



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA



**PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE
RECURSOS NATURAIS**

**REPERTÓRIO VOCAL E VARIAÇÕES NO CANTO
DE *Basileuterus* spp. (Passeriformes, Parulidae) EM
FRAGMENTOS DE MATA (UBERLÂNDIA, MG)**

Liliane Souza Dantas de Carvalho

2010

Liliane Souza Dantas de Carvalho

**REPERTÓRIO VOCAL E VARIAÇÕES NO CANTO
DE *Basileuterus* spp. (Passeriformes, Parulidae) EM
FRAGMENTOS DE MATA (UBERLÂNDIA, MG)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Orientadora

Prof^a. Dr^a. Celine de Melo

UBERLÂNDIA

Março - 2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C331r Carvalho, Liliane Souza Dantas de, 1980-

Repertório vocal e variações no canto de *Basileuterus* spp.
(Passeriformes, Parulidae) em fragmentos de mata (Uberlândia, MG)
[manuscrito] / Liliane Souza Dantas de Carvalho. – 2010.

68 f. : il.

Orientadora: Celine de Melo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de
Recursos Naturais.

Inclui bibliografia.

1. Ave - Teses. 2. Bioacústica - Teses. I. Melo, Celine de. II.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós- Graduação
em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. III.Título.

CDU: 598.2

Liliane Souza Dantas de Carvalho

**REPERTÓRIO VOCAL E VARIAÇÕES NO CANTO DE *Basileuterus* spp.
(Passeriformes, Parulidae) EM FRAGMENTOS DE MATA (UBERLÂNDIA, MG)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

APROVADA em 09 de Março 2010

Prof. Dr. Rômulo Ribon – UFV: _____

Prof. Dr. Oswaldo Marçal Júnior – UFU: _____

Prof^a. Dr^a. Celine de Melo – UFU: _____
(Orientadora)

UBERLÂNDIA

Março – 2010

Aos meus familiares, que mesmo distantes
estiveram sempre presentes e especialmente
ao meu sobrinho Mateus Henrique Andrade
de Carvalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora pelas oportunidades e pelo cuidado diário, principalmente durante os campos.

Aos meus pais Antônio G. D. Carvalho e Wanda L. S. Carvalho, e irmãos Paulo H. S. Carvalho e Antonio J. S. Carvalho pelo apoio incondicional, por compreenderem e aceitarem mais uma vez a distância e as ausências. A todos os familiares por torcerem e acreditarem em mim.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Celine de Melo, que com o passar do tempo foi se tornando uma amiga. Por ter aceitado me orientar, mesmo não me conhecendo bem e ter aceitado desenvolver o projeto com bioacústica. Obrigada pelos anos de convivência, pelo apoio e contribuições para o meu crescimento.

Ao Prof. Dr. Oswaldo Marçal Júnior e ao LORB (Laboratório de Ornitologia e Bioacústica), pelos equipamentos para a gravação das vocalizações, sem os quais esse trabalho não seria possível. Obrigada também por ter aceitado fazer parte da minha banca de dissertação.

Ao amigo e Prof. Dr. Rômulo Ribon pelo incentivo em tentar o mestrado em Uberlândia, pelas dicas e ajuda no desenvolvimento deste trabalho e por ter aceitado fazer parte da minha banca.

A Prof^a. Dr^a. Vera Lucia de Campos Brites por aceitar ser suplente da minha banca de dissertação.

Ao Prof. Dr. Marcus Antonio Viana Duarte do Laboratório de Acústica e Vibrações (LAV), da engenharia mecânica da UFU, pela imensa ajuda com os cálculos do ruído ambiental, principalmente pela paciência e boa vontade.

Aos Profs. Drs. Donald E. Kroodsma e Roderick A. Suthers e aos pesquisadores que desenvolveram o *software* Raven, por me responderem e ajudarem com algumas dúvidas.

Às secretárias do INBIO, Helena Borges, Nívea Rodrigues e Luíza Andrade, pela paciência e boa vontade nas marcações do transporte para os campos. Ao Vander e a todos os funcionários do setor de transporte da UFU.

À Maria Angélica, secretária do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, que se tornou uma boa amiga. Obrigada pela

paciência com tantas dúvidas e por estar sempre de bom humor e disposta a nos ajudar nas horas complicadas de entrega das documentações.

A todos os funcionários das áreas onde realizei o estudo, em especial ao Sr. Zé da Estação Ecológica do Panga, sempre bem humorado e disposto a ajudar no campo e ao Sr. Lázaro do Parque Municipal Luizote de Freitas que me acompanhou na procura das espécies.

À Giselle B. Alves, Mariana R. Borges, Guilherme C. Silveira, Caroline Gomes de Almeida e Paulo Antônio da Silva que me acompanharam ao campo.

Ao Rafael Freitas Juliano, pelas ajudas com os *softwares* de análise acústica e de estatística e ao Prof. Dr. André Terra Nascimento, também pela ajuda com a estatística.

À querida amiga Dalila Teles Leão Martins, que mesmo muito apertada com sua dissertação encontrou um tempo para me ajudar com o Abstract.

Aos amigos Leonardo C. Queiroz e Manuelli Vieira, sua prima, que me acolheram como da família, nos primeiros meses de minha chegada à Uberlândia.

Aos amigos da 11ª turma de mestrado (2008), em especial à Giselle Bastos Alves, Mariana Ribeiro Borges, Diego Silva Freitas Oliveira, Danielle Garcia Justino, Ceres Belchior, Guilherme do Carmo Silveira, Vera Lucia de Queirogas e Michel Eduardo Valentim Milhomem pela amizade, momentos de diversão e ajuda das mais diversas formas. Obrigada também aos amigos das turmas 2007 e 2009.

Um agradecimento muito especial à Alexandra Bächtold, minha “irmã gêmea”, que aceitou dividir a casa comigo e agüentou minhas críticas, sempre construtivas! Pelos momentos de estudo, descontração, incentivo e animação para os churrascos e festas. Obrigada por fazer esses anos em Uberlândia mais animados.

À UFU, seus professores e funcionários, por todo o suporte e ensinamento oferecido durante esses anos de estudo.

À CAPES pela bolsa concedida, sem a qual as coisas seriam muito mais difíceis e à FAPEMIG pelos auxílios oferecidos.

Obrigada a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e que por distração possa ter esquecido de mencionar.

“Somewhere, always, the sun is rising, and somewhere, always, the birds are singing. As spring and summer move between northern and southern hemispheres, so, too, does this singing planet pour forth, like a giant player piano, in the north, then the south, and back again, as it has now for the 150 million years since the first birds appeared.”

(Don Kroodsma 2004, *Nature's music*, p.108)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1. Cerrado.....	1
2. Bioacústica	2
3. Comunicação sonora nas aves	3
3.1. Repertório vocal	5
3.2. Variações vocais.....	7
3.3. <i>Basileuterus</i> spp.	8
OBJETIVOS	11
MATERIAL E MÉTODOS	12
1. Área de estudo	12
2. Delineamento amostral	16
3. Análise dos dados.....	19
RESULTADOS	20
1. Caracterização do repertório vocal	20
2. Variação vocal entre estações	29
3. Variação vocal entre fragmentos rurais	32
4. Variação vocal entre fragmentos rurais e urbanos	38
DISCUSSÃO	41
CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS	51

RESUMO

Carvalho, Liliane S. D. 2010. Repertório vocal e variações no canto de *Basileuterus* spp (Passeriformes, Parulidae) em fragmentos de mata (Uberlândia, MG). Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 59 p.

A comunicação vocal das aves está diretamente relacionada com comportamentos vitais. Com isso, algumas espécies mostram-se extremamente sensíveis às alterações nas características sonoras das vocalizações. Passeriformes Oscines, por possuírem siringe mais complexa e capacidade de aprendizagem vocal, são o grupo com maior condição de apresentar variações vocais. Neste estudo foram escolhidas três espécies simpátricas e parcialmente sintópicas de Passeriformes Oscines, Parulidae: *Basileuterus flaveolus*, *B. hypoleucus* e *B. leucophrys*, com o objetivo de caracterizar o repertório vocal destes *Basileuterus* spp., e verificar se essas espécies alteram os parâmetros vocais de seus cantos devido aos fatores sazonalidade, distribuição entre fragmentos e maior intensidade de ruído ambiental. O trabalho foi realizado no município de Uberlândia, MG, em fragmentos de floresta estacional semidecidual no bioma Cerrado. Para a caracterização do repertório vocal e verificar o efeito da sazonalidade, foram analisadas gravações feitas nas estações seca e chuvosa e para os demais estudos, foram analisados os dados da estação chuvosa. Nas análises de variação vocal, foram utilizados apenas os cantos, devido sua importância reprodutiva. Os parâmetros testados foram o número de notas, a duração do canto, a menor e a maior frequência, a amplitude de frequência, a máxima frequência e a taxa de emissão de notas. O repertório vocal foi bastante variado entre as espécies estudadas, *B. flaveolus* apresentou um tipo de canto e um tipo chamado e *B. hypoleucus* apresentou um tipo de canto e três tipos de chamados. *Basileuterus leucophrys* foi o que teve o maior e mais complexo repertório, com dois tipos de cantos e nove tipos de chamados. Essa maior complexidade deveu-se a emissão simultânea de sons com características distintas, originários de cada lado da siringe (*two-voice*), tanto para os dois tipos cantos quanto para alguns tipos de chamados. Foi possível verificar que a maioria dos parâmetros vocais de cada espécie, se assemelha aos padrões pré-estabelecidos pela literatura, para os microhabitats ocupados por elas. Todas as espécies alteraram suas vocalizações diante dos fatores sazonalidade, distribuição entre fragmentos e intensidade do ruído ambiental ao ponto de apresentarem cantos característicos para cada nível dos fatores testados. Com isso, é possível concluir que as três espécies de *Basileuterus*, têm repertório vocal de variado tamanho e complexidade e que diante de fatores naturais e antrópicos, essas espécies são capazes de variar suas vocalizações.

Palavras chave: *Basileuterus* spp., vocalização, sazonalidade, fragmentos, ruído ambiental.

ABSTRACT

Carvalho, Liliane S. D. 2010. Vocal repertoire and song's variation in *Basileuterus* spp. Wood Warbler (Passeriformes, Parulidae) in forest fragments (Uberlândia, MG). M.Sc.thesis. UFU. Uberlândia-MG. 59 p.

Bird's vocalization is directly related with vital behaviors. Some species are very sensitive to changes in sound characteristics of vocalizations. The Oscine Passerines, because they have more complex syrinx and vocal learning capacity, are one of the group with higher possibility of present variation in their voice. This study selected three sympatric and partially syntopic of Oscine Passerines, Parulidae: Flavescent Warbler (*Basileuterus flaveolus*), White-bellied Warler (*B. hypoleucus*) and White-striped Warbler (*B. leucophrys*) aiming to characterize the vocal repertoire of *Basileuterus* spp., and whether these species alter the vocal parameters of their songs with the factors seasonality, distribution of fragments and the environmental noise. The study was conducted in Uberlândia, MG, in fragments of semideciduous forest in the Cerrado. In characterizing the vocal repertoire and to verify the effect of seasonality, was analyzed recordings made in the dry and rainy, and the other studies, was analyzed the data of the rainy season. In the analysis of vocal variation, we used only the songs, because of its importance to reproduction. The parameters tested were number of notes, duration of song, lowest and highest frequency, frequency range, peak-frequency and song rate. The vocal repertoire was varied among the species studied, *B. flaveolus* repertoire has one song and one call and *B. hypoleucus* repertoire has one song and three calls. *Basileuterus leucophrys* repertoire was the largest and most complex, with two songs and nine calls, including some simultaneous emission of sounds with different characteristics originating on either side of the syrinx (two-voice). Most of the vocal parameters of each species are similar to previously in the literature to the microhabitats occupied by them. All species altered their vocalizations according to factors established and showed characteristic songs for each level of the factors tested. Thus, is possible to conclude that the three species of *Basileuterus* spp. have vocal repertoire of varied size and complexity, and in front of natural and antropogenic factors, these species are able to vary their vocalizations.

Key words: *Basileuterus*, vocalization, seasonal, fragments, environmental noise.

INTRODUÇÃO

1. Cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, abrangendo cerca de 23% do território nacional. Ocupa grande parte do Brasil Central e faz limite com a Amazônia, a Caatinga, a Mata Atlântica e o Pantanal (Ribeiro & Walter, 1998). Essas características conferem ao Cerrado variados tipos de solos, de topografia, de clima e consequentemente uma alta biodiversidade (MMA, 2009).

O bioma compreende um mosaico de fitofisionomias com formações florestais, savânicas e campestres (Ribeiro & Walter, 1998). O clima característico é do tipo Aw, segundo Köppen (1948), caracterizando-se por invernos secos, de abril a setembro (estação seca) e verões chuvosos, de outubro a março (estação chuvosa). A precipitação média anual é de 1.500 mm e a temperatura média varia de 22°C a 27°C, dependendo da época do ano (Klink & Machado, 2005). É um dos biomas mais ricos do planeta e também um dos mais ameaçados, sendo uma área de prioridade mundial para a conservação da biodiversidade, um dos *hotspots* mundiais (Drumond *et al.*, 2005).

As principais causas da perda de biodiversidade são os desmatamentos para a expansão das cidades e da agropecuária, com a formação de fragmentos pequenos e/ou isolados que são incapazes de manterem todas as espécies anteriormente residentes (Ratter *et al.*, 1997; Klink & Machado, 2005; MMA, 2009). A fragmentação envolve vários componentes inter-relacionados como o tamanho da área, o grau de isolamento, a heterogeneidade e vizinhança dos habitats, além do efeito de borda (Wilcox & Murphy, 1985).

Estima-se que haja uma perda anual de 2,2 milhões de hectares de áreas nativas de Cerrado (Machado *et al.*, 2004) e que 111 das espécies (17,7%) tanto da flora

quanto da fauna que ocorrem neste bioma, estejam ameaçadas (MMA, 2008). Cada espécie irá reagir de maneira distinta aos efeitos da diminuição de seus habitats. Marini (2001) demonstrou que algumas aves do Cerrado, como *Antilophia galeata*, *Herpsilochmus longirostris*, *Basileuterus hypoleucus*, entre outros, são capazes de se ajustarem às interferências antrópicas e residirem em fragmentos pequenos de aproximadamente 5ha. Entretanto, *Odontophorus capueira*, *Conopias trivirgata*, *Trichothraupis melanops* e outros, são encontrados apenas em fragmentos de, no mínimo, 155 ha, tornando-se extintos nos fragmentos menores.

Existem muitos estudos a serem feitos sobre as aves, principalmente sobre as aves neotropicais e seus vários aspectos básicos (Jenkins & Pimm, 2006), como por exemplo, sua comunicação vocal. A biologia das aves tropicais difere em vários aspectos da biologia das aves de áreas temperadas, o que torna a região tropical um excelente local para estudos e testes de hipóteses sobre vocalização, formuladas em regiões temperadas (Mathevon, 2008).

2. Bioacústica

A bioacústica é o estudo da comunicação sonora entre os animais e consiste na gravação e análise dos sons emitidos por eles (Vielliard, 1987; Tubaro, 1999). É uma ciência nova que teve sua consolidação no final da década de 1950, com a comercialização de gravadores portáteis e avançou rapidamente com o desenvolvimento de *softwares* para análise dos sons (Ranft, 2004; Vielliard *et al.*, 2004). Esses avanços tecnológicos têm permitido aos cientistas não apenas capturarem os sons, mas também descrevê-los, criar hipóteses e testá-las de forma a fornecer respostas a questionamentos comportamentais e evolutivos dos animais (Baptista & Gaunt, 1994).

Para as análises acústicas são consideradas as características físicas dos sons, levando-se em consideração sua produção, propagação e recepção (Baptista & Gómez, 2002, Baptista & Kroodsma, 2003). Normalmente os sons são representados através do sonograma, gráfico cujo eixo x é o tempo (s) e o eixo y a frequência (kHz) (Charif *et al.*, 2008).

3. Comunicação sonora nas aves

O som é um instrumento importante para a comunicação, pois se propaga por várias direções e alcança longas distâncias. A vocalização, um tipo de comunicação sonora, é bastante desenvolvida nas aves e é produzida pela siringe, órgão exclusivo do grupo (Catchpole & Slater, 1995; Sick, 2001; Gill, 2007). Em geral, é a primeira sinalização de sua presença no ambiente, sendo essencial quando há pouca visibilidade ou o indivíduo encontra-se distante do receptor (Brandes, 2008).

De acordo com suas características e funções, as vocalizações são separadas nas categorias canto e chamado. O canto normalmente é mais complexo, melodioso, com várias notas, de maior duração e empregado na comunicação a longas distâncias. Tem funções como o de estabelecimento e manutenção do território, atração de parceiro e estimulação hormonal da fêmea, sendo emitido mais frequentemente pelo macho e durante o período reprodutivo. O chamado, em geral é menos elaborado e possui poucas notas. É emitido ao longo do ano, sendo utilizado principalmente na manutenção do contato visual e do grupo social, anúncio de encontro de alimento, comunicação com filhotes e alarme contra predadores (Thorpe, 1956; Catchpole & Slater, 1995; Langmore, 1998; Sick, 2001; Collins, 2004; McDonald *et al.*, 2008).

Aves, em geral, são bastante sensíveis a alterações vocais como, por exemplo, variações de frequência, taxa de emissão de notas ou alteração no número de notas. Assim, elas são capazes de se identificar (Lehongre *et al.*, 2008; Franco &

Slabbekoorn, 2009), escolher parceiros sexuais (Trainer & McDonald, 1995; Kunc *et al.*, 2005), reconhecer invasores em seu território (Beecher *et al.*, 2000; Nelson & Poesel, 2007) e reconhecer os familiares (Charrier *et al.*, 2001; Magrath *et al.*, 2007).

