O teste *post hoc* mostrou que em todos os contextos de indivíduos de *S. angolensis* emitiram mais elemento B entre os nove que foram vocalizados de forma isolada (Figura 3). O modelo estatístico mostrou que não houve diferença ($F_{3, 30} = 1,82$, $P = 0,16$) na média de emissões do elemento B ($34,2 \pm 49,0$) por indivíduo nos diferentes contextos testados.

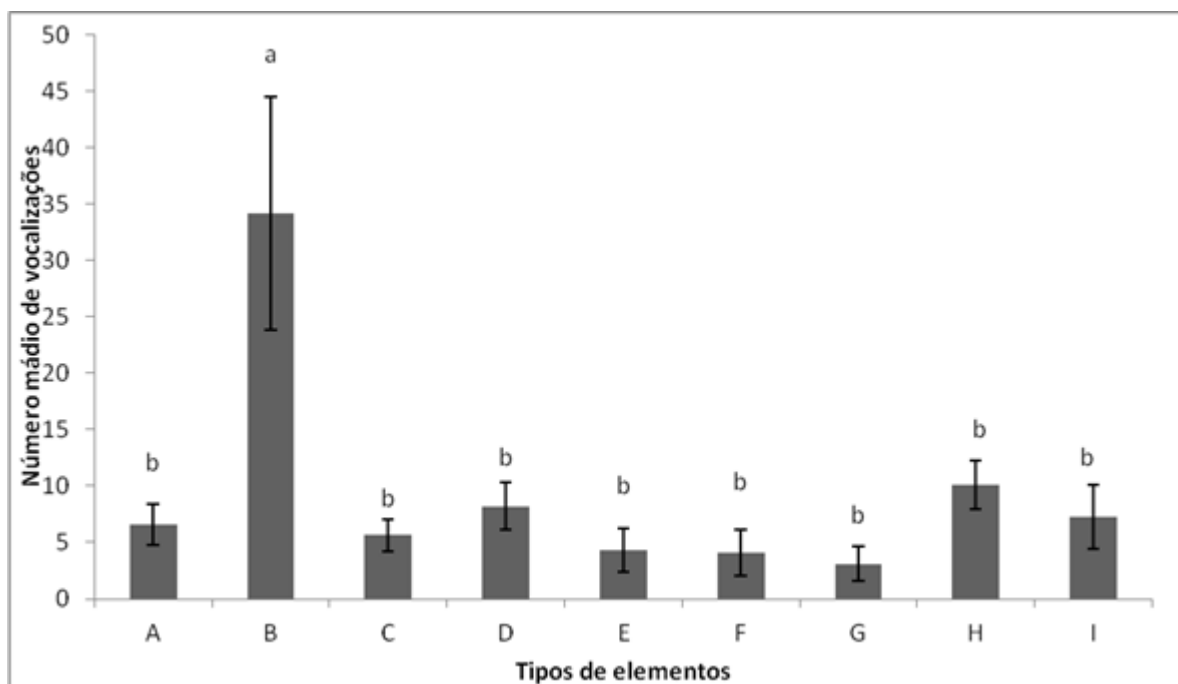


Figura 3. Médias (\pm erro padrão - EP) da emissão dos nove tipos de elementos isolados emitidos por curiós (N=11) nos quatro contextos testados de *S. angolensis*.

4.1. Características do elemento B

A análise de DFA mostrou diferenças nos parâmetros acústicos do elemento B (Wilks Lambda: 0,83 F = 15,60, P < 0,001) que permitiu o total de 43,2% de discriminação correta do elemento B de acordo com os contextos o que foi confirmada pela validação cruzada (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros acústicos do elemento B emitido pelos *S. angolensis* (N=11) nos diferentes contextos e análise de função discriminante (DFA).

