



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E  
CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS



REPERTÓRIO VOCAL E VARIAÇÕES NO CANTO DE AVES EM  
DIFERENTES ÁREAS FLORESTAIS NO CERRADO *SENSU LATO*

Vitor Carneiro de Magalhães Tolentino

Uberlândia – MG

Fevereiro – 2015

Vitor Carneiro de Magalhães Tolentino

**REPERTÓRIO VOCAL E VARIAÇÕES NO CANTO DE AVES EM  
DIFERENTES ÁREAS FLORESTAIS NO CERRADO *SENSU LATO***

“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

Profa. Dra. Celine de Melo

Uberlândia – MG

Fevereiro – 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

T649r Tolentino, Vitor Carneiro de Magalhães, 1989-  
2015 Repertório vocal e variações no canto de aves em diferentes áreas  
florestais no cerrado sensu lato / Vitor Carneiro de Magalhães Tolentino.  
- 2015. 62 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. Ecologia - Teses. 2. Aves - Ecologia - Teses. 3. Bioacústica -  
Teses. I. Melo, Celine de. II. Universidade Federal de Uberlândia.  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos  
Naturais. III. Título.

Vitor Carneiro de Magalhães Tolentino

**REPERTÓRIO VOCAL E VARIAÇÕES NO CANTO DE AVES EM  
DIFERENTES ÁREAS FLORESTAIS NO CERRADO *SENSU LATO***

“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 (24) de fevereiro de 2015.

Prof. Dr. Rômulo Ribon

UFV – campus Viçosa

Prof. Dr. Oswaldo Marçal Júnior

UFU – campus Uberlândia

Profa. Dra. Solange Cristina Augusto

UFU – campus Uberlândia (suplente)

Profa. Dra. Celine de Melo

UFU

(Orientadora)

Uberlândia – MG

Fevereiro, 2015

*Dedico este trabalho a meus pais, irmãos e minha namorada,  
pelo apoio, amor e companheirismo.*

## AGRADECIMENTOS

Ao fim de mais uma etapa, quero agradecer a ajuda e apoio de todos que me acompanharam, mesmo que distantes. Primeiramente agradecer a meus pais Adélio e Aparecida, sem eles não conseguiria ter percorrido todo este trajeto. Vocês são os grandes responsáveis por tudo que tenho e por ser quem sou hoje, sempre estiveram ao meu lado me apoiando, me amando e me ensinando. Obrigado por tudo! Aos meus irmãos Heitor e Higor, pelo apoio e companhia durante todo esse tempo e pela convivência em Uberlândia. A todos os meus familiares, em especial aos meus avos, vovô Cina, vovó Otacília e vovô Zequinha, pelos sábios ensinamentos e pelas muitas orações. À minha namorada Camilla, pelo amor, carinho e companheirismo mostrados dia-a-dia e por sempre estar do meu lado me apoiando e ajudando sempre que precisei. Meu Bem, sem você não teria chegado até aqui da maneira como cheguei, obrigado por ter me incentivado a começar estudar e trabalhar com ornitologia. Agradeço ao meu sogro José Ricardo, à minha sogra Tânia e à minha cunhada Isadora por todo o apoio e torcida pelo meu sucesso. E à todos os meus amigos e colegas pela torcida e pela companhia. Agradeço em especial a minha orientadora Dra. Celine de Melo por ter aceitado me orientar durante o mestrado me proporcionando esta experiência impar em minha vida, obrigado por todo o aprendizado e pela confiança durante estes dois anos. Aos colegas do GEECA, pelas horas em campo de muita conversa e aprendizado. Agradeço também a banca formada pelo Prof. Dr. Rômulo Ribon, Prof. Dr. Oswaldo Marçal Jr. e Profa. Dra. Solange Cristina Augusto pela participação na minha defesa e por todas as sugestões realizadas, que sem dúvida serão de grande valor. Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais e aos professores e funcionários que se fizeram presentes durante estes dois anos. À FAPEMIG, pela bolsa concedida durante o período do curso e pelo auxílio financeiro (APQ 01654-12) para realização das campanhas de campo e à CEMIG pelo suporte logístico.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Cerrado .....	1
1.2	Comunicação sonora nas aves .....	2
1.3	Bioacústica .....	4
1.4	Variações no repertório vocal das aves .....	4
2.	OBJETIVOS.....	6
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1	Áreas de estudo.....	6
3.2	Delineamento amostral .....	10
3.3	Análise dos dados .....	13
4.	RESULTADOS .....	14
4.1	<i>Antilophia galeata</i> (Lichtenstein, 1823).....	19
4.2	<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830) .....	23
4.3	<i>Cantorchilus leucotis</i> (Lafresnaye, 1845) .....	26
4.4	<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789).....	29
4.5	<i>Herpsilochmus longirostris</i> Pelzeln, 1868 .....	31
4.6	<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi, 1846 .....	34
4.7	<i>Myiothlypis flaveola</i> Baird, 1865 .....	36
4.8	<i>Picumnus albosquamatus</i> d'Orbigny, 1840 .....	38
4.9	<i>Tolmomyias sulphurescens</i> (Spix, 1825).....	40
4.10	<i>Veniliornis passerinus</i> (Linnaeus, 1766) .....	42
5.	DISCUSSÃO.....	44
6.	CONCLUSÕES .....	51
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52