As aves da Ordem Passeriformes e subordem Oscines são conhecidas popularmente como aves canoras, justamente pela sua desenvolvida capacidade de vocalização. É o grupo que apresenta a siringe mais complexa, com seis pares de músculos internos (Suthers, 2004; Gill, 2007). Isso lhes permite controlar o fluxo de ar com maior domínio e, conseqüentemente, produzir sons mais elaborados como, por exemplo, com variados tipos de notas, rápidas variações de frequência (modulação), ou variação de ritmo (Gaunt, 1983)

Existem também algumas espécies neste grupo, como *Serinus canaria* (Vallet *et al.*, 1998), *Volatina jacarina* (Fandiño-Mariño & Vielliard, 2004) e *Mimus polyglottos* (Zollinger *et al.*, 2008), que são capazes de emitir, simultaneamente, sons diferentes originários de cada lado da siringe, com frequência e amplitude independentemente moduladas (*two-voice*) (Baptista & Kroodsma, 2003; Suthers, 2004).

Espécies das ordens Ciconiiformes (Walcott *et al.*, 2006), Psittaciformes (Ribot *et al.* 2009), Trochiliformes (Gaunt *et al.*, 1994) e Passeriformes Oscines, além de possuírem características vocais inatas, são capazes de aprender novos sons durante o seu desenvolvimento (Nowicki *et al.*, 1998; Kroodsma, 2004).

O processo de aprendizagem pode ser dividido em duas fases que terão durações diferentes, dependendo da espécie: fase de memorização dos sons e fase motora, de desenvolvimento das vocalizações (Catchpole & Slater, 1995).

Fase de memorização: é a mais importante do processo de aprendizagem. Ocorre no primeiro ano de vida, mas pode ter maior duração, dependendo da espécie. Nesta fase, há um breve período de tempo, **fase sensitiva**, em que a ave está mais

susceptível a estímulos sonoros e tem maior facilidade de memorização (Hultsch & Todt, 2004; Gill, 2007). Os Oscines, dependendo de sua fase sensitiva, podem ser divididos em dois grupos: os que têm o aprendizado limitado pela idade como *Melospiza georgiana*, *Zonotrichia leucophrys*, *Taeniopygia guttata* e aqueles capazes de aprender durante toda a vida como algumas espécies das famílias Sturnidae, Muscicapidae e Fringillidae (Hultsch & Todt, 2004).

Fase motora: ocorre em várias semanas ou meses e o desenvolvimento vocal pode ser dividido em três estágios: de **subsons**, caracterizado por vocalizações de baixo volume e sem coerência; de “**invenção**” **sonora**, o jovem tenta imitar as vocalizações dos adultos, porém aumenta o número de notas e as troca de posição, criando vários tipos vocais; e de **fixação das vocalizações**, quando a ave irá parar as invenções sonoras e descartar as vocalizações que não são características de sua espécie, para emitir apenas o padrão típico da espécie (Hultsch & Todt, 2004; Geberzahn & Hultsch, 2004; Gill, 2007).

Durante a aprendizagem vocal, características sonoras dos adultos coespecíficos são copiadas pelos aprendizes e irão refletir em seu repertório vocal e em suas características vocais (Hultsch & Todt, 2004; Koetz *et al.*, 2007; Wheelwright *et al.*, 2008).

3.1. Repertório vocal

O repertório vocal pode ser qualificado e quantificado através dos tipos de vocalizações ou pelos tipos de notas que a espécie possui, podendo variar tanto intra quanto interespecificamente.

A espécie *Luscinia megarhynchos*, que tem um repertório de até 260 tipos de sons (Hultsch & Todt, 1981) e que é capaz de aprender durante toda a vida (Todt & Geberzahn, 2003), o repertório será maior nos indivíduos mais velhos, pois tiveram

mais tempo para aprender, e também naqueles indivíduos que tiveram maior contato social (Geberzahn & Hultsch, 2004). Em espécies com aprendizagem limitada pela idade, o tamanho do repertório normalmente é menor, por exemplo, *Melospiza georgiana* que em seu primeiro ano de vida, no estágio de subsons, possuía um repertório com 51 tipos de notas, no ano seguinte, após o estágio de fixação das vocalizações, passou a apresentar 25 tipos de notas (Marler & Peters, 1982).

Existem também limitações físicas que impedem a ampliação do repertório. Nas ilhas Galápagos, entre nove espécies de *Frigillidae* spp. foi visto que aquelas com bico e corpo maior, apresentam vocalizações com baixa de taxa de emissão de notas e baixa frequência, enquanto as de bico e corpo menor apresentam características sonoras inversas (Podos, 2001). Sabe-se também que, normalmente, rápidas modulações de frequência estão limitadas a estreitas amplitudes de frequência devido à necessidade de abertura e fechamento do bico de forma rápida. Isso impede a ampliação do repertório em amplitudes de frequências distintas, durante as rápidas modulações de frequência (Podos, 1997).

O repertório vocal é importante para a sobrevivência das aves e está diretamente relacionado com a conquista da fêmea e com a defesa do território (Catchpole & Slater, 1995). Estudos com *Acrocephalus schoenobaenus* (Nicholson *et al.* 2007), *Molothrus ater* (Freed-Brown & White, 2009) e *Taeniopygia guttata* (Holveck & Riebel, 2010), entre outros, mostraram que as fêmeas têm preferência por machos que possuem repertórios grandes e mais elaborados. Essas características demonstram que os machos têm boa saúde e que são capazes de manter um território de qualidade, garantindo assim o sucesso reprodutivo (Nowicki & Searcy, 2005). Em espécies com repertório pequeno, como nos Parulidae, o macho em geral, possui um canto para defesa de território e outro para atração da fêmea, logo a perfeição na emissão e

repetição de seu canto é que são responsáveis pela atração da fêmea (Kroodsma, 2004; Byers, 2006).

3.2. Variações vocais

Durante a aprendizagem, a ave está sob influência de fatores como a qualidade vocal do adulto que realiza o cuidado parental, o contato com vizinhos de território e características do habitat que irão moldar suas vocalizações. As variações vocais são consequência da capacidade de aprendizagem das espécies, sendo mais evidente nas espécies sedentárias, entre populações distintas, que nas espécies migrantes (Kroodsma, 2004).

As aves sedentárias normalmente irão apresentar poucas variações vocais dentro de uma população. Uma possível razão para isso é a necessidade que elas têm de manter, ao longo de anos, a comunicação e o reconhecimento entre os membros da mesma população. Isso é muito comum em aves tropicais, e mantém a estabilidade das populações entre diferentes áreas (Baptista & Kroodsma, 2003).

Alguns trabalhos realizados na região tropical têm corroborado com esses aspectos. As vocalizações de *Cyclarhis gujanensis*, estudadas em toda a região neotropical, mostraram que esta espécie possui um repertório de até sete tipos vocais e que há relação entre as estruturas do canto e a distribuição geográfica das populações (Tubaro & Segura, 1995). No Brasil Central *Zonotrichia capensis* possui duas regiões de dialeto e seu canto é simples na modulação e possui poucas notas (Avelino & Vielliard, 2004). Na região amazônica o canto *Cyclarhis gujanensis*, *Saltator coerulescens* e *Troglodytes musculus* variaram entre tipos de paisagens, devido à distância entre as áreas de ocorrência e a presença de uma barreira geográfica (Nascimento, 2007).

Variações vocais também ocorrem devido à sazonalidade. O período de acasalamento das aves está geralmente associado aos padrões de temperatura, quantidade de chuva e disponibilidade de recurso (Catchpole & Slater, 1995; Sick, 2001). Em *Melospiza melodia* as diferenças sazonais em sua vocalização estão temporariamente relacionadas às mudanças na concentração de testosterona. A variação na concentração desse hormônio faz com que a ave mude a estrutura de suas vocalizações, sem alterar o tamanho de seu repertório (Smith *et al.* 1997).

Além dos efeitos naturais sobre a vocalização, há também os efeitos antrópicos. Estudos realizados em áreas antropizadas mostram que algumas das aves residentes nessas áreas alteraram seus padrões vocais para manterem a comunicação. *Parus major* e *Melospiza melodia* aumentaram sua menor frequência em ambientes com elevado ruído antropogênico (Slabbekoorn & Peet, 2003; Wood & Yezerinac, 2006) enquanto *Luscinia megarhynchos*, para não ter suas vocalizações atrapalhadas pelos ruídos urbanos, aumentou a amplitude (dB) de seus sons (Brumm & Todt, 2002; Brumm, 2004).

3.3. *Basileuterus* spp.

Para o presente estudo foram escolhidas três espécies, simpátricas e parcialmente sintópicas (Marini & Cavalcanti, 1993), de Parulidae (Passeriformes, Oscines), *Basileuterus* (Figura 1).

As espécies deste gênero têm cerca de 13cm de comprimento. Em geral, possuem marcas na cabeça e corpo com colorido discreto, dominando o verde oliva e o amarelo. Alimentam-se de insetos e possuem o bico fino e forte. Locomovem-se aos saltos como as aves arborícolas e são essencialmente florestais (Ridgely & Tudor, 1994; Sick, 2001).

O menor entre eles, *Basileuterus hypoleucus* Bonaparte, 1850 (pula-pula-de-barriga-branca) possui 11,5g em média, tem distribuição restrita às regiões Sudeste e Centro-Oeste do país. Dentro da mata pode ser encontrado tanto nas áreas úmidas quanto nas áreas secas, indo do chão até aproximadamente 15m sobre as árvores. Porém, ocupa preferencialmente o estrato médio da floresta (Marini & Cavalcanti, 1993; Ridgely & Tudor, 1994, Sick, 2001) (Figura 1.A).

A espécie com distribuição geográfica mais ampla é *Basileuterus flaveolus* Baird 1865 (canário-do-mato). No Brasil é encontrado desde Pernambuco ao Paraná, sendo encontrado também no Paraguai e na Bolívia. Pesa em média 13,6g e ocupa o sub-bosque (<3m), estando preferencialmente sobre o chão, em áreas mais secas da mata (Marini & Cavalcanti, 1993; Ridgely & Tudor, 1994; Sick, 2001) (Figura 1.B).

A espécie endêmica do Cerrado é *Basileuterus leucophrys* Pelzeln, 1868 (pula-pula-de-sobrancelha), é a de maior tamanho entre as espécies estudadas, com aproximadamente 19g. Encontrado no sub-bosque, em média até 3m de altura, próximo a córregos, em áreas úmidas e alagadiças (Marini & Cavalcanti, 1993; Ridgely & Tudor, 1994, Sick, 2001) (Figura 1.C).

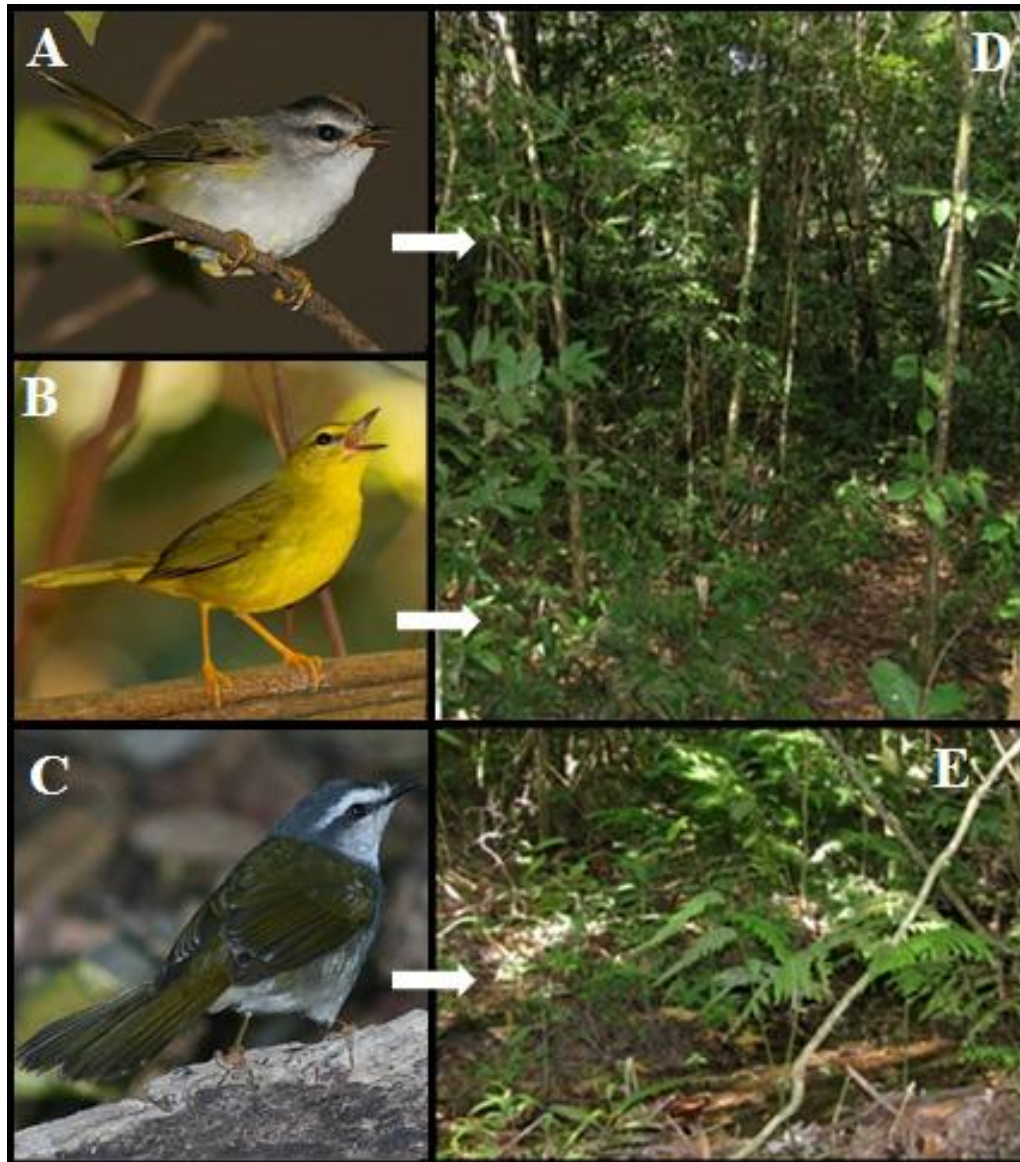


Figura 1: Espécies de *Basileuterus* estudadas e seus habitats na floresta estacional semidecidual, Uberlândia, MG. **A:** *Basileuterus hypoleucus*, **B:** *Basileuterus flaveolus*, **C:** *Basileuterus leucophrys*, **D:** floresta estacional semidecidual (Estação Ecológica do Panga, julho 2009), **E:** mata de galeria inundável (Fazenda Experimental do Glória, julho 2009). (Fotos: A: Jefferson Silva, B: Carlos Henrique L. N. Almeida, C: Marcelo Pontes Monteiro).

OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho foram:

- Caracterizar, a partir dos parâmetros acústicos, o repertório vocal das três espécies de *Basileuterus* que ocorrem em fragmentos florestais do município de Uberlândia, MG;
- Testar a hipótese de que o canto dessas três espécies é influenciado pela sazonalidade e que haverá um canto característico para cada estação (seca e chuvosa).
- Testar a hipótese de que o canto das três espécies é diferente entre fragmentos naturais, uma vez que são espécies com capacidade de aprendizagem vocal e as populações estão distantes entre si;
- Testar a hipótese de que o canto dessas três espécies é influenciado pela maior intensidade de ruídos ambientais e que haverá um canto característico para cada tipo de fragmento (natural x urbano), onde:
 - A menor frequência dos cantos será maior no tipo de fragmento urbano;
 - Os parâmetros analisados irão variar com o aumento da intensidade do ruído ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Uberlândia, MG ($18^{\circ}54'24''\text{S}$ e $48^{\circ}15'45''\text{W}$), localizado no Brasil Central e inserido no bioma Cerrado. Para a caracterização do repertório vocal e para avaliar a variação vocal devido a sazonalidade e a variação vocal entre fragmentos naturais, foram utilizados três fragmentos rurais distantes do centro urbano de Uberlândia em no mínimo 8 Km. O termo fragmento rural é referente aos fragmentos situados fora dos limites da área urbana de Uberlândia, sendo tais limites definidos segundo Brito & Prudente (2005). Os fragmentos escolhidos são: Estação Ecológica do Panga (EEP), Fazenda Experimental do Glória (FEG) e Fazenda São José (FSJ) (Figura 2).

A Estação Ecológica do Panga ($19^{\circ}10'03''\text{S}$ e $48^{\circ}23'36''\text{W}$), de propriedade da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), possui uma área de 403 ha, sendo 39 ha de floresta estacional semidecidual com mata de galeria inundável. É cercada por pasto e no seu lado leste há uma estrada. Está distante, em linha reta, 35 Km do centro de Uberlândia, 31 Km da FEG e 38 Km da FSJ. Apresenta diversos tipos fitofisionômicos como: cerradão, cerrado sentido restrito, campo cerrado, campo sujo, campos úmidos e veredas (Schiavini & Araújo, 1989; UFU, 2009).

A Fazenda Experimental do Glória ($18^{\circ}57'09''\text{S}$ e $48^{\circ}12'17''\text{W}$), também propriedade da UFU, possui 406 ha, sendo 30 ha de floresta estacional semidecidual com mata de galeria inundável. É cercada por pastagem e na porção sul há uma granja experimental. Situa-se, em linha reta, a 12 km do centro de Uberlândia, 11 Km da FSJ e 31 Km da EEP. Destina-se à produção de bens de consumo para a universidade, como leite, verduras e legumes (Araújo & Haridasan, 1997; UFU, 2009).

A Fazenda São José (18°51'38"S e 48°13'49"W) é uma área particular que tem aproximadamente 30 ha de floresta estacional semidecidual com mata de galeria inundável (Schiavini, dados não publicados) é cercada por plantação de eucalipto e pastagem. Está, em linha reta, 8 Km distante do centro urbano de Uberlândia, 11 Km da FEG e 38 km da EEP.