Contexto	Duração (s)	Frequência Mínima (Hz)	Frequência Máxima (Hz)	Largura da Banda (Hz)	Entropia Média (bits)	Frequência Dominante (Hz)	N	DFA	Validação-cruzada
Recinto de origem	0,10 (\pm 0,07)	2913 (\pm 798)	22762 (\pm 1570)	2732 (\pm 1701)	3636 (\pm 805)	4600 (\pm 1138)	441	86,6	87,2
Recinto novo	0,11 (\pm 0,10)	3210 (\pm 1338)	22618 (\pm 2898)	3464 (\pm 2605)	3797 (\pm 908)	4792 (\pm 1678)	489	10,0	12,3
<i>Uso de playback</i>	0,09 (\pm 0,06)	2933 (\pm 841)	22681 (\pm 1666)	3080 (\pm 2656)	3704 (\pm 810)	4395 (\pm 1314)	401	17,7	1,4
Presença de fêmea	0,08 (\pm 0,07)	1989 (\pm 1160)	22618 (\pm 2898)	3898 (\pm 2570)	4204 (\pm 764)	3838 (\pm 1580)	176	33,6	34,5
FD 1	0,23	0,85	0,31	-0,21	-0,41	0,43	Total	43,2	44,0
FD 2	-0,72	-0,05	0,07	-0,26	-0,21	-0,57			

As diferenças do elemento B emitidos nos diferentes contextos foram também confirmadas nas ANOVAs da duração e dos demais parâmetros acústicos. A duração da emissão do elemento B variou de acordo com o contexto ($F_{3, 1476} = 12,03$, $P < 0,001$) e o teste *post hoc* mostrou que essa duração foi maior no contexto recinto novo do que nos demais (Figura 4).

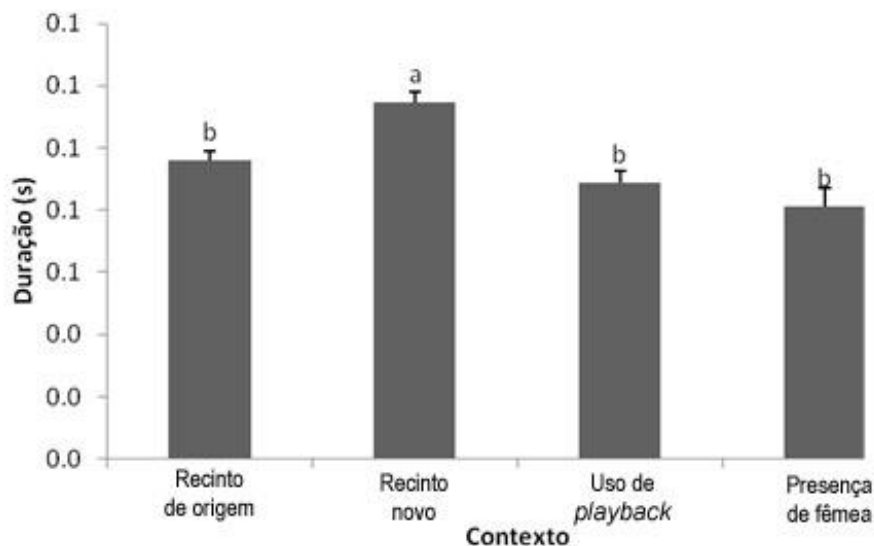


Figura 4. Média da duração (s) (+EP) do elemento B emitidos pelos *S. angolensis* (N=11) nos quatro contextos analisados.

O modelo estatístico também mostrou diferenças para os parâmetros frequência mínima ($F_{3, 1476} = 51,91$, $P < 0,001$), frequência máxima ($F_{3,1476} = 13,17$, $P < 0,0001$), frequência dominante ($F_{3, 1476} = 17,67$, $P < 0,0001$), largura de banda ($F_{3, 1476} = 13,17$, $P < 0,0001$) e entropia ($F_{3, 1476} = 17,67$, $P < 0,0001$). Os testes *post hoc* mostraram que foi no contexto de apresentação de fêmea os curiós emitiram elementos B com as menores frequências mínima, máxima e dominante, e com as maiores larguras de banda e entropia.

4.2. Assinatura vocal no elemento B durante o contexto *Uso de playback*

4.2.1. Análise dos coeficientes de variação e PICs

A análise dos coeficientes de variação da duração e dos parâmetros acústicos inter (CV_{inter}) e intraindividual (CV_{intra}) mostraram que os parâmetros: duração, frequência mínima, frequência dominante e largura de banda apresentaram Potencial de Codificação Individual (PIC) maior do que 1,0 (Tabela 4).

Tabela 4. Valores dos coeficientes de variação entre (CV_{inter}) e média do CV dentro (CV_{intra}) dos parâmetros acústicos do elemento B emitido pelos curiós (N=11) durante o contexto de emissão de *playback* de macho de *S. angolensis* usados para o cálculo do Potencial de Codificação Individual (PIC).