Para verificar a variação vocal entre os tipos de fragmentos (rural x urbano) foram utilizados quatro fragmentos dentro da área urbana de Uberlândia, sob influência de maior intensidade de ruído urbano: Parque Municipal do Sabiá (PMS), Parque Municipal Santa Luzia (PMSL), Parque Municipal Victório Siquierolli (PMVS), Reserva do Grupo Algar (RGA) e quatro fragmentos fora da área urbana: Fazenda Experimental do Glória (FEG), Estação Ecológica do Panga (EEP), Fazenda São José (FSJ), descritas anteriormente na caracterização do repertório vocal, além do Clube Tangará (CT).

O Parque Municipal do Sabiá (18°54'99"S e 48°13'46"W) foi criado em 1978, possui 185 ha, sendo 35 ha de mata estacional semidecidual e abriga três nascentes. É uma das principais áreas de lazer da população e possui pista de corrida, quadras para esporte e zoológico. Está cerca de 6 Km, em linha reta, distante do centro urbano de Uberlândia e é rodeado por construções e estradas (SPUU-MG, 2009).

O Parque Municipal Santa Luzia (18°52'34"S e 48°15'21"W) tem aproximadamente 28 ha de mata de galeria abriga diversas nascentes formadoras do córrego Lagoinha. Foi criado no ano de 1997 visando o lazer e a educação ambiental da população, bem como a conservação de seus recursos naturais. É cortado por três ruas, situado em uma área densamente povoada e está 5 Km, em linha reta, distante do centro urbano de Uberlândia (Valadão *et al.*, 2006; SPUU-MG, 2009).

O Parque Municipal Victório Siquierolli (18°52'21"S e 48°17'10"W) foi inaugurado em 2002, sendo formado por áreas públicas e privadas doadas ao município, que totalizam 23,23 ha. É uma área destinada à preservação dos córregos Liso e Carvão, com aproximadamente 7,5 ha de mata estacional semidecidual. É cercado por construções e destina-se ao lazer e à educação ambiental, bem como à preservação dos recursos naturais, estando 5 Km distante, em linha reta, do centro urbano de Uberlândia (SPUU-MG, 2009) .

O Grupo Algar é um conglomerado de empresas com sede em Uberlândia. O grupo possui várias áreas de reserva legal com presença de mata de galeria, mata estacional semidecidual, cerrado sentido restrito e vereda. O estudo foi realizado em uma área de mata estacional semidecidual (18°52'32"S e 48°14'55"W), com aproximadamente 8,5 ha e uma área de mata de galeria inundável (18°52'28"S e 48°14'31"W) com 5 ha em média, sendo próximas entre si e distantes do centro urbano, 6 Km em linha reta (Algar, 2009).

O Clube Tangará (18°51'55"S e 48°12'53"W) é particular e destina-se à recreação. Possui piscinas, quadras esportivas, trilhas naturais para passeio e demais áreas para lazer. Tem 13 ha, sendo 6,5 ha de mata estacional semidecidual com mata de galeria inundável (Tangará, 2009).

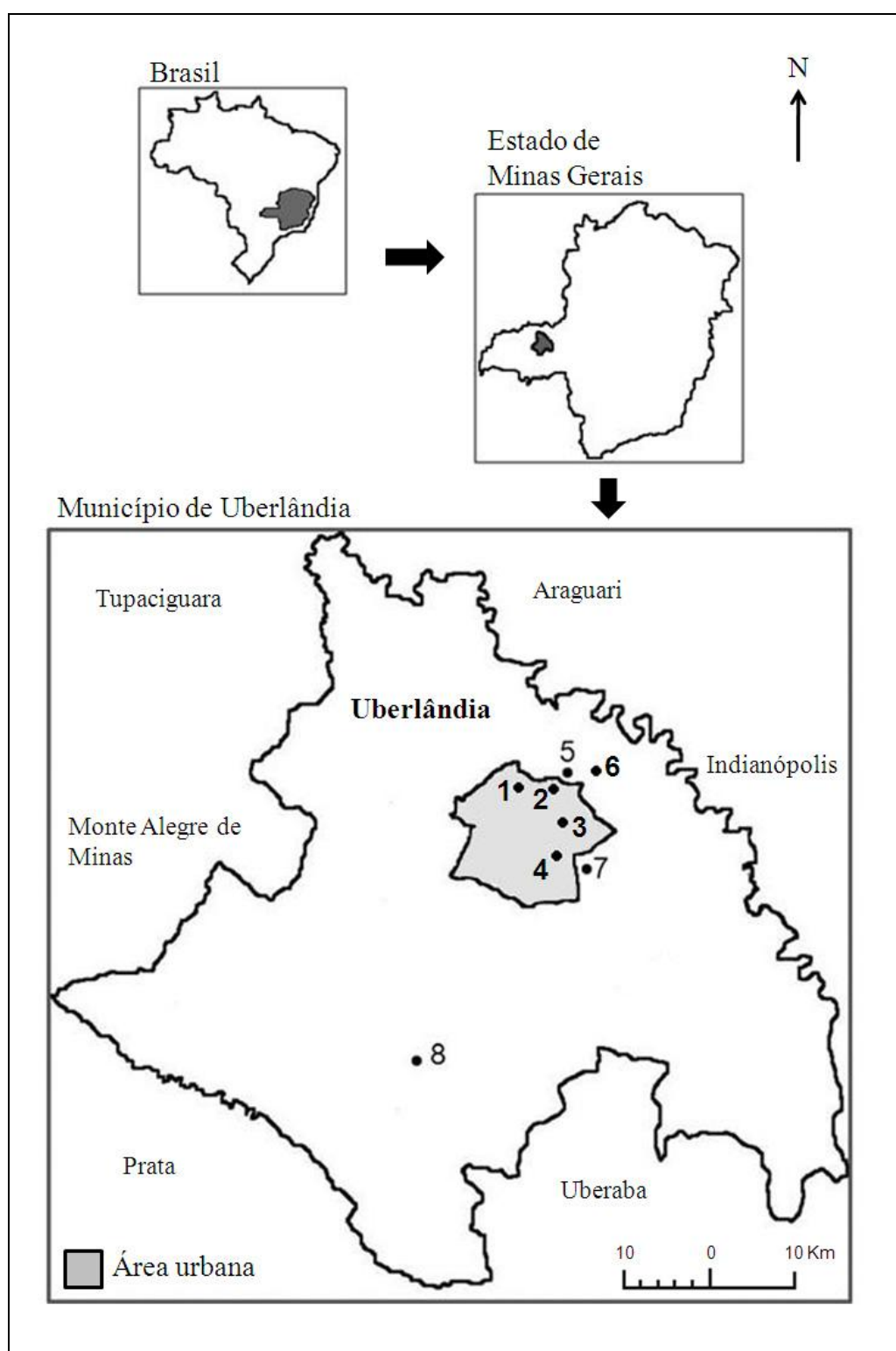


Figura 2: Mapa de Uberlândia, MG e a localização dos fragmentos utilizados. **Urbanos:** 1-Parque Municipal Victório Siquierolli, 2-Grupo Algar, 3-Parque Municipal do Sabiá, 4-Parque Municipal Santa Luzia. **Rurais:** 5-Fazenda São José, 6-Clube Tangará, 7-Fazenda Experimental do Glória, 8-Estação Ecológica do Panga. Mapa adaptado de Brito & Prudente (2005).

2. Delineamento amostral

Foram estabelecidos 10 pontos dentro de cada fragmento, distantes entre si aproximadamente 100 m. Para a caracterização do repertório foram considerados todos os tipos vocais, e para a análise da variação vocal, foram utilizados apenas os cantos devido à sua importância reprodutiva e seu maior alcance no ambiente (Catchpole & Slater, 1995; Baptista & Kroodsma, 2003). As análises dos cantos de *B. leucophrys* foram feitas apenas com o canto do tipo 1, devido à falta de gravação do canto 2 em todas as áreas.

Os fragmentos foram visitados duas vezes por mês na estação chuvosa (de novembro de 2008 a fevereiro de 2009) e na estação seca (de maio de 2009 a agosto 2009), entre 07:00h e 11:00h. Os meses de março, abril, setembro e outubro não foram amostrados por serem meses de transição entre as estações seca e chuvosa, estando sujeitos a maiores oscilações no regime de chuvas. Para a análise de variação vocal entre fragmentos rurais e variação vocal devido ao aumento da intensidade dos ruídos ambientais, foram utilizadas as gravações feitas durante a estação chuvosa.

Os pontos foram percorridos e as gravações feitas a uma distância média de 5 m do emissor. O reconhecimento dos indivíduos foi feito através da audição e observação focal com auxílio de binóculo (Tasco 8x40mm). Todas as vocalizações foram emitidas espontaneamente, ou seja, sem o uso de chama eletrônica (*playback*).

A intensidade do ruído ambiental, para a verificação da influência do aumento da intensidade sonora ambiental sobre as vocalizações, foi calculada diretamente dos sonogramas, segundo as orientações do professor Dr. Marcus Antonio Viana Duarte, responsável pelo Laboratório de Acústica e Vibrações (LAV) da UFU. Foi medido o Nível de Pressão Sonora (Nps) por banda de frequência de oitava, para então chegar ao valor do Nps de fundo. No entanto, para esses cálculos foi necessário fazer a

calibragem do microfone a partir do decibelímetro (*soundtrack LxT1*), que gerou um fator de calibragem.

As bandas de frequências foram medidas nos sonogramas e forneceram valores de Nps não calibrado (*Average Power*). Esse valor foi reduzido do fator de calibragem gerado, resultando no Nps calibrado (1). Após obter o Nps calibrado, foi necessário o cálculo da pressão sonora, que também foi feito por banda de frequência (2), só assim foi possível somar as pressões sonoras por banda de frequência (3) para então fazer o cálculo do Nps do ruído de fundo (4), que é dado em decibéis.

1. Cálculo do Nível de Pressão Sonora (Nps), por banda de frequência:

$$\text{Nps (calibrado)} = \text{Average Power}^* - \text{fator de calibragem}$$

$$^*\text{Average Power (dB)} = \text{Nps não calibrado (dB)}$$

2. Valor da pressão (P) por banda:

$$P_{(n)} = 10^{\text{Nps}(n)/10}$$

3. Soma dos valores de P:

$$P_{\text{total}} = P_1 + P_2 + \dots + P_7$$

4. Cálculo do Nps ambiental:

$$\text{Nps total} = 10 * \log_{10} P_{\text{total}}$$

Para as gravações foram utilizados microfone direcional Sennheiser ME67 e gravador MiniDisc MZR700DPC. A digitalização foi feita através do *software* Avisoft – SAS Lab-light 3.74 (*Avisoft Bioacoustics*), uma vez que, inicialmente, este era o *software* disponível. Foi utilizada taxa de conversão de 44,100 kHz e 16 bits de resolução (Charif *et al.*, 2008). As medidas dos parâmetros foram feitas com *software* Raven Pro 1.3 (*Cornell Laboratory of Ornithology Bioacoustics Research Program*).

Todas as informações sobre as gravações (data, local, hábitat, etc.), bem como as gravações encontram-se em arquivo próprio.

Para as análises, foram escolhidas gravações sem sobreposição de outras vocalizações, que estivessem nítidas e completas (ex.: sem a falta de alguma nota devido à ave ter se assustado e parado a vocalização). Definiu-se nota como sendo a unidade básica do som, representada no sonograma por um traço contínuo (Catchpole & Slater, 1995) e foram considerados os seguintes parâmetros (Isler *et al.*, 1998; Westcott & Kroon, 2002; Podos, 2007):

- Número de notas: total de notas por vocalização;
- Duração da vocalização: tempo gasto na emissão do canto ou do chamado;
- Menor frequência: em uma escala de frequências, é a frequência mais baixa registrada para cada tipo vocal;
- Maior frequência: em um escala de frequências, é a frequência mais alta registrada para cada tipo vocal;
- Amplitude de frequência: diferença entre a maior e a menor frequência da vocalização;
- Máxima frequência: em uma escala de frequências, é a frequência com maior energia da vocalização, tom de cinza mais escuro presente no sonograma;
- Taxa de emissão de notas: número de notas emitidas por segundo;

3. Análise dos dados

Em todas as análises foi utilizado o *software* Systat 10.2 (Wilkinson, 2002). Na caracterização do repertório vocal, foi calculada a média e o desvio padrão dos parâmetros escolhidos, para todas as vocalizações durante o período de estudo.

A fim de verificar a existência de variações vocais no canto das espécies, entre estações e entre tipos de fragmentos (rural x urbano) foi utilizado o Teste *t* de Student para os dados paramétricos e o teste U de Mann-Whitney para os dados não paramétricos. Para verificar a existência de variações vocais no canto das espécies, entre fragmentos, foi utilizada a análise de variância (ANOVA) para os dados paramétricos e o teste de Tukey, de comparações múltiplas, para saber qual fragmento é diferente. Para os dados não paramétricos foi usado o teste de Kruskal-Wallis (teste H) e o teste de comparações múltiplas de Dunn.

Quando constatadas as variações vocais, foi feita a análise discriminante (AD) para cada fator, a fim de verificar se há cantos característicos, em cada espécie, para cada nível dos fatores analisados.

Entre os fragmentos rurais e urbanos também foi feita uma Correlação de Pearson, a fim de verificar se há variação de algum dos parâmetros analisados, à medida que o nível de ruído ambiental aumenta.

Em todos os testes foi considerado o nível de significância: $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

1. Caracterização do repertório vocal

Foram analisadas 1293 vocalizações. *Basileuterus flaveolus* foi a espécie que apresentou o menor repertório vocal, apenas um tipo de canto e um tipo de chamado. *Basileuterus hypoleucus* também apresentou um tipo de canto, porém três tipos de chamados e *B. leucophrys* foi o que apresentou o maior repertório, com dois tipos de cantos e nove tipos de chamados.

1.1. *Basileuterus flaveolus*

Foram analisados 124 cantos e 267 chamados desta espécie. *Basileuterus flaveolus* possui canto com 1,92 s ($\pm 0,22$) e 12,57 ($\pm 1,09$) notas (Tabela 1). Ele é iniciado com um conjunto de notas de menor intensidade e de menor amplitude de frequência. A porção mediana possui notas com menor e maior frequência que se intercalam durante a emissão. Ele é finalizado com duas ou três repetições da última nota que são intensamente pronunciadas e de maior amplitude de frequência (Figura 3).

O chamado é bastante simples, sendo emitido várias vezes em intervalos de tempo de variáveis. Possui apenas uma nota de curta duração 0,03s ($\pm 0,01$), com amplitude de frequência de 1,97 ($\pm 0,37$) kHz (Figura 3, Tabela 1).

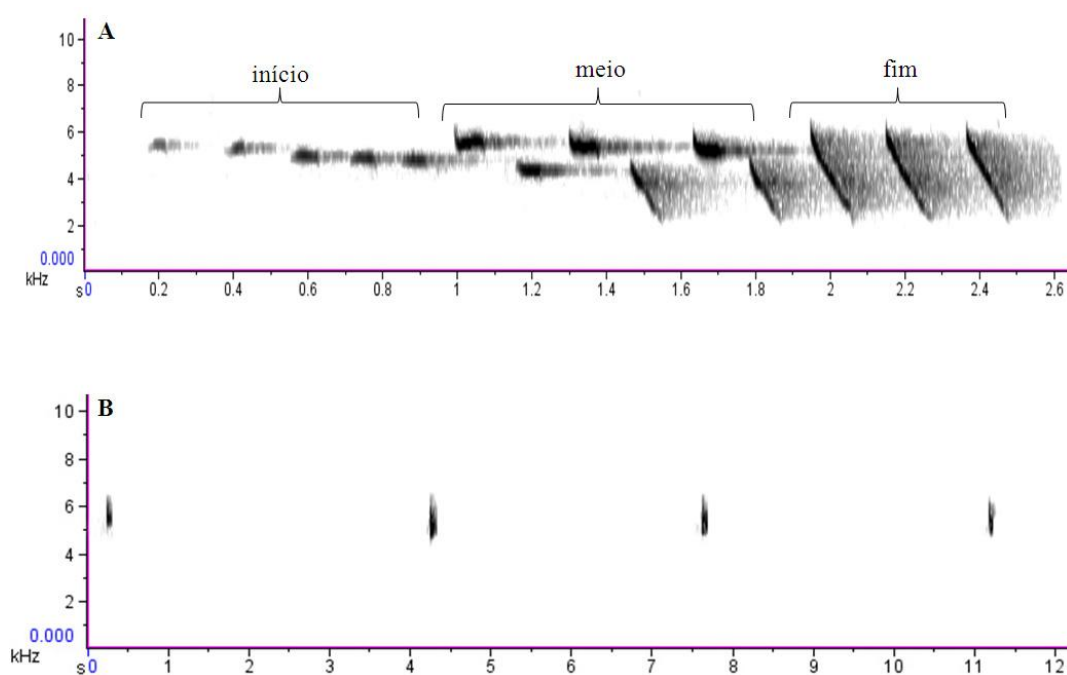


Figura 3: Sonograma representativo das vocalizações de *Basileutrus flaveolus*. **A:** canto; **B:** chamado. O eixo x representa a frequência (kHz) e o eixo y o tempo (s). O eixo y representa a frequência em kilohertz (kHz) e o eixo x representa o tempo em segundos (s).

Tabela 1: Características das vocalizações dos *Basileuterus* spp. de Uberlândia, MG (Média±SD). Ct: canto, Ch: chamado, Me fq: menor frequência, Ma fq: maior frequência, Ampl: amplitude de frequência, Mx fq: máxima frequência, Taxa: taxa de emissão de notas.

Espécies	Tipo vocal	Nº notas	Duração (s)	Me fq (kHz)	Ma fq (kHz)	Amplt (kHz)	Mx fq (kHz)	Taxa (nota/s)
<i>Basileuterus flaveolus</i>	Ct (N=124)	12,57 ± 1,09	1,92 ± 0,22	1,72 ± 0,23	6,53 ± 0,45	4,78 ± 0,53	4,87 ± 0,56	6,58 ± 0,50
	Ch (N=267)	1,00 ---	0,03 ± 0,01	4,53 ± 0,38	6,50 ± 0,44	1,97 ± 0,37	5,23 ± 0,44	--- ---
<i>Basileuterus hypoleucus</i>	Ct (N=161)	7,53 ± 1,20	1,84 ± 0,24	2,85 ± 0,29	8,38 ± 0,87	5,53 ± 0,86	5,27 ± 0,60	4,10 ± 0,42
	Ch1 (N=143)	1,00 ---	0,05 ± 0,01	3,09 ± 0,81	7,43 ± 0,59	4,35 ± 0,68	6,63 ± 0,66	--- ---
	Ch2 (N=28)	1,00 ---	0,04 ± 0,01	5,50 ± 1,05	9,51 ± 0,85	4,00 ± 1,01	8,41 ± 0,62	--- ---
	Ch3 (N=68)	2,00 ---	0,23 ± 0,03	2,52 ± 0,71	8,37 ± 0,89	5,65 ± 1,04	5,78 ± 1,03	--- ---
<i>Basileuterus leucophrys</i>	Ct1 (N=30)	20,57 ± 3,95	1,76 ± 0,24	2,54 ± 0,40	9,56 ± 0,17	7,01 ± 0,43	6,61 ± 1,78	11,57 ± 1,09
	Ct2 (N=31)	16,29 ± 2,18	1,29 ± 0,18	3,19 ± 0,47	9,86 ± 0,37	6,67 ± 0,64	6,84 ± 2,20	12,71 ± 1,04
	Ch1 (N=78)	1,00 ---	0,56 ± 0,18	8,69 ± 0,14	9,79 ± 0,42	1,10 ± 0,41	9,12 ± 0,16	--- ---
	Ch2 (N=118)	1,00 ---	0,06 ± 0,02	6,74 ± 0,27	7,78 ± 0,37	1,04 ± 0,26	7,21 ± 0,30	--- ---
	Ch3 (N=72)	1,00 ---	0,02 ± 0,49	7,05 ± 0,39	9,57 ± 0,55	2,52 ± 0,42	8,49 ± 0,42	--- ---
	Ch4 (N=21)	2,00 ---	1,01 ± 0,10	3,19 ± 0,15	8,11 ± 0,17	4,92 ± 0,12	6,75 ± 1,89	--- ---
	Ch5 (N=31)	8,32 ± 1,19	1,23 ± 0,24	3,12 ± 0,12	9,29 ± 0,30	6,17 ± 0,36	6,93 ± 1,72	--- ---
	Ch6 (N=39)	5,05 ± 1,93	0,70 ± 0,18	2,78 ± 1,73	9,02 ± 1,52	6,23 ± 2,07	6,46 ± 0,99	--- ---
	Ch7 (N=16)	4,88 ± 1,59	0,74 ± 0,26	5,01 ± 1,97	9,66 ± 0,53	4,65 ± 1,94	7,91 ± 0,41	--- ---
	Ch8 (N=55)	3,47 ± 1,14	0,59 ± 0,14	7,05 ± 0,39	9,85 ± 0,35	2,81 ± 0,62	8,89 ± 0,55	--- ----
	Ch9 (N=11)	1,00 ---	0,33 ± 0,07	7,34 ± 0,17	8,17 ± 0,13	0,83 ± 0,09	7,77 ± 0,13	---- ----

1.2. *Basileuterus hypoleucus*

Foram analisados 161 cantos e 239 chamados, esses distribuídos em três tipos (Tabela 1). O canto de *B. hypoleucus* inicia-se com notas de menor intensidade e frequência. Durante a emissão esses parâmetros vão aumentando até a finalização do canto (Figura 4). Ele possui $7,53 (\pm 1,20)$ notas e duração de $1,84 \text{ s} (\pm 0,24)$ (Tabela 1). Os chamados do tipo 1 e 2 apresentam apenas uma nota, enquanto o chamado 3 possui duas notas. As notas dos três tipos de chamado são emitidas sozinhas ou repetidas várias vezes consecutivamente (Figura 4).

O chamado do tipo 1 (Ch1) inicia-se com $3,09 (\pm 0,81)$ kHz e vai aumentando de frequência até atingir $7,43 (\pm 0,59)$ kHz, depois decai retornando à frequência inicial, num intervalo de $0,05 \text{ s} (\pm 0,01)$ (Tabela 1, Figura 4). O chamado 2 (Ch2) é o de maior frequência, iniciando-se com $5,5 (\pm 1,05)$ kHz e finalizando-se com $9,51 (\pm 0,85)$ kHz. É também o de menor duração, $0,04 \text{ s} (\pm 0,01)$ (Tabela 1). Dos três chamados de *B. hypoleucus*, o terceiro (Ch3) é o mais longo, com $0,15 \text{ s} (\pm 0,03)$ e de maior amplitude de frequência ($5,65 \pm 1,04$ kHz). Ele é emitido pelos dois lados da siringe (*two-voice*) formando notas de frequências distintas, mas que se sobrepõem no tempo (Figura 4).

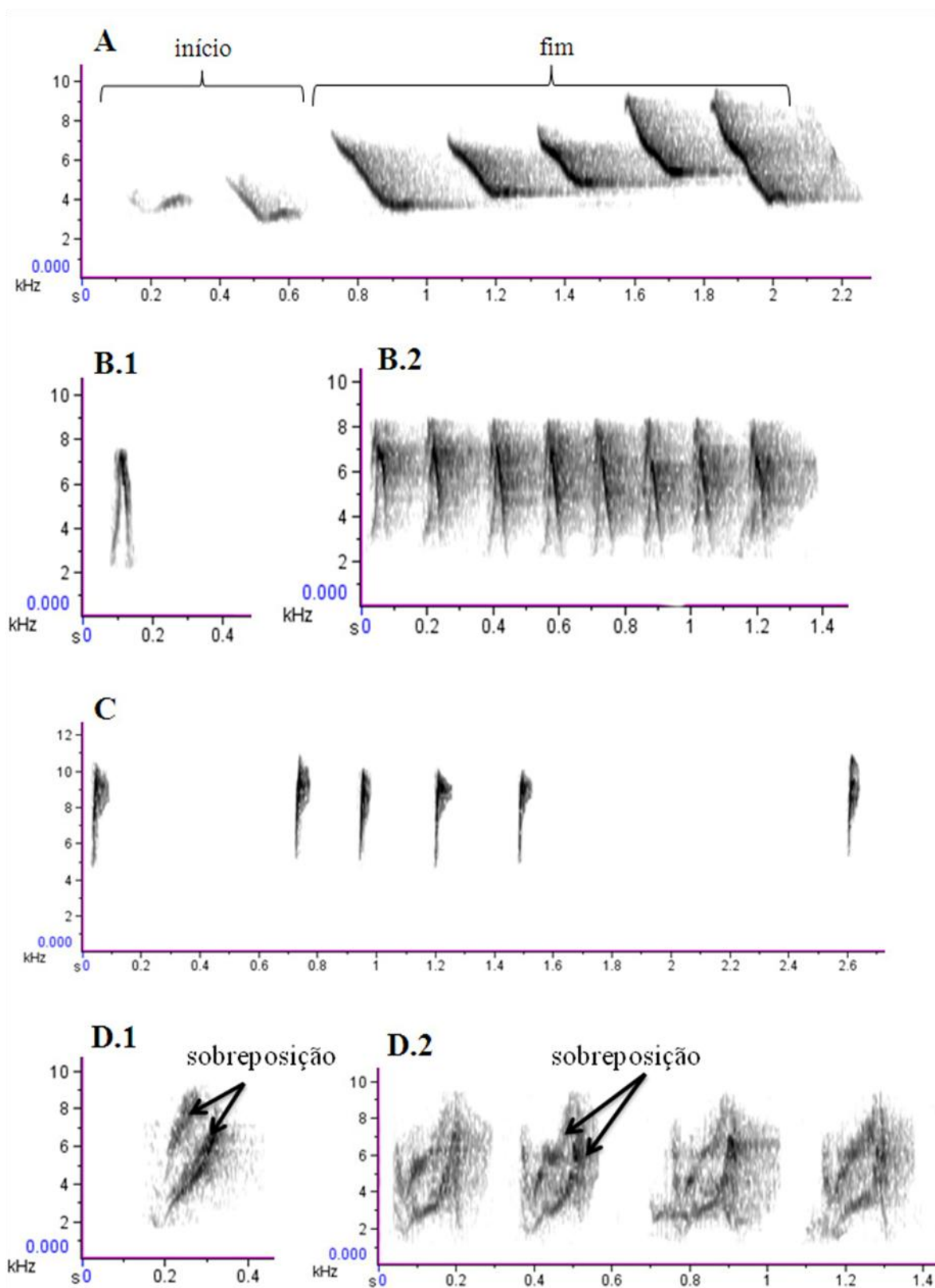


Figura 4: Sonogramas representativos das vocalizações de *Basileuterus hypoleucus*. **A:**canto; **B.1:**chamado 1 com uma nota; **B.2:** chamado 1 com várias notas ; **C:** chamado 2; **D.1:** chamado 3 com uma nota; **D.2:** chamado 3 com várias notas. O eixo y representa a frequência em kilohertz (kHz) e o eixo x representa o tempo em segundos (s).

1.3. *Basileuterus leucophrys*

Foram analisados 60 cantos, distribuídos em dois tipos e 441 chamados, distribuídos entre nove tipos (Tabela 1).

Os cantos de *B. leucophrys* são em *two-voice* (Figura 5). O canto 1 (Ct1) é mais longo, com duração de 1,76s ($\pm 0,24$) e possui maior número de notas, 20,5 ($\pm 3,95$) enquanto o canto 2 (Ct2) tem duração de 1,29s ($\pm 0,18$) e possui 16,29 ($\pm 2,18$) notas. Entretanto, a taxa de emissão de notas dos dois cantos é semelhante 11,57 ($\pm 1,09$) notas/s e 12,71 ($\pm 1,04$) notas/s respectivamente (Tabela 1).

Ambos os cantos são iniciados com notas de alta frequência, aproximadamente 9 kHz, intercaladas por notas de baixa frequência, em média 4 kHz, sendo algumas dessas notas sobrepostas no tempo (Figura 5). O canto 1 é finalizado com três notas de alta intensidade (x, y, z) e com notas curtas e rápidas, de alta frequência (Figura 5A). A nota x, em comparação com as notas y e z, possui frequência alta e constante, cerca de 8 kHz, e duração de aproximadamente 0,2s. A segunda, nota y, tem aproximadamente 0,05s e possui amplitude de frequência com cerca de 3 kHz, enquanto a nota z tem frequência constante e mais baixa, cerca de 4 kHz e duração de 0,3s aproximadamente (Figura 5A). O canto 2 é finalizado com as notas de frequência alternadas que ocorrem durante todo o canto (Figura 5B).

Os chamados do tipo 1, 2, 3 e 9 são os que apresentam uma nota, os demais possuem de duas a oito notas (Figura 6, Tabela 1). Os Ch1 e Ch9, apesar de visualmente semelhantes (Figura 6A e 6H) são estatisticamente diferentes quanto aos parâmetros analisados (Tabela 2) e entre os chamados de uma nota, desta espécie, têm a maior duração e são emitidos isoladamente. Os chamados 2 e 3, de menor duração, 0,06s ($\pm 0,02$) e 0,02s ($\pm 0,01$) respectivamente (Tabela 1), são emitidos isoladamente ou intercalados em seqüências de variadas durações (Figura 6B).

O chamado 4 tem duração de 1,01s ($\pm 0,10$) (Tabela 1) e é composto por duas notas de frequências constantes, sendo a primeira de alta frequência, aproximadamente 8,10 kHz e a segunda de baixa frequência, cerca de 3,10 kHz com quase 0,5s cada (Figura 6C). O chamado 5 é semelhante ao 4 porém, é uma *two-voice* (Figura 6D). Sobre cada nota de frequência constante ocorrem três notas de curta duração e alta amplitude de frequência, 6,17 ($\pm 0,36$) kHz (Tabela 1). Os chamados 6, 7 e 8, também são *two-voice*, são compostos por uma nota de frequência constante, com longa duração, e por várias notas de curta duração e de maior amplitude de frequência (Figuras 6E, F, G).

Tabela 2: Diferença entre os parâmetros dos chamados 1 e 9 de *Basileuterus leucophrys*. Foi feito o teste de Mann-Whitney (Teste U), (média $\pm$ SD). Significância: $p \leq 0,05$.

Parâmetros	Ch 1(N=78)	Ch9(N=11)	U	p
Duração (s)	0,56 $\pm$ 0,18	0,33 $\pm$ 0,07	66,5	0,00*
Me fq (kHz)	8,68 $\pm$ 0,14	7,34 $\pm$ 0,17	0,00	0,00*
Ma fq (kHz)	9,79 $\pm$ 0,42	8,17 $\pm$ 0,13	0,00	0,00*
Amplt (kHz)	1,10 $\pm$ 0,41	0,83 $\pm$ 0,09	244,5	0,02
Mx fq (kHz)	9,11 $\pm$ 0,16	7,77 $\pm$ 0,13	0,00	0,00*

* $p < 0,001$.

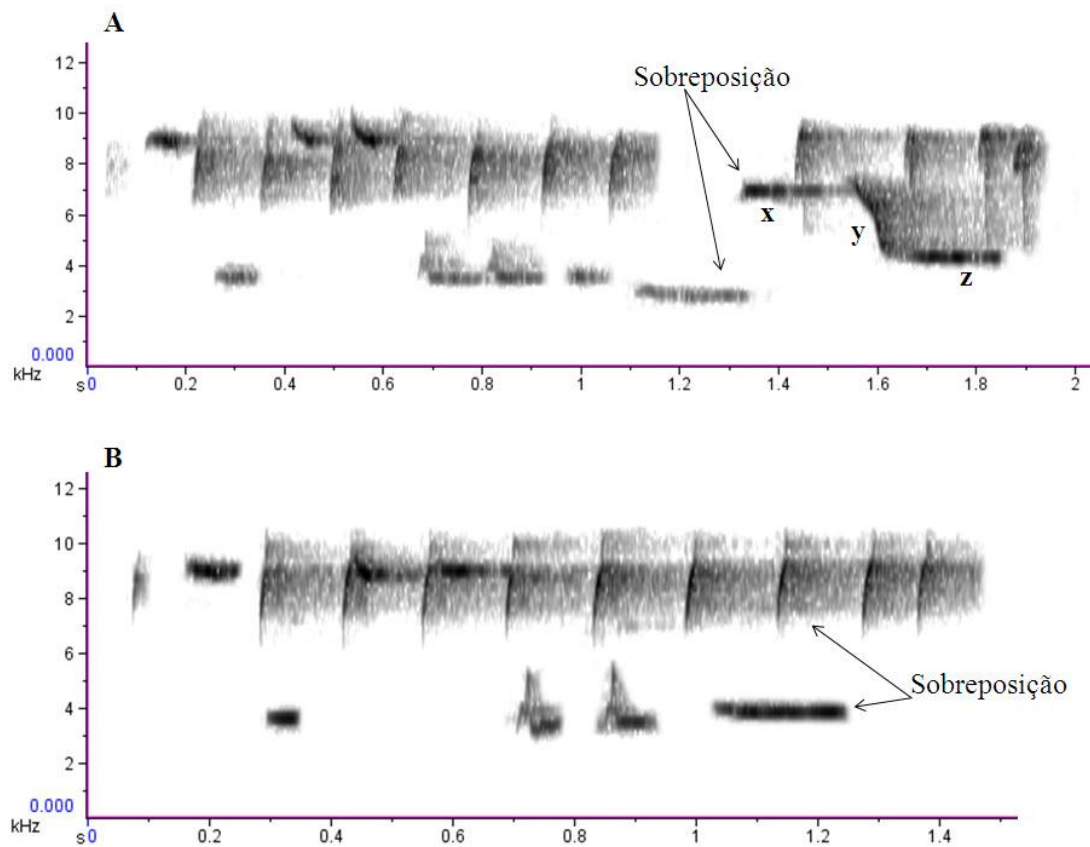


Figura 5: Sonogramas representativos dos cantos de *Basileuterus leucophrys*. **A:** canto 1, **B:** Canto 2. As notas x, y, z representam as notas de finalização do canto 1. O eixo y representa a frequência em kilohertz (kHz) e o eixo x representa o tempo em segundos (s).