Parâmetro	CV_{inter}	CV_{intra}	PIC
Duração (s)	0,70	0,53	1,3
Frequência mínima (Hz)	0,55	0,39	1,4
Frequência máxima (Hz)	0,15	0,16	0,9
Largura de banda (Hz)	0,62	0,58	1,1
Entropia (bits)	0,18	0,23	0,8
Frequência dominante (Hz)	0,39	0,31	1,2

4.2.2. Análise da função discriminante (DFA)

A maior correlação absoluta para a primeira função discriminante (FD1) foi para a frequência mínima, enquanto que a maior correlação absoluta para a segunda função discriminante (FD2) foi para entropia média

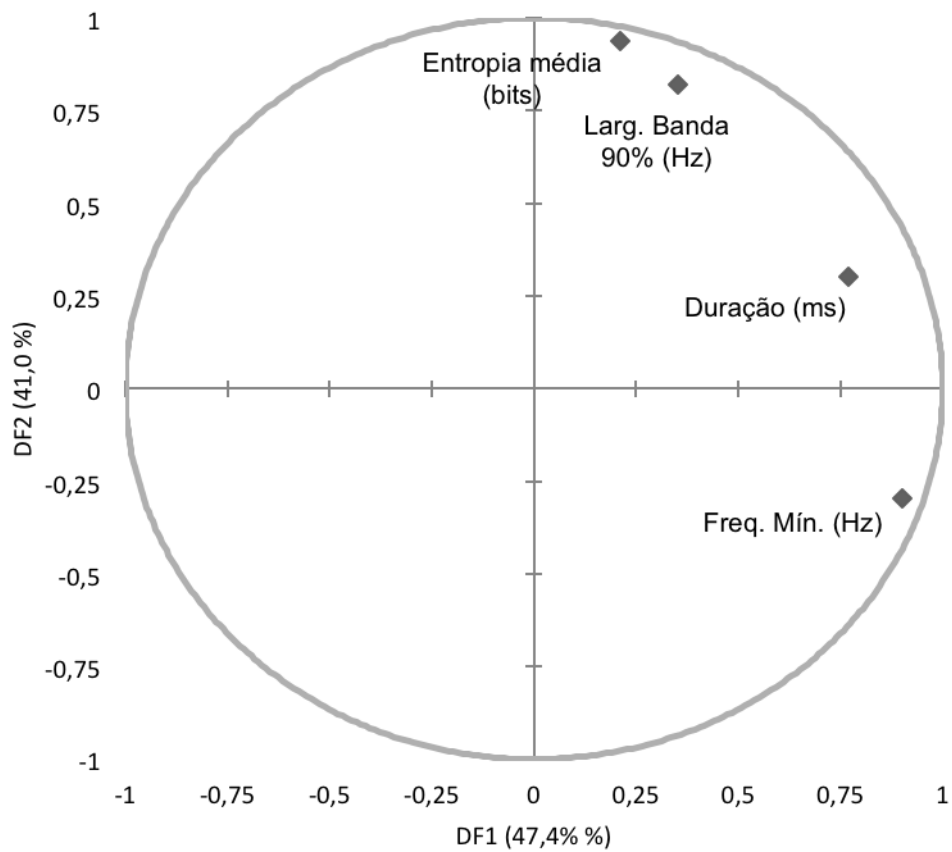


Figura 5. Funções discriminantes (DF1 e DF2) dos parâmetros acústicos do elemento B emitidos pelos *S. angolensis* (N=11) no contexto uso de *playback* do macho.

Tabela 5. Correlações entre variáveis e fatores para o chamado de contato de *S. angolensis* (N=11).

Parâmetros	FD1	FD2	FD3	FD4
Duração (s)	0,77	0,30	0,37	-0,43
Frequência mínima (Hz)	0,90	-0,30	0,03	0,31
Largura de banda 90% (Hz)	0,35	0,82	-0,45	-0,02
Entropia média (bits)	0,21	0,94	0,06	0,27

A DFA mostrou acurácia de classificação de 72,1% para os elementos B de curiós, com sucesso na validação cruzada de 62% (Tabela 6). Observamos, entretanto, que no presente estudo, os indivíduos 1, 3 e 6 as proporções de acerto na discriminação individual foram relativamente baixas na validação cruzada (35%, 34,8% e 5%, respectivamente, Tabela 6). Os chamados de contato dos curiós 1 e 6 foram confundidas com as do curió 9, enquanto os do curió 3 foram confundidos com os do curió 4 (Tabela 6).