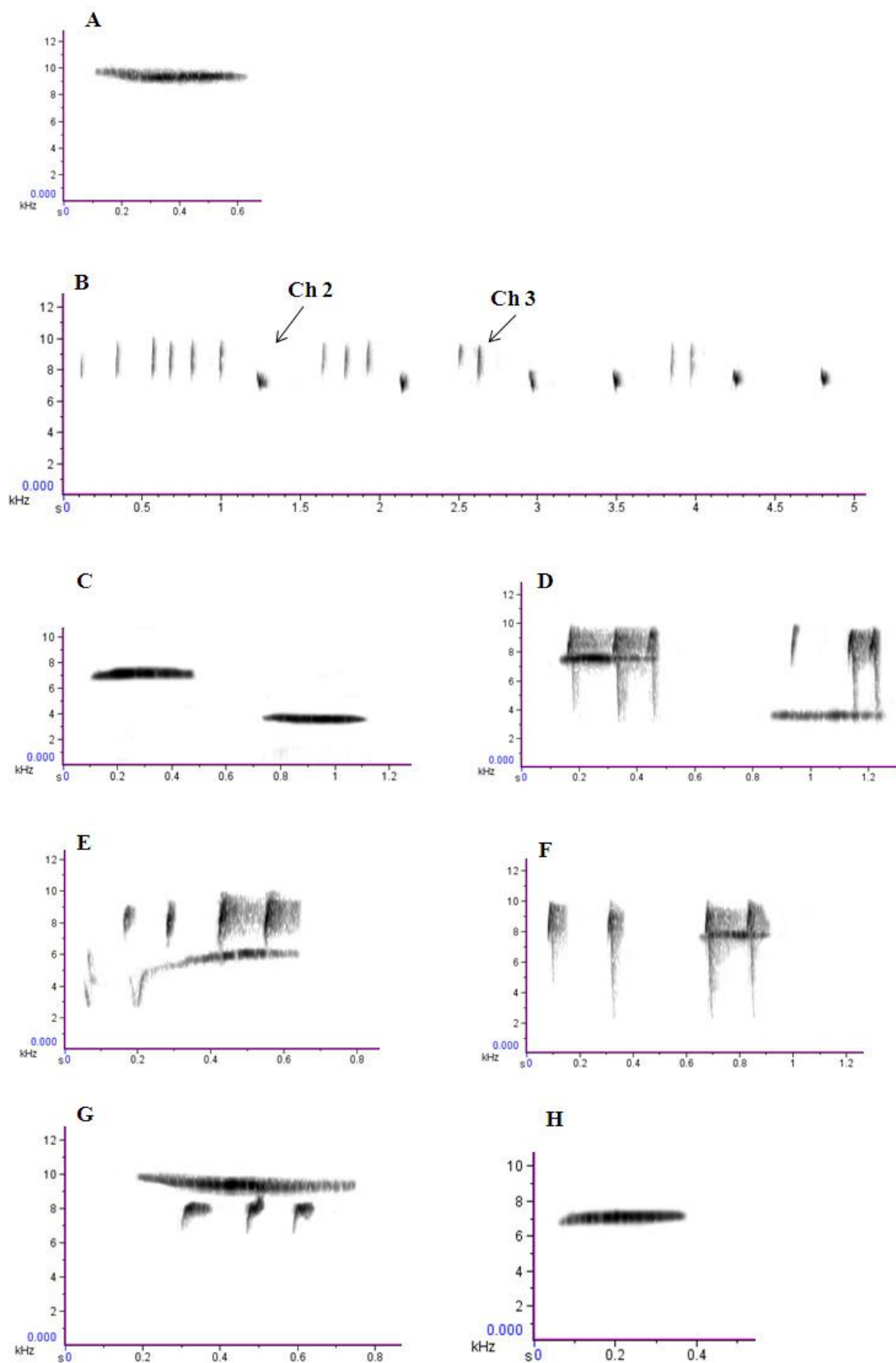


Figura 6: Sonogramas representativos dos chamados de *Basileuterus leucophrys*. A: Chamado 1, B: Chamados 2 e 3, C: Chamado 4, D: Chamado 5, E: Chamado 6, F: Chamado 7, G: Chamado 8, H: chamado 9. O eixo y representa a frequência em kilohertz (kHz) e o eixo x representa o tempo em segundos (s).

2. Variação vocal entre estações

2.1. *Basileuterus flaveolus*

Houve diferença sazonal nos parâmetros acústicos do canto: duração, maior frequência, amplitude de frequência e taxa de emissão de notas. Somente a da taxa de emissão de notas foi maior durante o período de seca (Tabela 3).

A análise discriminante, para determinar se há um canto típico para cada período, classificou corretamente 79% (n=97) dos cantos gravados (N=123) e apresentou diferença significativa entre os centros dos dois grupos (lambda de Wilks= 0,61 e p=0,000). Para o período chuvoso (N=54), foram classificados corretamente 69% (n=37) dos cantos, enquanto para o período seco (N=69), 87% dos cantos foram classificados com típicos desse período.

Tabela 3: Variação sazonal nos parâmetros do canto de *Basileuterus flaveolus*. Foi utilizado o Teste *t* de Student para os dados paramétricos e o teste U de Mann-Whitney para os dados não paramétricos (Média $\pm$ SD). Significância: $p \leq 0,05$.

Parâmetros	Seca (N=69)	Chuva (N=54)	Testes	p
Nº notas	12,74 $\pm$ 1,05	12,43 $\pm$ 1,04	U= 1623,50	0,20
Duração (s)	2,00 $\pm$ 0,19	1,82 $\pm$ 0,20	U= 940,50	0,00**
Me fq (kHz)	1,73 $\pm$ 0,24	1,76 $\pm$ 0,22	U= 2039,50	0,36
Ma fq (kHz)	6,60 $\pm$ 0,43	6,42 $\pm$ 0,46	$t = - 2,32$	0,02
Amplt (kHz)	4,87 $\pm$ 0,51	4,66 $\pm$ 0,52	U= 1361,50	0,01*
Mx fq (kHz)	4,85 $\pm$ 0,61	4,91 $\pm$ 0,48	U= 1953,0	0,64
Taxa (nota/s)	6,37 $\pm$ 0,42	6,85 $\pm$ 0,47	$t = 6,03$	0,00**

* $p \leq 0,01$; ** $p < 0,001$.

2.2. *Basileuterus hypoleucus*

A duração do canto, a maior frequência e a amplitude de frequência foram estatisticamente significativas e maiores na estação seca, enquanto a menor frequência foi maior na estação chuvosa (Tabela 4).

A análise discriminante foi altamente significativa (lambda de Wilks= 0,84; $P=0,0001$) e classificou corretamente 70% ($n=113$) dos cantos analisados nas estações ($N=161$). Dos cantos analisados na estação chuvosa ($N=89$), 73% ($n=65$) foram considerados típicos deste período, enquanto para a seca 65% ($n=47$) dos cantos analisados ($N=72$), foram considerados característicos da estação seca.

Tabela 4: Variação sazonal dos parâmetros do canto de *Basileuterus hypoleucus*. Foi utilizado o Teste *t* de Student para os dados paramétricos e o teste U de Mann-Whitney para os dados não paramétricos (Média $\pm$ SD). Significância: $p \leq 0,05$

	Seca (N=72)	Chuva (N=89)	Testes	P
Nº notas	7,64 $\pm$ 1,25	7,45 $\pm$ 1,16	U=2888,50	0,27
Duração (s)	1,88 $\pm$ 0,23	1,81 $\pm$ 0,24	U=2545,00	0,03
Me fq (kHz)	2,76 $\pm$ 0,34	2,91 $\pm$ 0,24	$t = 3,19$	0,00*
Ma fq (kHz)	8,57 $\pm$ 0,97	8,22 $\pm$ 0,75	U=2090,00	0,00**
Amplt (kHz)	5,80 $\pm$ 0,94	5,30 $\pm$ 0,71	U=1935,00	0,00**
Mx fq (kHz)	5,36 $\pm$ 0,68	5,18 $\pm$ 0,51	U=2748,50	0,12
Taxa (nota/s)	4,07 $\pm$ 0,44	4,13 $\pm$ 0,40	U=3560,50	0,23

* $p \leq 0,01$; ** $p \leq 0,001$.

2.3. *Basileuterus leucophrys*

Durante a estação seca, a menor e a maior frequência foram significativamente maiores. Embora tenha havido variação na menor e na maior frequência do canto, não houve variação na amplitude, ou seja, a ave é capaz de diminuir ou aumentar esses parâmetros na mesma proporção, para manter a mesma amplitude (Tabela 5).

A análise discriminante foi significativa (λ de Wilks= 0,43; $P=0,002$) e classificou corretamente 93% ($n=28$) de todas as gravações feitas nos períodos ($N=30$). A maioria das gravações feitas na estação chuvosa ($N=24$), 96% ($n=23$) foi classificada como típica desta estação e das gravações feitas na estação seca, 83% ($n=5$), foram classificadas como características desta estação.

Tabela 5: Diferença sazonal nos parâmetros do canto de *Basileuterus leucophrys*. Foi utilizado o Teste t de Student para os dados paramétricos e o teste U de Mann-Whitney para os dados não paramétricos (Média $\pm$ SD). Significância: $p \leq 0,05$.

Parâmetros	Seca (N=6)	Chuva (N=24)	Testes	p
Nº notas	23,0 $\pm$ 1,27	19,96 $\pm$ 4,17	U=39,50	0,08
Duração (s)	1,88 $\pm$ 0,09	1,73 $\pm$ 0,26	U=55,50	0,39
Me fq (kHz)	2,89 $\pm$ 0,58	2,45 $\pm$ 0,30	U=29,0	0,02
Ma fq (kHz)	9,67 $\pm$ 0,17	9,53 $\pm$ 0,16	$t=-2,04$	0,05
Amplt (kHz)	6,78 $\pm$ 0,67	7,07 $\pm$ 0,34	$t=1,55$	0,13
Mx fq (kHz)	5,71 $\pm$ 1,92	6,84 $\pm$ 1,71	U=89,0	0,38
Taxa (nota/s)	12,18 $\pm$ 0,68	11,42 $\pm$ 1,13	$t=-1,55$	0,13

3. Variação vocal entre fragmentos rurais

3.1. *Basileuterus flaveolus*

Variações entre fragmentos no canto de *B. flaveolus* foram altamente significativas para todos os parâmetros analisados. Os parâmetros número de notas, duração da vocalização, menor frequência e máxima frequência foram maiores na FEG, enquanto os demais parâmetros, maior frequência, amplitude de frequência e taxa de emissão de notas foram maiores na FSJ. A EEP foi o fragmento que apresentou os menores valores para quase todos os parâmetros, exceto para a taxa de emissão de notas (Tabela 6).

A análise discriminante foi altamente significativa (λ de Wilks= 0,08; $p=0,000$) e classificou corretamente 49 (91%) dos 54 cantos analisados. Foram 14 (82%) cantos determinados como sendo característicos da FEG (N=17), 17 (89%) da FSJ (N=19); e 18 (100%) da EEP (N=18) (Figura 7,8).

Tabela 6: Variações nos parâmetros do canto de *Basileuterus flaveolus*, entre fragmentos. FEG: Fazenda Experimental do Glória, EEP: Estação Ecológica do Panga, FSJ: Fazenda São José. Foi utilizada ANOVA ($F_{2,51}$) e teste de Tukey para os dados paramétricos e o Kruskal-Wallis (teste H) e teste de Dunn para os dados não paramétricos (Média $\pm$ SD). Médias com letras iguais são semelhantes. Significância: $p \leq 0,05$.

Parâmetros	FEG (N= 17)	EEP (N= 18)	FSJ (N=19)	Testes	p
Nº notas	13,06 $\pm$ 0,97a	11,67 $\pm$ 0,91	12,58 $\pm$ 0,77a	H= 15,70	0,00*
Duração (s)	2,01 $\pm$ 0,23	1,74 $\pm$ 0,14b	1,73 $\pm$ 0,07b	F= 17,56	0,00*
Me fq (kHz)	1,93 $\pm$ 0,14	1,73 $\pm$ 0,25c	1,64 $\pm$ 0,14c	F= 10,99	0,00*
Ma fq (kHz)	6,41 $\pm$ 0,18	5,95 $\pm$ 0,23	6,86 $\pm$ 0,35	H= 41,16	0,00*
Amplt (kHz)	4,48 $\pm$ 0,21	4,23 $\pm$ 0,21	5,22 $\pm$ 0,42	F= 54,96	0,00*
Mx fq (kHz)	5,05 $\pm$ 0,51d	4,64 $\pm$ 0,39	5,03 $\pm$ 0,41d	H= 10,90	0,00*
Taxa(nota/s)	6,53 $\pm$ 0,41e	6,73 $\pm$ 0,29e	7,26 $\pm$ 0,36	F= 20,24	0,00*

* $p \leq 0,001$

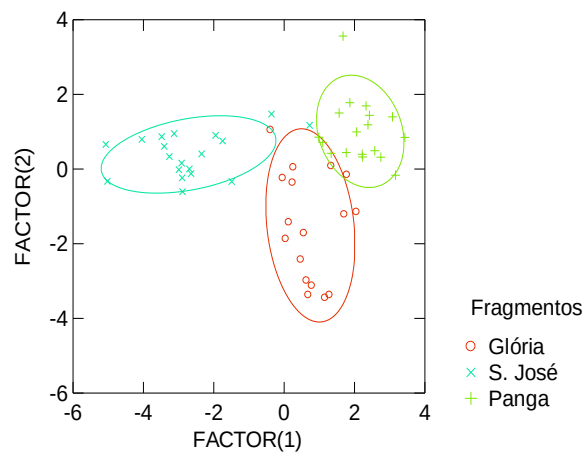


Figura 7: Diferença nos cantos de *Basileuterus flaveolus* entre os fragmentos, segundo a análise discriminante, $p \leq 0,001$.

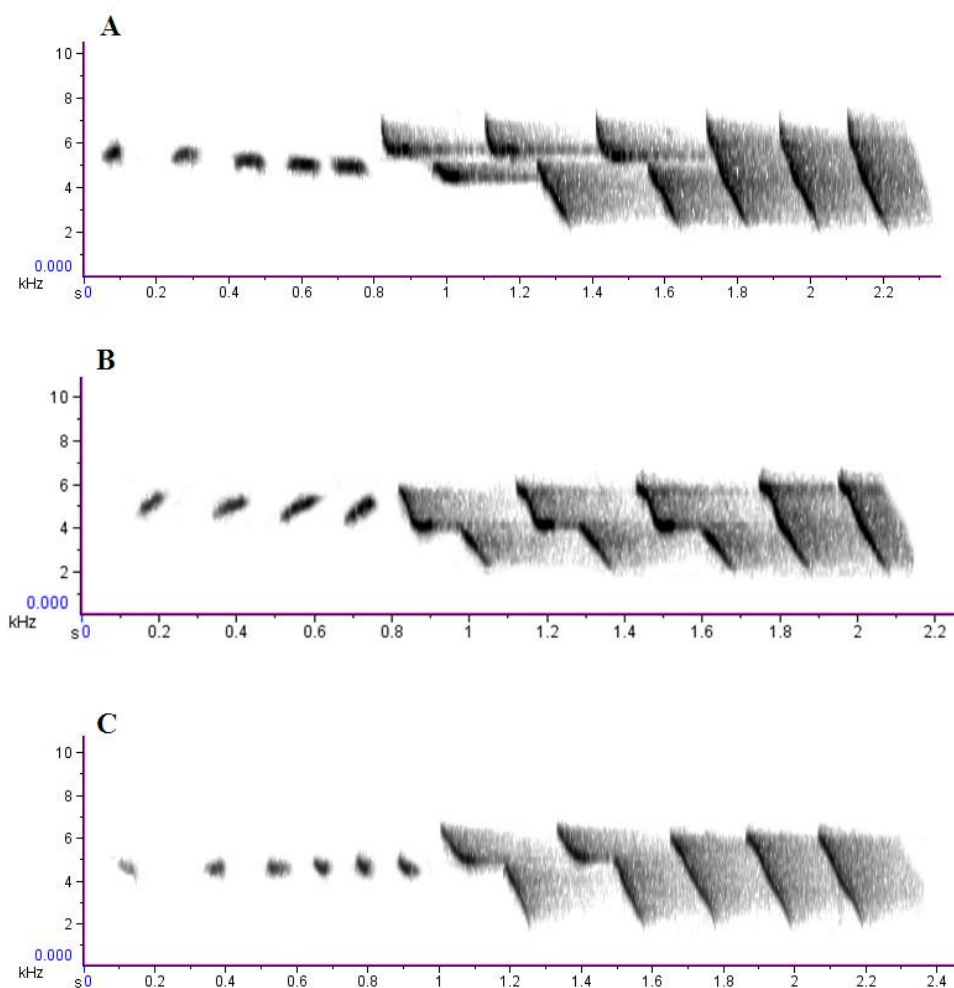


Figura 8: Sonogramas representativos da variação no canto de *Basileuterus flaveolus* entre fragmentos. **A:** Fazenda Experimental do Glória, **B:** Estação Ecológica do Panga, **C:** Fazenda São José. O eixo y representa a frequência em kilohertz (kHz) e o eixo x o tempo em segundo (s).

3.2. *Basileuterus hypoleucus*

Para todos os parâmetros analisados, exceto para a máxima frequência, houve diferença significativa, na comparação vocal entre fragmentos (Tabela 7).

A análise discriminante classificou corretamente 91% (n= 81) dos cantos gravados (N=89) e foi altamente significativa (lambda de Wilks= 0,06; P= 0,0000). Todas as gravações feitas na FEG (N=24) foram classificadas como típicas deste fragmento. Na FSJ foram analisados 25 cantos, 92% (n=23) foram classificados como típicos do fragmento e dois como característicos da EEP. No fragmento EEP foram feitas 40 gravações de cantos e 85% (n=34) delas foram classificadas como típicas do local e seis como semelhantes às vocalizações da FSJ (Figura 9 e 10).

Tabela 7: Variações no canto de *Basileuterus hypoleucus*, entre fragmentos. FEG: Fazenda Experimental do Glória, EEP: Estação Ecológica do Panga, FSJ: Fazenda São José. Foi utilizada a ANOVA ($F_{2,86}$) e teste de Tukey para os dados paramétricos e o Kruskal-Wallis (teste H) e teste de Dunn para os dados não paramétricos (Média $\pm$ SD). Médias com letras iguais são semelhantes. Significância: $p \leq 0,05$.

	FEG (N= 24)	EEP (N= 40)	FSJ (N=25)	Testes	P
Nº notas	8,88 $\pm$ 0,74	6,7 $\pm$ 0,76	7,28 $\pm$ 0,68	U= 52,21	0,00*
Duração (s)	1,90 $\pm$ 0,15 a	1,68 $\pm$ 0,22 a	1,92 $\pm$ 0,26	F= 12,41	0,00*
Me fq (kHz)	3,15 $\pm$ 0,09	2,80 $\pm$ 0,22 b	2,87 $\pm$ 0,21 b	F= 26,57	0,00*
Ma fq (kHz)	8,85 $\pm$ 0,25c	7,60 $\pm$ 0,48	8,61 $\pm$ 0,62 c	F= 64,10	0,00*
Amplt (kHz)	5,70 $\pm$ 0,27 d	4,79 $\pm$ 0,56	5,74 $\pm$ 0,70 d	F= 32,04	0,00*
Mx fq (kHz)	5,19 $\pm$ 0,38	5,09 $\pm$ 0,54	5,34 $\pm$ 0,57	F= 1,82	0,17
Taxa (nota/s)	4,68 $\pm$ 0,17	3,99 $\pm$ 0,21	3,81 $\pm$ 0,23	F= 121,62	0,00*

* $p \leq 0,001$

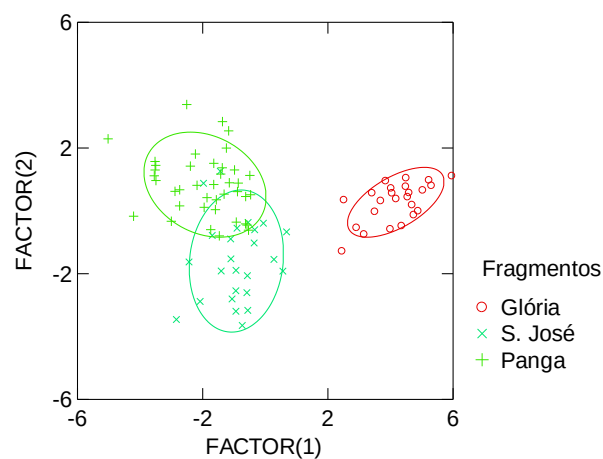


Figura 9: Diferença nos cantos de *Basileuterus hypoleucus* entre os fragmentos, segundo a análise discriminante, $p \leq 0,001$.

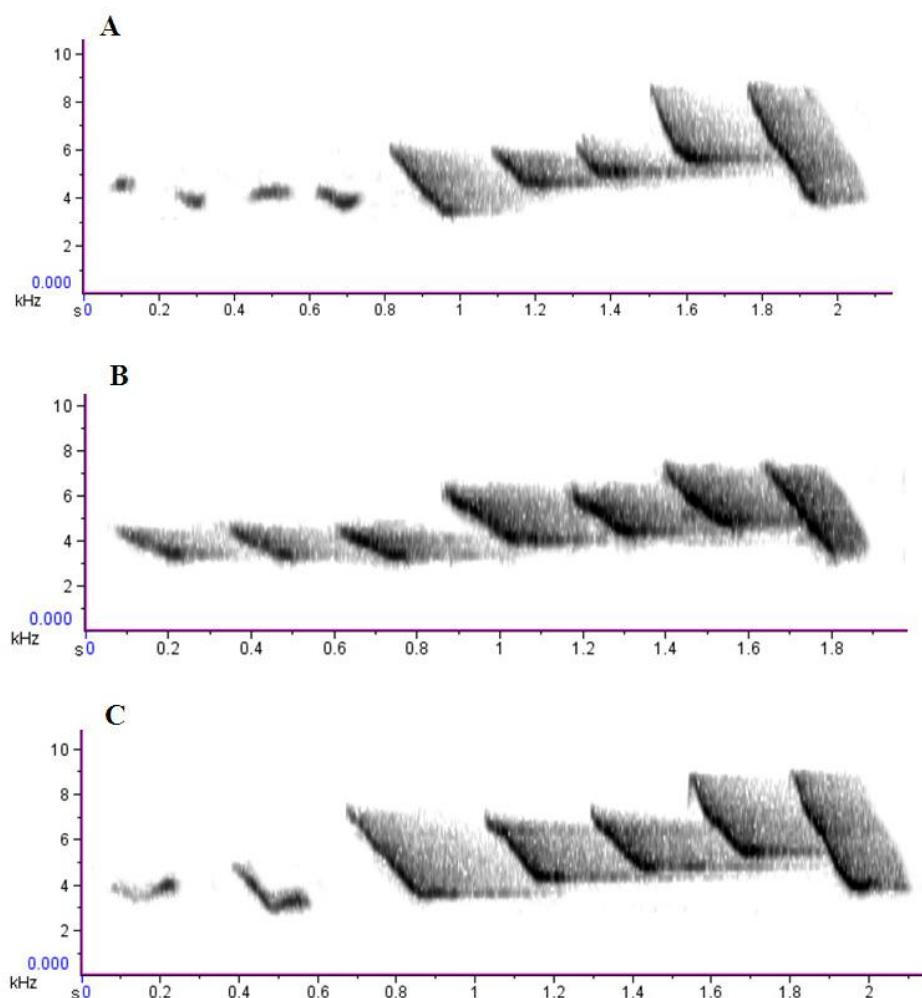


Figura 10: Sonogramas representativos da variação vocal de *Basileuterus hypoleucus*, entre fragmentos. **A:** Fazenda Experimental do Glória, **B:** Estação Ecológica do Panga, **C:** Fazenda São José. O eixo y representa a frequência em kilohertz (kHz) e o eixo x o tempo em segundos (s).

3.3. *Basileuterus leucophrys*

A variação vocal entre fragmentos foi altamente significativa para todos os parâmetros analisados, com exceção da maior frequência (Tabela 8).

A análise discriminante classificou corretamente 96% (n=24) de todos os cantos gravados (N=25), sendo a diferença entre o centro dos grupos altamente significativa (λ de Wilks=0,035; $P=0,0000$). Ela classificou corretamente 94% (n=15) das gravações (N=16) feitas na FEG, como sendo típicas do fragmento. Classificou 100% das gravações feitas na FSJ (N=3) e na EEP (N=6), como sendo características destes fragmentos (Figura 11 e 12).

Tabela 8: Variações no canto de *Basileuterus leucophrys*, entre fragmentos. FEG: Fazenda Experimental do Glória, EEP: Estação Ecológica do Panga, FSJ: Fazenda São José. Foi utilizada a ANOVA ($F_{2,22}$) teste de Tukey para os dados paramétricos e o Kruskal-Wallis (teste H) e teste de Dunn para os dados não paramétricos (média $\pm$ SD). Médias com letras iguais são semelhantes. Significância: $p \leq 0,05$.

Parâmetros	FEG (N= 16)	EEP (N= 6)	FSJ (N= 3)	$F_{2,22}$ ou U	p
Nº notas	22,31 $\pm$ 1,25 a	20,03 $\pm$ 0,98	22,0 $\pm$ 1,00 a	U= 13,90	0,00*
Duração (s)	1,89 $\pm$ 0,06	1,62 $\pm$ 0,18	1,78 $\pm$ 0,06	F= 67,94	0,00*
Me fq (kHz)	2,34 $\pm$ 0,25 b	2,80 $\pm$ 0,15	2,35 $\pm$ 0,16 b	U= 10,62	0,00*
Ma fq (kHz)	9,51 $\pm$ 0,16	9,53 $\pm$ 0,13	9,65 $\pm$ 0,16	F= 1,08	0,36
Amplt (kHz)	7,17 $\pm$ 0,28	6,72 $\pm$ 0,22	7,30 $\pm$ 0,31	F= 6,90	0,00*
Mx fq (kHz)	6,52 $\pm$ 1,57	8,50 $\pm$ 0,36	4,42 $\pm$ 0,09	U=12,67	0,00*
Taxa (nota/s)	11,82 $\pm$ 0,60	12,52 $\pm$ 0,99 c	12,34 $\pm$ 0,73 c	F=19,71	0,00*

* $p < 0,01$;

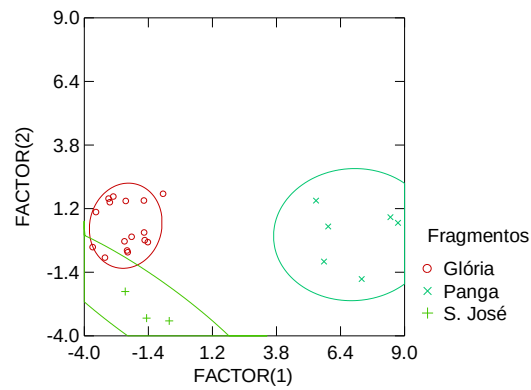


Figura 11: Diferença dos cantos de *Basileuterus leucophrys* entre os fragmentos, segundo a análise discriminante, $p \leq 0,001$.

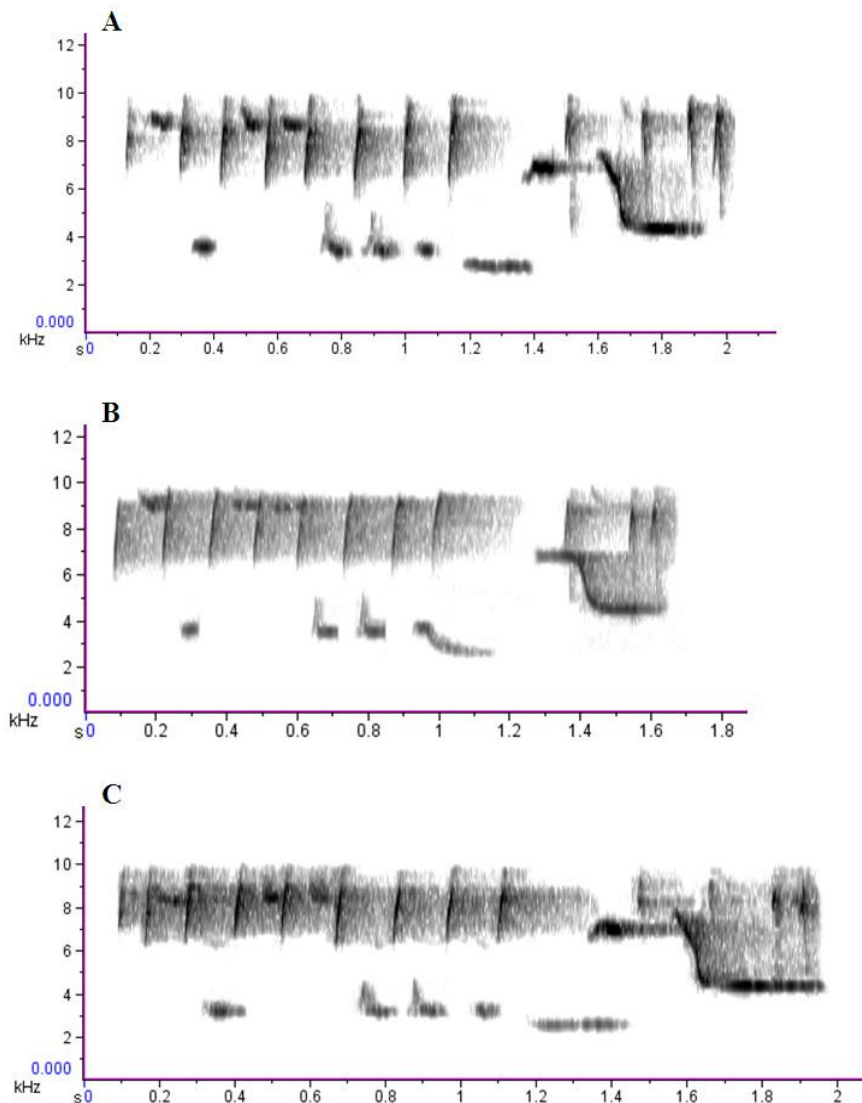


Figura 12: Sonogramas representativos da variação vocal de *Basileuterus leucophrys* entre fragmentos. **A:** Fazenda Experimental do Glória, **B:** Estação Ecológica do Panga, **C:** Fazenda São José. O eixo y representa a frequência em kilohertz (kHz) e o eixo x o tempo em segundos (s).

4. Variação vocal entre fragmentos rurais e urbanos

O Nível de pressão sonora (Nps) variou de 48 a 57 dB nos fragmentos rurais e de 53 a 63 dB nos fragmentos urbanos.

4.1. *Basileuterus flaveolus*

A intensidade de ruído ambiental entre os tipos de fragmento (rural x urbano) influenciou significativamente o canto de *Basileuterus flaveolus*. A duração do canto e a menor frequência foram maiores nos fragmentos urbanos, enquanto a taxa de emissão de notas foi maior nos fragmentos rurais (Tabela 9).

A análise discriminante classificou corretamente 86% (n=30) de todos os cantos analisados (N=35) e a diferença entre o centro dos grupos foi altamente significativa (lambda de Wilks= 0,30 e p=0,0000). Dos cantos gravados nas áreas rurais (N=20), a análise classificou 80% (n=16) como sendo típicos deste tipo de fragmento. A análise classificou 93% (n=14), dos cantos gravados nas áreas urbanas (N=15) como sendo característico deste tipo de fragmento.

A análise de correlação de Pearson não foi significativa para nenhum dos parâmetros analisados.

Tabela 9: Variação nos parâmetros do canto de *Basileuterus flaveolus* devido à diferença entre as intensidades de ruído ambiental nos tipos de fragmento (rural x urbano). Foi utilizado o Test *t* de Student para os dados paramétricos e o teste U de Mann-Whitney para os dados não paramétricos (Média±SD). Significância: $p \leq 0,05$.

Parâmetros	Rural (N= 20)	Urbano (N= 15)	Testes	p
Nº notas	12,75 ± 1,41	12,47 ± 1,30	U= 155,5	0,85
Duração (s)	1,82 ± 0,15	1,99 ± 0,18	t= -3,17	0,00*
Me fq (kHz)	1,80 ± 0,27	2,04 ± 0,21	t= -2,56	0,02
Ma fq (kHz)	6,44 ± 0,59	6,75 ± 0,75	t= -1,39	0,17
Amplt (kHz)	4,61 ± 0,75	4,71 ± 0,80	t= -0,37	0,72
Mx fq (kHz)	5,01 ± 0,38	5,06 ± 0,96	t= -0,22	0,83
Taxa (nota/s)	7,01 ± 0,48	6,25 ± 0,22	t= 5,74	0,00**

* $p < 0,01$; ** $p < 0,001$

4.2. *Basileuterus hypoleucus*

Os parâmetros número de notas, duração do canto, menor frequência e máxima frequência foram significativamente maiores nos fragmentos urbanos (Tabela 10). A análise discriminante classificou corretamente 74% (n= 26) dos cantos analisados (N=35) e a diferença entre o centro dos grupos foi significativa (lambda de Wilks= 0,51; $P= 0,003$). Dos 20 cantos gravados nos fragmentos rurais, 16 (80%) foram classificados como característicos deste tipo de fragmento e das 15 gravações feitas nos fragmentos urbanos, 10 (67%) foram características deste tipo de fragmento.

A análise de correlação entre a variação na intensidade de ruído ambiental e a variação nos parâmetros analisados foi significativa para a duração do canto, que aumentou com o aumento do ruído do ambiente ($r=0,87$; $p=0,01$) (Figura 13).

Tabela 10: Variações nos parâmetros do canto de *Basileuterus hypoleucus* devido à diferença entre as intensidades de ruído ambiental nos tipos de fragmento (rural x urbano). Foi utilizado o Test t de Student para os dados paramétricos e o teste U, Mann-Whitney para os dados não paramétricos, (Média $\pm$ SD). $p\leq 0,05$. Significância: $p\leq 0,05$.

Parâmetros	Rural (N=20)	Urbano (N=15)	Testes	p
Nº notas	7,85 $\pm$ 1,14	9,00 $\pm$ 1,60	U= 86,0	0,03
Duração (s)	1,91 $\pm$ 0,21	2,17 $\pm$ 0,25	$t= -3,28$	0,00*
Me fq (kHz)	2,89 $\pm$ 0,18	3,02 $\pm$ 0,14	$t= -2,28$	0,03
Ma fq (kHz)	8,16 $\pm$ 0,79	7,95 $\pm$ 0,42	$t= 0,94$	0,36
Amplt (kHz)	5,27 $\pm$ 0,73	4,93 $\pm$ 0,47	$t= 1,57$	0,13
Mx fq (kHz)	5,09 $\pm$ 0,51	5,52 $\pm$ 0,56	U= 88,0	0,04
Taxa (nota/s)	4,11 $\pm$ 0,41	4,16 $\pm$ 0,62	$t= -0,30$	0,76

* $p\leq 0,01$

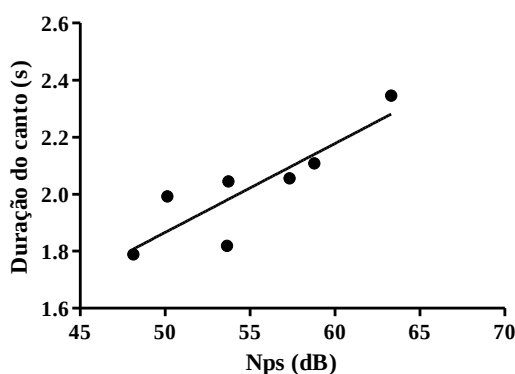


Figura 13: Correlação positiva entre o aumento da duração do canto (s) de *Basileuterus hypoleucus* e o aumento do ruído ambiental (dB) (n=7; $r= 0,87$; $F= 15,29$; $P= 0,01$). Nps: nível de pressão sonora (dB).

4.3. *Basileuterus leucophrys*

No canto de *B. leucophrys* apenas os parâmetros amplitude de frequência e taxa de emissão de notas não diferiram entre os fragmentos (rural x urbano). O número de notas, a duração do canto e a menor frequência foram maiores nos fragmentos urbanos e a maior frequência e máxima frequência foram maiores nos fragmentos rurais (Tabela 11).

A análise discriminante foi significativa (lambda de Wilks= 0,56; P= 0,02) e classificou corretamente 71% (N= 35) dos cantos analisados. Dos 20 cantos gravados nos fragmentos rurais, 11 (55%) foram classificados como característicos deste tipo de fragmento e dos 15 cantos gravados nos fragmentos urbanos 14 (93%) foram classificados como característicos de fragmentos urbanos.

A análise de correlação entre a variação na intensidade de ruído ambiental e a variação nos parâmetros analisados não foi significativa para nenhum dos parâmetros analisados.

Tabela 11: Variações nos parâmetros do canto de *Basileuterus leucophrys* devido à diferença entre as intensidades de ruído ambiental nos tipos de fragmento (rural x urbano). Foi utilizado o Test *t* de Student para os dados paramétricos e o teste U de Mann-Whitney para os dados não paramétricos (Média±SD). Significância: $p \leq 0,05$.