Tabela 6. Proporção de acertos na classificação dos elementos B emitidos pelos *Sporophila angolensis* (N=11) durante o contexto de apresentação do playback.

de\para	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	DFA	Validação Cruzada
1	10	0	0	0	2	1	1	0	6	0	0	20	50.0%	35.0%
2	0	18	0	2	0	0	0	0	0	0	0	20	90.0%	80.0%
3	0	1	8	12	0	0	0	0	0	2	0	23	34.8%	34.8%
4	0	2	1	17	0	0	1	0	0	0	0	21	81.0%	71.4%
5	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	21	100.0%	95.2%
6	0	0	0	0	0	2	0	2	14	2	0	20	10.0%	5.0%
7	0	0	0	0	0	1	18	0	1	1	0	21	85.7%	66.7%
8	0	0	2	0	0	0	0	16	0	0	2	20	80.0%	75.0%
9	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	21	100.0%	81.0%
10	0	0	0	1	0	0	3	0	0	16	1	21	76.2%	66.7%
11	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	18	21	85.7%	71.4%
Total	10	21	11	32	23	4	26	18	42	21	21	229	72.1%	62.0%

5. Discussão

Os contextos comportamentais usados efetivamente estimularam as vocalizações dos curiós. Em apenas quatro horas de gravações para cada um dos indivíduos foram coletados uma média de $84 \pm 16,8$ vocalizações/indivíduo. Verificou-se que os curiós vocalizaram nove tipos diferentes de elementos emitidos de forma isolada e com intervalo entre eles >1.3 s. Não houve diferença no número de tipos de elementos isolados emitidos nos quatro contextos. Entretanto, dos nove tipos vocais encontrados, o elemento B foi o mais emitido em todos os contextos. Adicionalmente, houve variações nos parâmetros acústicos dos elementos B emitidos nos diferentes contextos comportamentais. Quando os curiós foram transferidos para o recinto novo, isolados dos demais, emitiram este elemento com duração maior do que nos demais contextos. Por sua vez, durante o contexto de apresentação de fêmea, os curiós modularam esse tipo de elemento. O elemento B foi emitido com frequências mínima e máxima menores, e com largura de banda e entropia maiores durante a apresentação da fêmea do que nos demais contextos. O fato de o elemento B ter sido emitido por todos os indivíduos nas quatro situações em que os animais encontravam-se isolados e/ou sendo estimulados pela apresentação de estímulos de indivíduos do mesmo sexo ou do sexo oposto indica que essa vocalização tem a função de chamado de contato. Por este motivo, sugerimos o elemento B como chamado de contato. Infelizmente, devido às diferenças no número de emissões e/ou não emissão pela maior parte dos pássaros nos diferentes contextos, não permitiu identificar a função para os outros oito elementos emitidos de forma isolada pelos *S. angolensis*.

Em geral, o chamado de contato em pássaros é curto, sendo audíveis a curtas distâncias e por isso é considerado como chamado de curto alcance (MARLER, 2004). Este tipo de vocalização pode ser usado para o pedido de alimento de filhotes para seus pais, como verificado em grandes colônias de pinguim-rei *Aptenodytes patagonicus* Miller, 1778 (JOUVENTIN et al., 1999) e também pode ser emitido quando há deslocamento (SILVA, VILLIARD, 2011). Para o formigueiro-assobiador (*Myrmeciza loricata* Lichtenstein, 1823), o chamado de contato foi emitido quando o emissor se encontrava próximo ou distante de outro indivíduo da mesma espécie (AMORIM, 2011). Assim como verificado para o *S. angolensis* no presente estudo, também foi verificada variações na intensidade no

chamado de contato do formigueiro-assobiador quando na presença de fêmeas (AMORIM, 2011).

Na presença das fêmeas, os machos de *Sporophila angolensis* emitiu chamados de contato com médias de frequência mínima, frequência máxima e frequência dominante mais baixa do que aos demais contextos. . Essas características no chamado de contato entre machos podem favorecer a interação do casal, momento esse em que os pássaros encontram mais suscetíveis ao ataque de predadores (MARLER 2004; AMORIM 2011). Em geral, quando as aves ficam longe de outro da mesma espécie, os chamados de contato ficam mais altos e mais frequentes (MARLER, 2004). No presente estudo, devido, provavelmente, à proximidade da fêmea em relação ao macho foram detectadas diferenças nos parâmetros acústicos analisados.