Parâmetros	Rural (N=20)	Urbano (N=15)	Testes	P
Nº notas	16,95 ± 3,53	20,73 ± 2,71	t=-3,45	0,00*
Duração (s)	1,56 ± 0,26	1,70 ± 0,26	t=-2,90	0,00*
Me fq (kHz)	3,03 ± 0,80	2,67 ± 0,31	U=211,5	0,04
Ma fq (kHz)	9,76 ± 0,31	9,55 ± 0,12	t=2,51	0,02
Amplt (kHz)	6,74 ± 0,75	6,88 ± 0,31	U=131,0	0,53
Mx fq (kHz)	7,90 ± 1,66	6,36 ± 2,02	U=204,0	0,07
Taxa (nota/s)	11,81 ± 1,633	12,31 ± 1,00	t=-1,05	0,30

* $p \leq 0,001$

DISCUSSÃO

As espécies *Basileuterus flaveolus* e *B. hypoleucus*, entre as espécies estudadas foram as que apresentaram o menor repertório. Em espécies da família Parulidae com repertório pequeno como *Geothlypis trichas* (Ritchson, 1995) e *Basileuterus leucoblepharus* (Aubin *et al.*, 2004), ambos com um tipo de canto, a comunicação vocal ocorre através de sutis variações temporais e de frequência nos parâmetros acústicos. Provavelmente tanto *B. flaveolus* quanto *B. hypoleucus* também se comuniquem desta maneira. Entretanto, há espécies com mais de um tipo de canto em seu repertório, como por exemplo, *B. leucophrys* com dois tipos de cantos e *Icteria virens* (Dussourd & Ritchison, 2003) cujo repertório vocal pode ter até 81 tipos de cantos.

O fato de uma ave ter mais de um canto, frequentemente está relacionado a comportamentos específicos (Catchpole & Slater, 1995; Gill, 2007). Sabe-se que *Dendroica chrysoparia* (Bolsinger, 2000) e *D. petechia* (Beebee, 2004), ambas da família Parulidae, têm duas categorias de cantos, sendo uma específica para a conquista do parceiro e outra para a defesa do território. Logo, o fato de *B. leucophrys* possuir dois tipos de cantos, possivelmente estaria relacionado a comportamentos distintos.

A diversidade de vocalizações das aves é resultado de inúmeros ajustes competitivos e influências evolutivas. Assim, as características vocais estão fortemente relacionadas com o tipo de habitat ocupado pelas espécies (Morton, 1975; Wiley, 1991; Van Buskirk, 1997; Slabbekoorn & Smith, 2002). Normalmente, espécies florestais e que vivem próximas ao chão tendem a possuir vocalizações com menor frequência, em média 1,48 kHz (Morton, 1975). Isso ocorre porque sons de baixa frequência alcançam maiores distâncias e são menos susceptíveis a alterações provocadas por obstáculos como troncos de árvores, folhas, galhos ou rochas (Morton, 1975; Wiley, 1991). Entretanto, espécies que vivem próximas ao dossel, tendem a possuir a menor

frequência, em média 2,71 kHz. Maiores frequências são mais resistentes às distorções causadas pela força do vento e pelas altas temperaturas (Morton, 1975).

No caso de *Basileuterus* spp. estudados, a altura de ocorrência e o microhabitat ocupado pelas espécies, principalmente por serem simpátricas e parcialmente sintópicas (Marini & Cavalcanti, 1993), podem ter influenciado suas características vocais ao longo do tempo.

Na floresta, *Basileuterus flaveolus* é encontrado próximo ao solo e nas regiões parte mais seca (Marini & Cavalcanti, 1993). Das três espécies estudadas foi a que alcançou a mais baixa frequência no canto, entre as menores frequências das três espécies. Embora seu chamado não tenha sido o de menor frequência, foi o que apresentou a mais baixa maior frequência entre as espécies.

Entre as três espécies estudadas, *Basileuterus hypoleucus* é a que ocupa o substrato mais alto (mais de 3 m) no ambiente (Marini & Cavalcanti, 1993), o que justifica sua menor frequência ser a mais elevada, exceto em comparação ao canto do tipo dois de *B. leucophrys*. *Basileuterus hypoleucus* possui o menor número de notas para o canto, sendo sua duração praticamente igual à das demais espécies estudadas. Essa característica deve-se ao fato de suas notas serem mais longas em relação às duas outras espécies, aumentando desta maneira a duração do canto. Seus chamados também apresentaram maior frequência elevada, característica de espécies que vivem próximas ao dossel (Morton, 1975; Van Buskirk, 1997).

Assim como *B. flaveolus*, *B. leucophrys* raramente ultrapassa 3 m de altura sobre o chão (Marini & Cavalcanti, 1993). Entretanto, sua menor frequência foi maior que a menor frequência de *B. flaveolus* e para o canto do tipo dois, foi superior à menor frequência de *B. hypoleucus*.

Van Buskirk (1997) analisou as características vocais em relação ao tipo de habitat ocupado por 50 espécies de Parulídeos e concluiu que as espécies de ambiente inundável, próximo a rios e córregos apresentam canto com menor frequência mais elevada, maior duração, menor número de notas e com intervalo entre notas maior, para que o ruído do ambiente não atrapalhe a recepção da mensagem emitida. Por viver neste tipo de ambiente, *B. leucophrys* parece ajustar seu canto de modo a emitir sons com menor frequência mais elevada. No entanto, as demais características encontradas por Van Buskirk (1997) para o canto dos Parulídeos de ambiente inundável, não foram encontradas para os cantos de *B. leucophrys*.

Uma explicação para esse fato é a capacidade de *B. leucophrys* emitir *two-voice*, capacidade esta não mencionada por Van Buskirk (1997) para as espécies que estudou. Ao dividir cada canto de *B. leucophrys*, considerando que as notas intercaladas são emitidas de cada lado da siringe, formam-se dois cantos distintos. Assim, é possível ver que, de fato, esses cantos terão menor número de notas e elas serão mais espaçadas. Dessa maneira, os cantos de *B. leucophrys* se assemelham ao padrão encontrado por Van Buskirk (1997) para Parulidae de áreas inundáveis.

Tanto *B. hypoleucus* (chamado 3), quanto *B. leucophrys* (cantos 1, 2 e chamados 5, 6, 7 e 8) emitiram *two-voice*. Segundo Suthers (2004), essa característica permite às aves aumentar a amplitude de frequência de suas vocalizações. De fato, comparações intraespecíficas entre chamados e interespecíficas, entre cantos, mostraram que as vocalizações em *two-voice* apresentaram maiores amplitudes. Como na *two-voice*, a emissão de notas é simultânea e independente, em alta e em baixa frequência, dessa forma essas espécies asseguram que suas informações abranjam uma maior quantidade de faixas de frequência.

As vocalizações dos *Basileuterus* spp. estudados, mostram que essas espécies, embora pertencentes ao mesmo gênero, sendo simpátricas e parcialmente sintópicas (Marini & Cavalcanti, 1993), têm vocalizações bem distintas e ajustadas aos microhabitats ocupados por elas. É possível que a capacidade de variação vocal das espécies, as tenha auxiliado na possível competição interespecífica por espaço acústico. Um exemplo sobre competição acústica foi demonstrado para o gênero *Amphispiza*, onde três espécies simpátricas desse gênero, que provavelmente competiram pelo espaço acústico, apresentam amplitude de frequência e taxa de emissão de notas bem definida entre elas (Podos, 1997).

Além do variado repertório vocal e do ajuste das vocalizações ao microhabitat ocupado, as três espécies de *Basileuterus* apresentaram variações vocais entre a estação seca e chuvosa.

Durante a estação chuvosa há aumento da densidade florestal em todos os estratos (Oliveira & Marquis, 2002). Com o aumento dessa densidade, há aumento da quantidade de obstáculos à propagação do som (Morton, 1975; Wiley, 1991; Date & Lemon, 1993; Van Buskirk, 1997). Nesta estação, o ruído ambiental também é maior, o que pode sobrepor e mascarar o sinal sonoro (Slabbekoorn, 2004; Planqué & Slabbekoorn, 2008). A maior quantidade de ruídos é devida à alta frequência de chuvas e à maior abundância de comunicação sonora entre os animais, no Cerrado, a estação chuvosa é também o período reprodutivo de muitos deles (Oliveira & Marquis, 2002). Todos esses fatores podem ter contribuído para as variações vocais encontradas em *Basileuterus* spp., entre as estações seca e chuvosa.

Durante a estação chuvosa a duração do canto de *B. flaveolus* e de *B. hypoleucus* foi menor. Nesta mesma estação a taxa de emissão de notas de *B. flaveolus* foi maior e a de *B. hypoleucus* não se alterou. Como não houve variação no número de notas do canto

dessas espécies, conclui-se que durante a estação chuvosa o intervalo entre notas do canto das duas espécies é menor. Sabe-se que espécies residentes em locais com maior intensidade de ruídos tendem a possuir intervalo entre notas maior. Essa característica é associada à estação chuvosa, quando há maior intensidade de ruídos e a floresta está mais densa; no entanto, *B. flaveolus* e *B. hypoleucus* apresentaram essas características na estação seca.

Morton (1975) mostrou que espécies residentes em áreas abertas, em comparação com espécies florestais, emitem vocalizações com menor intervalo entre notas e maior frequência elevada, a fim de evitarem distorções do som, provocadas pelo vento e pelas altas temperaturas. No Cerrado, durante a estação chuvosa, há aumento da temperatura, logo, a diminuição do intervalo entre notas no canto de *B. flaveolus* e *B. hypoleucus* pode ter ocorrido para que o mesmo não fosse distorcido pela ação do vento. A maior frequência dos três *Basileuterus* também foi maior durante a seca, se assemelhando às características vocais de áreas abertas. Van Buskirk (1997) demonstrou que os Parulídeos estudados por ele, também diminuem o intervalo entre notas de seus cantos, com o aumento da densidade florestal.

Quanto à menor frequência, *Basileuterus flaveolus* não apresentou alteração, talvez por já possuir menor frequência mais baixa, característica própria para a comunicação em ambiente florestal e próximo ao solo (Morton, 1975; Van Buskirk, 1997). *Basileuterus hypoleucus* aumenta sua menor frequência e diminui a maior frequência durante a estação chuvosa. Ambas as espécies tiveram menor amplitude de frequência durante a estação chuvosa. A diminuição na amplitude de frequência faz com que a energia sonora fique restrita a uma menor quantidade de bandas de frequência e, desta maneira, o som pode alcançar maior distância (Morton, 1975; Slabbekoorn, 2004).

Entre as estações seca e chuvosa, *Basileuterus leucophrys* é capaz de elevar ou reduzir a menor e a maior frequência simultaneamente, sem alterar a amplitude de frequência. Então, durante a estação seca, uma vez que a quantidade de obstáculos à propagação do som é menor, o canto de *B. leucophrys* é posicionado em um intervalo de frequência superior, considerando uma escala de frequência. Durante a estação chuvosa, com o aumento da densidade florestal e, conseqüentemente, dos obstáculos à propagação do som, o canto ocupa uma posição inferior nesta mesma escala de frequência.

Das três espécies estudadas, *B. leucophrys* foi a que apresentou menos variações nos parâmetros do canto devido à sazonalidade. O fato desta espécie só apresentar alterações nos parâmetros menor e maior frequência, provavelmente deve-se ao fato dela possuir dois tipos de cantos. Alguns Parulídeos possuem categorias de cantos específicos para determinados comportamentos (Wiley *et al.*, 1994). Então, a alteração desses dois parâmetros, estaria relacionada à melhor propagação do som no ambiente, do que a comportamentos específicos, que são desempenhados pelos cantos como um todo.

O número de notas e a máxima frequência do canto de *Basileuterus* spp. não apresentaram variações devido à sazonalidade. Em *Guiraca caerulea* (Passeriformes, Cardinalidae) também não há variação do número de notas de seu canto ao longo do ano (Ballentine *et al.*, 2003). Byers (2006) demonstrou que fêmeas de *Dendroica pensylvanica* têm preferência por machos que mantêm constantes a máxima frequência e a taxa de emissão de notas. Demonstrou também que características como o tamanho do repertório e o número de notas não são importantes para a atração da fêmea.

Provavelmente o número de notas do canto das espécies estudadas também não tem importância para a conquista da parceira e a constância da máxima frequência

melhore o desempenho do macho na conquista da fêmea. Na comunicação sonora, a máxima frequência é essencial à detecção de um sinal acústico, mediante o ruído total do ambiente (Dooling, 2004). Assim a sua constância é importante na identificação do indivíduo e na eficiência da comunicação.

Entre os fatores causadores da variação vocal, as variações entre fragmentos foram as mais expressivas, com cantos característicos em cada área e para cada espécie. Devido à capacidade de aprendizagem vocal, os Passeriformes Oscines estão constantemente sujeitos a variações em suas vocalizações (Kroodsma, 2004). Estas são consequência de inúmeros fatores, tanto naturais (Catchpole & Slater, 1995; Baptista & Kroodsma, 2003), quanto antrópicos (Patricelli & Blickley, 2006).

Uma das causas de variação vocal entre populações é a distância entre elas, o que dificulta o contato social (Catchpole & Slater, 1995; Gill, 2007). Neste trabalho, os cantos de *B. flaveolus* e de *B. leucophrys* apresentaram mais semelhanças entre os fragmentos FEG e FSJ. Uma explicação para isso é a maior proximidade entre as duas áreas, quando comparadas à EEP.

A FEG e a FSJ podem ter sido conectadas no passado, e com isso, suas populações apresentavam características vocais semelhantes, devido ao maior contato social entre elas. Com a fragmentação dos habitats, houve a descontinuidade das áreas, que ao longo dos anos impossibilitou o contato social entre suas populações, ocasionado as diferenças vocais encontradas. Em relação à EEP, mesmo que os três fragmentos já tenham sido conectados, é provável que devido à grande distância entre eles as populações já tivessem menos semelhanças vocais. Kroodsma (1985) encontrou variações no canto de *Thryomanes bewickii* (Troglodytidae) residentes em nove fragmentos com diferentes distâncias entre si e mostrou que as aves localmente mais próximas apresentavam maior semelhança vocal que aquelas em áreas mais distantes.

Outra causa para as variações vocais nas aves é a capacidade de ajuste ao hábitat (Morton, 1975; Wiley, 1991; Date & Lemon, 1993; Van Buskirk, 1997). Embora este trabalho tenha sido feito em fragmentos semelhantes, cada um possui características únicas como, por exemplo, a declividade do terreno ou a matriz onde ele está inserido. Tais peculiaridades podem ter influenciado as características vocais das aves em cada fragmento.

A eficiência da comunicação está em se transmitir e entender, com clareza, as mensagens. Dessa forma, a intensidade do ruído ambiental irá determinar se o receptor é capaz de ouvir a mensagem e com qual fidelidade essa mensagem chega até ele (Patricelli & Blickley, 2006). Os ruídos urbanos são emitidos em baixa frequência, de 0 a 2 kHz, aproximadamente (Slabbekoorn & Peet, 2003). *Basileuterus flaveolus* elevou sua menor frequência diante da maior intensidade de ruído. Por ser a espécie com mais baixa menor frequência entre os *Basileuterus* estudados, é também a mais afetada pelos ruídos urbanos. *Basileuterus hypoleucus* embora possua menor frequência mais elevada que *B. flaveolus*, também a elevou diante da maior intensidade de ruídos. Elevações da menor frequência devido ao aumento do ruído ambiental já foram registradas para *Parus major* (Paridae) (Slabbekoorn & Peet, 2003), *Luscinia megarhynchos* (Muscicapidae) (Brum, 2004), entre outras.

Van Buskirk (1997) demonstrou que aves residentes em locais com maior intensidade de ruídos apresentam maior intervalo entre notas, para que suas vocalizações sejam bem entendidas e que cada nota seja ouvida com clareza. *Basileuterus flaveolus* diminuiu a taxa de emissão de notas, juntamente com o aumento da intensidade dos ruídos ambientais. Nos fragmentos urbanos, ele aumentou a duração de seu canto e diminuiu a taxa de emissão de notas, logo, ele pode ter aumentado o

intervalo entre notas do canto para aumentar a eficiência de sua comunicação no ambiente com maior intensidade de ruídos.

O aumento da duração do canto de *B. hypoleucus* dentro da área urbana está positivamente correlacionado ao aumento da intensidade de ruídos neste ambiente, e tem relação com o aumento no número de notas. *Basileuterus leucophrys* também apresentou maior número de notas e maior duração do canto nas áreas com maior intensidade de ruídos ambientais. Como nas espécies mencionada anteriormente, já foi demonstrado que *Parus major* (Paridae), aumenta a duração de seu canto mediante maior intensidade de ruído urbano (Halfwerk & Slabbekoorn, 2009).

A máxima frequência do canto de *Basileuterus hypoleucus*, também foi maior no ambiente com maior intensidade de ruídos. A máxima frequência é responsável pela detecção de um sinal acústico, mediante os ruídos do ambiente (Dooling, 2004). Provavelmente *B. hypoleucus* eleva sua máxima frequência, a fim de que a detecção dos seus sinais sonoros seja mais eficiente nesse ambiente.

Tanto a menor frequência quanto a maior frequência de *B. leucophrys* foram maiores nos fragmentos rurais. Em comparação aos resultados encontrados para esta espécie na variação sazonal, observa-se que durante a estação seca, os valores de menor e maior frequência também são mais elevados. Logo, a diminuição desses parâmetros, no caso de *B. leucophrys*, é feita para que sua comunicação seja mais eficiente diante do aumento de ruídos urbano e do ruído da chuva, bem como do aumento da densidade da floresta, durante a estação chuvosa.

CONCLUSÕES

As três espécies de *Basileuterus* spp. que ocorrem em fragmentos florestais do município de Uberlândia, MG, apresentaram repertórios de variados tamanhos e complexidade. A maioria das características acústicas encontradas para eles, em relação ao microhabitat em que ocorrem, corroboram com os padrões pré-estabelecidos na literatura.

Todas as espécies apresentaram variações vocais entre as estações seca e chuvosa e também apresentaram cantos característicos para cada estação. As populações de cada fragmento rural analisado (FEG, EEP e FSJ) apresentaram cantos distintos para todas as espécies entre os fragmentos.