Os machos de *Sporophila angolensis* apresentaram chamados de contato com variação individual na duração, frequência mínima, largura de banda e entropia, conforme verificado pelos valores do Potencial de Codificação Individual (PIC) encontrados para esses parâmetros durante o contexto *playback*. Essas diferenças individuais nos chamados de contato do *S. angolensis* foram confirmadas tanto pela análise de função discriminante (DFA) e pela validação cruzada, que mostraram acurácia de classificação de 72,1% e 62%, respectivamente. Esses resultados mostram que existe assinatura vocal nesse tipo de chamado nesta espécie e corroboram a ideia de que há a confiabilidade de reconhecimento individual com o uso de apenas algumas características acústicas simples do chamado (COUCHOUX E DABELSTEEN, 20015). Infelizmente, não foi possível fazermos a análise DFA permutada devido ao número limitado de chamados emitidos pelos curiós (20 a 23) durante o contexto *playback*. Por outro lado, as três análises realizadas (PIC, DFA e validação cruzada), permitem concluir, mesmo sem a DFA permutada, que é possível identificar as diferenças entre os indivíduos de *Sporophila angolensis* por meio de seu chamado de contato.

Os resultados obtidos também corroboram estudos que reportaram a possibilidade da diferenciação individual por meio da análise de pequenas diferenças na frequência, na modulação de frequência e duração dos elementos emitidos por Passeriformes (KENNEDY, EVANS E MC DONALD, 2009). Resultados

similares foram encontrados em outros estudos, nos quais foi possível identificar individualmente o *Struthidea cinerea* Gould, 1837 por meio do chamado de contato (WARRINGTON et al. 2014). E *Aegithalos caudatus* Linnaeus, 1758, utilizando parâmetros de frequência de dois tipos de chamado (SHAP E HATCHWELL 2005).

Diante disso, verificamos que é possível identificar individualmente o *Sporophila angolensis* por meio de seu chamado de contato. Dessa forma, será possível monitorar o sucesso de programas de soltura sem a necessidade de captura dos indivíduos para verificação das anilhas de identificação. O resultado obtido mostra que é possível, até mesmo, o uso de unidades de gravação autônoma (ARUs) para esse tipo de estudo. Esse fato, poderá reduzir os gastos com trabalho de campo, como no estudo de que avaliou o uso de gravadores autônomos para monitoramento de kiwis (*Apteryx owenii* Gould, 1847) soltos em uma reserva (DIGBY, 2013). O uso dessa técnica possibilitou aumentos na cobertura espacial e temporal, favorecendo o monitoramento e conservação de espécies de difícil visualização. Observamos no presente estudo que nem todos os indivíduos foram discriminados por meio dos parâmetros físicos analisados. Esse fato pode ser resolvido com a análise de outros parâmetros como, por exemplo, fenômenos não lineares, que não analisamos aqui e podem trazer tais diferenças nas vocalizações. Os fenômenos não lineares como formantes, combinações e caos nas vocalizações trazem riqueza e, portanto complexidade ao repertório e devem ser investigados em estudos futuros para que haja maior clareza sobre a individualidade vocal.

Um fator que pode explicar a discriminação individual relativamente baixa em três dos indivíduos seria a mesma matriz de aprendizagem vocal. Considerando que o *Sporophila angolensis* é uma ave Oscine e ter parte de sua vocalização aprendida, é possível que o uso das mesmas técnicas de aprendizagem vocal, utilizando *playbacks* para ensinar seus animais, poderia resultar na não discriminação de curios que aprenderam com a mesma matriz vocal.

6. Conclusão

A análise dos parâmetros acústicos do chamado de contato do *Sporophila angolensis* mostrou variação individual na duração, frequência mínima, largura de banda e entropia. Essas diferenças comprovam que há assinatura vocal neste tipo de vocalização o que torna possível identificar os animais individualmente permitindo seu uso para o monitoramento da espécie em programas de soltura. Para os animais que não foram discriminados, sugerimos que em trabalhos futuros sejam analisados mais parâmetros acústicos, devido à plasticidade vocal desses indivíduos.

7. Referências

- AMORIM, T. O. S. *Estudo bioacústico do formigueiro-assobiador (Myrmeciza loricata (Lichtenstein, 1823); Aves: Thamnophilidae) na Reserva Biológica Municipal Poço D'Anta, Juiz de Fora–MG*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora, 2012.
- AUBIN, T.; MATHEVON, N.; SILVA, M. L.; VIELLIARD, J. M. E.; SEBE, F. How a simple and stereotyped acoustic signal transmits individual information: the song of the White-browed Warbler *Basileuterus leucoblepharus*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 76, n. 2, p. 335-344, 2004.
- BALLENTINE, B.; HYMAN, J; NOWICKI, S. Vocal performance influences female response to male bird song: an experimental test. **Behavioral Ecology**, v. 15, n. 1, p. 163-168, 2004.
- BEECHER, M. D. Signaling systems for individual recognition: an information theory approach. **Animal Behaviour**., v. 38, p. 248-261, 1989.
- BEE, M. A.; GERHARDT, H. C. Individual voice recognition in a territorial frog (*Rana catesbeiana*). **Proceedings of the Royal Society B.**, v. 269, p. 1443-1448, 2002.
- BENTLEY, G. E.; WINGFIELD, J. C.; MORTON, M. L.; BALL, G. F. Stimulatory effects on the reproductive axis in female songbirds by conspecific and heterospecific male song. **Hormones and Behavior**, v. 37, n. 3, p. 179-189, 2000.
- Bird Life International. 2012. *Oryzoborus angolensis*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2012**: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T22723542A40062561>>Acessado em: Setembro 2016.
- BOLHUIS, J. J.; EDA-FUJIWARA, H. Bird brains and songs: neural mechanisms of birdsong perception and memory. **Animal Biology**, v. 53, n. 2, p. 129-145, 2003.
- CHARRIER, I.; MATHEVON, N.; JOUVENTIN, P. Vocal signature recognition of mothers by fur seal pups. **Animal Behaviour**, v. 65, n. 3, p. 543-550, 2003.
- COUCHOUX, C.; DABELSTEEN, T. Acoustic cues to individual identity in the rattle calls of common blackbirds: a potential for individual recognition through multi-

syllabic vocalisations emitted in both territorial and alarm contexts. **Behaviour**, v. 152, n. 1, p. 57-82, 2015.

CURÉ, C.; MATHEVON, N.; MUNDRY, R.; AUBIN, T. Acoustic cues used for species recognition can differ between sexes and sibling species: evidence in shearwaters. **Animal Behaviour**, v. 84, n. 1, p. 239-250, 2012.

DESTRO, G. F. G.; PIMENTEL, T. L.; SABAINI, R. M.; BORGES, R. C.; BARRETO, R. Esforços para o combate ao tráfico de animais silvestres no Brasil. **Biodiversity**, Book 1, 201-7, 2012.

DIAS, A. F. S. *Competição por espaço acústico: adaptações de cantos de aves em uma zona de alta biodiversidade do Brasil Central*. Tese (Doutorado). Universidade de Brasília, 2013.

DIAS, A. F. S. *Comparação e descrição de parâmetros acústicos do canto de Volatiniajacarina (Aves: Emberizidae) no contexto de seleção sexual*. Tese (Doutorado). Universidade de Brasília, 1999.

DIGBY, ANDREW. *Whistling in the dark: an acoustic study of little spotted kiwi*. Tese (Doutorado). Victoria University of Wellington, Wellington, Nova Zelândia, 2013.

DOBSON, F. S.; JOUVENTIN, P. How mothers find their pups in a colony of Antarctic fur seals. **Behavioural processes**, v. 61, n. 1, p. 77-85, 2003.

DREISS, A. N.; RUPPLI, C. A.; ROULIN, A. Individual vocal signatures in barn owl nestlings: does individual recognition have an adaptive role in sibling vocal competition?. **Journal of evolutionary biology**, v. 27, n. 1, p. 63-75, 2013.

GIL, D.; LÉBOUCHER, G.; LACROIX, A.; CUE, R.; KREUTZER, M. Female canaries produce eggs with greater amounts of testosterone when exposed to preferred male song. **Hormones and Behavior**, v. 45, n. 1, p. 64-70, 2004.

GRAVA, T.; MATHEVON, N.; PLACE, E.; BALLUET, P. Individual acoustic monitoring of the European Eagle Owl *Bubo bubo*. **Ibis**, v. 150, n. 2, p. 279-287, 2008.