Quanto à variação vocal devido à maior intensidade de ruído ambiental, todas as espécies ajustaram suas vocalizações à presença de maior intensidade de ruído ambiental. As três espécies apresentaram um canto característico para os tipos de fragmentos rurais, com menor intensidade de ruídos e outro para os tipos de fragmentos urbanos, com maior intensidade de ruídos.

No tipo de fragmento urbano, *B. flaveolus* e *B. hypoleucus* apresentaram menor frequência elevada e a duração do canto de *B. hypoleucus* variou com o aumento da intensidade do ruído ambiental.

REFERÊNCIAS

- Algar. 2009. Grupo Algar www.algar.com.br/v5/. Acesso (01-12-2009).
- Araújo, G.M. & Haridasan, M. 1997. Estrutura fitossociológica de duas matas mesófilas semidecíduas, em Uberlândia, Triângulo Mineiro. *Naturalia* 22:115-129.
- Aubin, T., N. Mathevon, M. L. Silva, J. M. E. Vielliard & F. Sebe. 2004. 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* 76:335-344.
- Avelino, M. F. & J. M. E. Vielliard. 2004. Comparative analysis of the song of the Rufous-collared Sparrow *Zonotrichia capensis* (Emberizidae) between Campinas and Botucatu, São Paulo State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 76:345-349.
- Ballentine, B., A. Badyaev & G. E. Hill. 2003. Changes in song complexity correspond to periods of female fertility in Blue Grosbeaks (*Guiraca caerulea*). *Ethology* 109:55-66.
- Baptista, L. F. & D. E. Kroodsma. 2003. Avian bioacoustics: a tribute to Luiz Baptista. *In* Handbook of the birds of the world, vol. 6 (J. del Hoyo; A. Elliott & J. Sargatal, Eds.). Lynx Edicions, Barcelona.
- Baptista, L. F. & J. E. M. Gómez. 2002. La investigación bioacústica de las aves del archipiélago Revillagigedo: un reporte de avance. *Huitzil* 3:33-41.
- Baptista, L. F. & S. L. L. Gaunt. 1994. Historical perspectives: advances in studies of avian sound communication. *Condor* 96: 817-830.
- Beebee, M. D. 2004. Variation in vocal performance in the songs of a Wood-warbler: evidence for the function of distinct singing modes. *Ethology* 110:531-542.
- Beecher, M. D., Campbell, S. E. & Nordby, J. C. 2000. Territory tenure in Song Sparrows is related to song sharing with neighbours, but not with repertoire size. *Animal Behaviour* 59:29-37.
- Bolsinger, J. S. 2000. Use of two song categories by Golden-cheeked Warblers. *Condor* 102:539-552.

- Brandes, T. S. 2008. Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation. *Bird Conservation International* 18:163-173.
- Brito, J. L. S. & T. D. Prudente. 2005. Análise temporal do uso do solo e cobertura vegetal do município de Uberlândia-MG, utilizando imagens ETM⁺/LANDSAT 7. *Sociedade & Natureza* 17:37-46.
- Brumm, H. & D. Todt. 2002. Noise-dependent song amplitude regulation in a territorial songbird. *Animal Behaviour* 63:891–897.
- Brumm, H. 2004. The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird. *Journal of Animal Ecology* 73:434–440.
- Byers, B. E. 2006. Extrapair paternity in Chestnut-sided Warblers is correlated with consistent vocal performance. *Behavioral Ecology* 18:130–136.
- Catchpole, C. K. & P. J. B. Slater. 1995. Bird song: biological themes and variations. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Charif, R. A., A. M. Waack and L. M. Strickman. 2008. *Raven Pro 1.3 User's Manual*. Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY.
- Charrier, I., N. Mathevon, P. Jouventin & T. Aubin. 2001. Acoustic communication in a Black-headed Gull colony: how do chicks identify their parents? *Ethology* 107:961-974.
- Collins, S. 2004. Vocal fighting and flirting: the functions of birdsong. *In* *Nature's Music: The Science of Birdsong* (P. Marler & H. Slabbekoorn, Eds.). Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- Date, E. M. & R. E. Lemon. 1993. Sound transmission: a basis for dialects in birdsong?. *Behaviour* 124:3-4.
- Dooling, R. 2004. Audition: can birds hear everything they sing? *In* *Nature's Music: The Science of Birdsong* (P. Marler & H. Slabbekoorn, Eds.). Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- Drummond, G. M., C. S. Martins, A. B. M. Machado, F. A. Sebaio & Y. Antonini. 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. 2. ed. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.

- Dussourd, N. & G. Ritchison. 2003. Singing behavior of male Yellow-breasted Chats: repertoires, rates, reproductive success, and a comparison with other Wood-warblers. *Wilson Bulletin* 115:52-57.
- Fandiño-Mariño, H. & J. M. E. Vielliard. 2004. Complex communication signals: the case of the Blue-black Grassquit *Volatinia jacarina* (Aves, Emberizidae) song. Part I – A structural analysis. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 76:325-334.
- Franco, P. & H. Slabbekoorn. 2009. Repertoire size and composition in Great Tits: a flexibility test using playbacks. *Animal Behavior* 77:261-269.
- Freed-Brown, G. & D. J. White. 2009. Acoustic mate copying: female Cowbirds attend to other females' vocalizations to modify their song preferences. *Proceeding of the Royal Society B* 276:3319–3325.
- Gaunt, A.S. 1983. An hypothesis concerning the relationship of syringeal structure to vocal abilities. *Auk* 100:853–862.
- Gaunt, S.L.L., L.F. Baptista, J.E. Sánchez & D. Hernandez. 1994. Song learning as evidenced from song sharing in two species of hummingbird species (*Colibri coruscans* and *C. thalassinus*). *Auk* 111:87–193.
- Geberzahn, N & H. Hultsch. 2004. Rules of song development and their use in vocal interactions by birds with large repertoires. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 76:209-218.
- Gill, F. B. 2007. *Ornithology*. W. H. Freeman and Company, New York, NY.
- Halfwerk, W. & H. Slabbekoorn. 2009. A behavioural mechanism explaining noise-dependent frequency use in urban birdsong, *Animal Behaviour*, doi:10.1016/j.anbehav.2009.09.015.
- Holveck M. J. & K. Riebel. 2010. Low-quality females prefer low-quality males when choosing a mate. *Proceeding of the Royal Society B* 277:153–160.
- Hultsch H. & D. Todt. 1981. Repertoire sharing and song-post distance in nightingales (*Luscinia megarhynchos* B.). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 8:183-188.

- Hultsch H. & D. Todt. 2004. Learning to sing. *In* Nature's Music: The Science of Birdsong (P. Marler & H. Slabbekoorn, Eds.). Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- Isler, M. L., P. R. Isler & B. M. Whitney. 1998. Use of vocalizations to establish species limits in Antbirds (Passeriformes: Thamnophilidae). *Auk* 115:577-590.
- Jenkins, C. N., & S. L. Pimm. 2006. Definindo prioridades de conservação em um Hotspot de biodiversidade global. *In* Biologia da conservação: essências (C. F. D. Rocha, H. G. Bergallo, M. V. Sluys & M. A. S. Alves, Eds.). Rima editora, São Carlos, SP.
- Klink, C. A. & R. B. Machado. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19:707–713.
- Koetz, A. H., D. A. Westcott & B. C. Congdon. 2007. Spatial pattern of song element sharing and its implications for song learning in the Chowchilla, *Orthonyx spaldingii*. *Animal Behavior* 74:1019-1028.
- Köppen, W. 1948. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México.
- Kroodsma, D. E. 2004. The diversity and plasticity of birdsong. *In* Nature's Music: The Science of Birdsong (P. Marler & H. Slabbekoorn, Eds.). Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- Kroodsma, D. E. 1984. Songs of the alder flycatcher (*Empidonax alnorum*) and Willow Flycatcher (*Empidonax traillii*) are innate. *Auk* 101:13–24.
- Kroodsma, D. E. 1985. Geographic variation in songs of the Bewick's Wren: a search for correlations with avifaunal complexity. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 16:143-150.
- Kunc, H. P., V. Amrhein & M. Naguib. 2005. Seasonal variation in dawn song characteristics in the Common Nightingale. *Animal Behaviour* 70:1265–1271.
- Langmore, N. E. 1998. Functions of duet and solo songs of female birds. *Tree* 13:136-140.
- Lehongre, K., T. Aubin, S. Robin & C. Del Negro. 2008. Individual signature in Canary songs: contribution of multiple levels of song structure. *Ethology* 114:425-435.

- Machado R. B., M. B. Ramos-Neto, P. G. P. Pereira, E. F. Caldas, D. A. Gonçalves, N. S. Santos, K. Tabor and M. Steininger. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF. [/www.conservation.org.br/arquivos/RelatDesmatamCerrado.pdf](http://www.conservation.org.br/arquivos/RelatDesmatamCerrado.pdf) (acesso 23-11-2009).
- Magrath, R. D., B. J. Pitcher & A. H. Dalziell. 2007. How to be fed but not eaten: nestling responses to parental food calls and the sound of a predator's footsteps. *Animal Behaviour* 74:1117-1129.
- Marini, M. Â & R. B. Cavalcanti. 1993. Habitat and foraging substrate use of three *Basileuterus* Warblers from central Brazil. *Ornitologia Neotropical* 4:69-76.
- Marini, M. Â. 2001. Effects of forest fragmentation on birds of the cerrado region, Brazil. *Bird Conservation International* 11:13-25.
- Marler, P. & S. Peters. 1982. Structural changes in song ontogeny in the Swamp Sparrow *Melospiza Georgiana*. *Auk* 99:446-458.
- Mathevon, N., T. Aubin, J. Viellard, M. L. Silva, F. Sebe & D. Boscolo. 2008. Singing in the rain forest: How a tropical bird song transfers information. *Plos one* 3:1-6.
- McDonald, P. G., L. T., Marvelde, A. J. N. Kazem & J. Wright. 2008. Helping as a signal and the effect of a potential audience during provisioning visits in a cooperative bird. *Animal Behavior*, 75:1319-1330.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2009. Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no cerrado – PPCerrado. MMA, Brasília, DF.
- MMA. (Ministério do Meio Ambiente). 2008. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. MMA, Brasília, DF. <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=179&idConteudo=8122&idMenu=8631> (acesso 16-11-2009).
- Morton, E. S. 1975. Ecological source of selection on avian sound. *American Naturalist* 109:17-34.
- Nascimento, V. D. 2007. Variação geográfica no canto de três espécies de Oscines (aves), ao longo da BR-174, na região centro-norte da Amazônia. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Universidade Federal do Amazonas.

- Nelson, D. A. & A. Poesel. 2007. Segregation of information in a complex acoustic signal: individual and dialect identity in White-crowned Sparrow song. *Animal Behaviour* 74:1073-1084.
- Nicholson, J. S., K. L. Buchanan, R. C. Marshall & C. K. Catchpole. 2007. Song sharing and repertoire size in the Sedge Warbler, *Acrocephalus schoenobaenus*: changes within and between years. *Animal Behaviour* 74:1585-1592.
- Nowicki, S. & W. A. Searcy. 2005. Song and mate choice in birds: how the development of behavior helps us understand function. *Auk* 122:1-14.
- Nowicki, S., S. Peters & J. Podos. 1998. Song learning, early nutrition and sexual selection in songbirds. *American Zoologist* 38:179-190.
- Oliveira, P. S. & R. J. Marquis. 2002. The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. Columbia University Press. New York.
- Patricelli, G. L. & J. L. Blickley. 2006. Avian communication in urban noise: causes and consequences of vocal adjustment. *Auk* 123:639-649.
- Planqué, R. & H. Slabbekoorn. 2008. Spectral overlap in songs and temporal avoidance in a Peruvian bird assemblage. *Ethology* 114:262-271.
- Podos, J. 1997. A performance constraint on the evolution of trilled vocalizations in a songbird family (Passeriformes: Emberezidae). *Evolution* 51:537-551.
- Podos, J. 2001. Correlated evolution of morphology and vocal signal structure in Darwin's Finches. *Nature* 409:185-188.
- Podos, J. 2007. Discrimination of geographical song variants by Darwin's Finches. *Animal Behaviour* 73:833-844.
- Ranft, R. 2004. Natural sound archives: past, present and future. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 76:455-465.
- Ratter, J. A., J. F. Ribeiro & S. Bridgewater. 1997. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80:223-230.
- Ribeiro, J. F. & B. M. T. Walter. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In *Cerrado ambiente e flora* (S. M. Sano & S. P. Almeida, Eds.). Planaltina: Embrapa-CPAC.

- Ribot, R. F. H., M. L. Berg, K. L. Buchanan, J. Komdeur, L. Joseph & A. T. D. Bennett. 2009. Does the ring species concept predict vocal variation in the Crimson Rosella, *Platycercus elegans*, complex? *Animal Behaviour* 77:581-593.
- Ridgely, R. S., G. Tudor. 1994. The birds of South America: the Suboscine passerines, vol. 2. Oxford University Press.
- Ritchison, G. 1995. Characteristics, use and possible functions of the perch songs and chatter calls of male Common Yellowthroats. *Condor* 97:27-38.
- Schiavini, I. & G. M. Araújo. 1989. Considerações sobre a vegetação da reserva Ecológica da EEP (Uberlândia). *Sociedade e Natureza* 1:61-66.
- Sick, H. 2001. Ornitologia brasileira. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- Slabbekoorn, H & T. B. Smith. 2002. Bird song, ecology and speciation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B*. 357:493-503.
- Slabbekoorn, H. & M. Peet. 2003. Birds sing at a higher pitch in urban noise. *Nature* 424:267.
- Slabbekoorn, H. 2004. Singing in the wild: the ecology of birdsong. *In Nature's Music: The Science of Birdsong* (P. Marler & H. Slabbekoorn, Eds.). Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- Smith, G. T., E. A. Brenowitz, M. D. Beecher & J. C. Wingfield. 1997. Seasonal changes in testosterone, neural attributes of song control nuclei, and song structure in Wild songbirds. *The Journal of Neuroscience* 17:6001-6010.
- SPUU-MG. Secretaria de planejamento urbano de Uberlândia, Minas Gerais. 2009. Prefeitura de Uberlândia. www.uberlandia.mg.gov.br/secretaria.php?Id=17 (acesso 01-12-2009).
- Suthers, R. A. 2004. How birds sing and why it matters. *In Nature's Music: The Science of Birdsong* (P. Marler & H. Slabbekoorn, Eds.). Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- Tangará. 2009. Clube Tangará. [www.clubetangara.com.br/site/index.php?option=com_content & view=article&id=46&Itemid=53](http://www.clubetangara.com.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=53) (acesso 01-12-2009).
- Thorpe, W. H. 1956. The language of birds. *Scientific American* 195:128-138.

- Todt, D. & N. Geberzahn. 2003. Age-dependent effects of song exposure: song crystallization sets a boundary between fast and delayed vocal imitation. *Animal Behavior* 65:971–979.
- Trainer, M. & D. B. McDonald. 1995. Singing performance, frequency matching and courtship success of long-tailed manikins (*Chiroxiphia linearis*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 37:249-254.
- Tubaro, P. L. & E. T. Segura. 1995. Geographic, ecological and subspecific variation in the song of the Rufous-browed Peppershrike (*Cyclarhis gujanensis*). *Condor* 97:792-803.
- Tubaro, P. L. 1999. Bioacústica aplicada a la sistemática, conservación y manejo de poblaciones naturales de aves. *Etología* 7:19-32.
- UFU. 2009. Universidade Federal de Uberlândia. www.ufu.br/pagina/%C3%A1reas-rurais (acesso 27-11-2009).
- Valadão, R. F., O. Marçal Junior & A. G. Franchin. 2006. A avifauna no parque municipal Santa Luzia, zona urbana de Uberlândia, Minas Gerais. *Bioscience Journal* 22:97-108.
- Vallet, E., I. Beme & M. Kreutzer. 1998. Two-note syllables in canary songs elicit high levels of sexual display. *Animal Behaviour*, 55:291–297.
- Van Buskirk, J. 1997. Independent evolution of song structure and note structure in American Wood-warblers. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 264:755-761.
- Vielliard J. M. E, Silva M. L. & Suthers R. A. 2004. Advances in bioacoustics. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 76:189-466.
- Vielliard, J. M. E. 1987. O uso da bioacústica na observação de aves. *Anais II ENAVE, Universidade Federal do Rio de Janeiro* 98 -121.
- Vielliard, J. M. E. 2004. A diversidade de sinais e sistemas de comunicação sonora na fauna brasileira. I Seminário de música, ciência e tecnologia: acústica musical. Universidade de São Paulo - IME.

- Walcott, C., J. N. Mager & W. Piper. 2006. Changing territories, changing tunes: male Loons, *Gavia immer*, change their vocalizations when they change territories. *Animal Behavior* 71:673-683.
- Westcott, D. A. & F. Kroon. 2002. Geographic song variation and its consequences in the Golden Bowerbird. *Condor* 104:750-760.
- Wheelwright, N. T., M. B. Swett, I. I. Levin, D. E. Kroodsma, C. R. Freeman-Gallant & H. Williams. 2008. The influence of different tutor types on songs learning in a natural bird population. *Animal Behaviour* 75:1479-1493.
- Wilcox, B. A. & D. D. Murphy. 1985. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. *American Naturalist* 125: 879-887.
- Wiley, R. H. 1991. Association of song properties with habitat for territorial Oscine birds of eastern North America. *American Naturalist* 138:973-993.
- Wiley, R. H., R. Godard, A. D. Thompson Jr. 1994. Use of two singing modes by Hooded Warbler as adaptations for signalling. *Behaviour* 129:3-4.
- Wilkinson, L. 2002. SYSTAT: the system for statistics. SYSTAT Inc., Chicago, Illinois.
- Wood, W & S. M. Yezerinac. 2006. Song Sparrow (*Melospiza melodia*) song varies with urban noise. *Auk* 123:650-659.
- Zollinger, S. A., T. Riede & R. A. Suthers. 2008. Two-voice complexity from a single side of the syrinx in northern mockingbird (*Mimus polyglottos*) vocalizations. *Journal of Experimental Biology* 12:1978–1991.