HAUBER, M. E.; CAMPBELL, D. L.; WOOLLEY, S. M. The functional role and female perception of male song in zebra finches. **Emu**, v. 110, n. 3, p. 209-218, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=291480>>; Acessado em: 02/09/2016.

IUCN. União internacional para a Conservação da Natureza. Acessado em: <<http://www.iucnredlist.org/> >; Acessado em Setembro de 2016.

JOUVENTIN, P.; AUBIN, T.; LENGAGNE, T. Finding a parent in a king penguin colony: the acoustic system of individual recognition. **Animal Behaviour**, v. 57, n. 6, p. 1175-1183, 1999.

KENNEDY, R. A.; EVANS, C. S.; MC DONALD, P. G. Individual distinctiveness in the mobbing call of a cooperative bird, the noisy miner *Manorina melanocephala*. **Journal of Avian Biology**, 40(5), 481-490, 2009.

KLEIMAN, D. G.; THOMPSON, K. V.; BAER, C. K. (EDS.). **Wild mammals in captivity: principles and techniques for zoo management**. University of Chicago Press, 2010.

KNÖRNSCHILD, M.; FEIFEL, M.; KALKO, E. K. V. Mother e offspring recognition in the bat *Carollia perspicillata*. **Animal Behaviour**. 86, 941- 948, 2013.

LACERDA, P. O.; TOKUMARU, R. S.; NOGUEIRA, S. S. C. Vocal signature in capybara, *Hydrochoerus hydrochaeris*. **Acta Ethologica**. v. 17, n. 2, p. 77-81, 2014.

LAILOLO, P.; TELA, J. L. Habitat fragmentation affects culture transmission: patterns of song matching in Dupont's lark. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, n. 6, p. 1183-1193, 2005.

LANGMORE, N. E. Functions of duet and solo songs of female birds. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 13, n. 4, p. 136-140, 1998.

LEBOUCHER, G.; DEPRAZ, V.; KREUTZER, M.; NAGLE, L. Male song stimulation of female reproduction in canaries: Features relevant to sexual displays are not relevant to nest-building or egg-laying. **Ethology**, v. 104, n. 7, p. 613-624, 1998.

LOPES, J. P. *Análise da comunicação sonora do curió *Oryzoborus angolensis* (Aves, Passeriformes, Emberizidae)*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

MACHADO, C. G.; BORGES, O. **Lista vermelha, Aves da Bahia, 2013**. Disponível em: <www.listavermelhabahia.org.br> Acessado em Julho: de 2016.

MARLER, P. I. E. B. Bird calls: a cornucopia for communication. **Nature's music: The science of birdsong**, p. 132-176, 2004.

MARLER, P. R.; SLABBEKOORN, H. **Nature's music: the science of birdsong**. Academic Press, 2004.

MATHEVON, N.; AUBIN, T.; VIELLIARD, J.; SILVA, M. L., SEBE, F.; BOSCOLO, D. Singing in the rain forest: how a tropical bird song transfers information. **PLoS One**, v. 3, n. 2, p. e1580, 2008.

MC DONALD, P. G. Cooperative bird differentiates between the calls of different individuals, even when vocalizations were from completely unfamiliar individuals. **Biology Letters**, 8(3):365–368, 2012.

MC GARIGAL, K.; CUSHMAN, S.; STAFFORD, S. **Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research**. New York: Springer, 2000.

MEDVIN, M. B.; STODDARD, P. K.; BEECHER, M. D. Signals for parent-offspring recognition: a comparative analysis of the begging calls of cliff swallows and barn swallows. **Animal Behaviour**, v. 45, p. 841-850, 1993.

MENNILL, D. J.; VEHRENCAMP, S. L. Context-dependent functions of avian duets revealed by microphone-array recordings and multispeaker playback. **Current Biology**, v. 18, n. 17, p. 1314-1319, 2008.

MOSELEY, D. L.; WILEY, R. H. Individual differences in the vocalizations of the Buff-throated Woodcreeper (*Xiphorhynchus guttatus*), a suboscine bird of Neotropical forests. **Behaviour**, v. 150, n. 9-10, p. 1107-1128, 2013.

PAVAN, G. Short field course on bioacoustics. **Taxonomy Summer School**, Università de Pavia, Itália.p. 1-15, 2008.

PETRUSKOVÁ, T.; OSIEJUK, T.; LINHART, P.; PETRUSEK, A. Structure and complexity of perched and flight songs of the tree pipit (*Anthus trivialis*). **Annales Zoologici Fennici**, 45(2):135–148. 2008.

PRŮCHOVÁ, A.; JAŠKA, P.; LINHART, P. Cues to individual identity in songs of songbirds: testing general song characteristics in Chiffchaffs *Phylloscopus collybita*. **Journal of Ornithology**, 1-14. 2017.

QUINN, G. P.; KEOUGH, M. J. **Experimental design and data analysis for biologists**. Cambridge University Press, 2002.

RICARDINO, J. S. *Evidências de individualização, mas não de assinatura vocal nos cantos de quatro hílídeos neotropicais*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Alfenas, Minas Gerais, 2015.

ROBISSON, P.; AUBIN, T.; BREMOND, J. Individuality in the voice of the emperor penguin *Aptenodytes fosteri*: adaptation to a noisy environment. **Ethology**, 94, 279–290, 1993.

O SECRETÁRIO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DA BAHIA. *Torna pública a Lista Oficial das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado da Bahia*. PORTARIA Nº 37 DE 15 DE AGOSTO DE 2017.

Shannon, C. E.; Weaver, W. **The Mathematical Theory of Communication**. Urbana: University of Illinois Press, 1949.

SHARP, S. P.; HATCHWELL, B. J. Individuality in the contact calls of cooperatively breeding long-tailed tits (*Aegithalos caudatus*). **Behaviour**, v. 142, n. 11-12, p. 1559-1575, 2005.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

SILVA, M. L. *Estrutura e organização de sinais de comunicação complexos: o caso do Sabiá-laranjeira *Turdus rufiventris* (Aves, Passeriformes, Turdinae)*. Tese (Doutorado). São Paulo: Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, 2001.

SILVA, M. L.; VIELLIARD, J. M. E. A aprendizagem vocal em aves: evidências comportamentais e neurobiológicas. **Estudos do comportamento II**. Belém: Ed. UFPA, p. 182, 2011.

SOUSA-LIMA, R. S.; PAGLIA, A. P.; FONSECA, G. A. B. Signature information and individual recognition in the isolation calls of Amazonian manatees, *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia). **Animal Behaviour**, v. 63, p. 301-310, 2002.

SOUZA, I. *A criação da fauna silvestre em Santa Catarina: dos agroecossistemas indígenas aos dias atuais*. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Florianópolis, 200p, 2004.

SOUZA, T. O.; VILELA, D. A. R. Espécies ameaçadas de extinção vítimas do tráfico e criação ilegal de animais silvestres. **Atualidades Ornitológicas**. Nº176, 2013.

SOUZA, G. S. **Todas as Aves do Brasil: Guia de Campo Para Identificação**. Editora DALL. 2º edição, p. 314, 2004.

TABACHNICK, B.G.; FIDELL, L.S. **Multivariate analysis of variance and covariance**. Using multivariate statistics, v. 3, p. 402-407, 2007.

TOBIAS, J. A.; GAMARRA-TOLEDO, V.; GARCÍA-OLAECHEA, D. Year-round resource defence and the evolution of male and female song in suboscine birds: social armaments are mutual ornaments. **Journal of evolutionary biology**, v. 24, n. 10, p. 2118-2138, 2011.

TOMECEK, S. M. Animal behavior: Animal communication. **Infobase Publishing**, 2009.

VIELLIARD, J. M. E. Uso da bioacústica na observação das aves. **Anais II. ENAVE**, UFRJ, Rio de Janeiro. p. 98-121, 1987.

VIELLIARD, J. M. E. A diversidade de sinais e sistemas de comunicação sonora na fauna brasileira. **Seminário Música Ciência Tecnologia: Acústica musical**. USP, São Paulo, v. 1, n. 1, 2004.

VIELLIARD J. E.; SILVA M. L. Bioacústica: Bases teóricas e regras práticas de uso em ornitologia. **Ornitologia e Conservação**. Technical Books Editora. Cap.13. pág. 315-326. 2010.

WARRINGTON, M. H.; MCDONALD, P. G.; ROLLINS, L. A.; GRIFFITH, S. C. All signals are not equal: acoustic signalling of individuality, sex and breeding status in a cooperative breeder. **Animal Behaviour**, 93, 249-260. 2014.