## PREFÁCIO

Os dados utilizados para a elaboração da presente dissertação foram obtidos através de gravações realizadas em campanhas de campo durante o período de quase dois anos de atividades e foram reunidos e apresentados em capítulo único.

Os objetivos desta dissertação foram: caracterizar o repertório vocal de espécies de aves em quatro diferentes fragmentos florestais no Cerrado, verificar se existem diferenças nos parâmetros acústicos das vocalizações destas espécies entre fragmentos florestais distantes de áreas urbanas e próximos a estas, verificar se existe diferença nos níveis de ruído entre fragmentos próximos e distantes de áreas urbanas, determinar com base nas variações apresentadas nos parâmetros acústicos quais espécies de aves têm potencial para serem usadas no biomonitoramento de fragmentos florestais com diferentes graus de perturbação e níveis de ruído e determinar quais parâmetros acústicos podem ser melhor utilizados.

A formatação utilizada está de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais e as referências bibliográficas seguem formato da ABNT (2002).

## RESUMO

Tolentino, Vitor Carneiro de Magalhães. 2015. Repertório vocal e variações no canto de aves em diferentes áreas florestais no Cerrado *sensu lato*. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG. 62p.

A comunicação sonora é a troca de informações entre um emissor e um receptor e é feita através de sinais sonoros. Sua estrutura e organização são determinadas por processos evolutivos e pressões adaptativas impostas a cada espécie. Durante o processo de aprendizagem, diversos fatores podem causar variações em seus repertórios. Estes fatores podem ser naturais ou antrópicos, como é o caso dos elevados níveis de ruído nas áreas próximas às cidades que impõem desafios para a comunicação sonora das aves. Muitas espécies de aves têm a capacidade de ajustar seus sinais sonoros aos elevados níveis de ruído aumentando a frequência dos sinais e emitindo sons com menor duração e com menos notas. Os objetivos deste trabalho foram caracterizar o repertório vocal de espécies de aves, verificar a existência de diferenças nos parâmetros acústicos das vocalizações destas espécies entre fragmentos florestais distantes de áreas urbanas e próximos a estas, verificar se existe diferença nos níveis de ruído entre estes fragmentos e determinar quais espécies de aves têm potencial para serem usadas no biomonitoramento. Foram realizadas gravações entre julho/2013 e novembro/2014 em quatro fragmentos florestais do Triângulo Mineiro, MG, sendo dois (Glória e São José) próximos a áreas urbanas e dois (Água Fria e Galheiro) distantes. Foram analisados os parâmetros frequência dominante, duração do canto e número de notas para cada uma das 6.220 vocalizações das dez espécies estudadas. *A. galeata* apresentou o maior repertório e *T. sulphurescens* o menor. *C. gujanensis* e *H. longirostris* foram as únicas espécies que apresentaram mais de um tipo de canto. *A. galeata*, *B. culicivorus*, *C. leucotis*, *C. gujanensis*, *H. longirostris*, *L. amaurocephalus*, *P. albosquamatus*, *T. sulphurescens* e *V. passerinus* apresentaram maior frequência dominante nos fragmentos próximos a áreas urbanas. *A. galeata*, *B. culicivorus*, *H. longirostris* e *M. flaveola* apresentaram nestas áreas cantos com menor duração e *H. longirostris* e *M. flaveola* apresentaram menor número de notas. Fragmentos florestais próximos de áreas urbanas têm maiores níveis de ruído que fragmentos mais distantes. Todas as espécies podem ser utilizadas no biomonitoramento, pois apresentaram variações em pelo menos um parâmetro analisado e todos os parâmetros analisados se mostraram sensíveis a elevados níveis de ruído. *Antilophia galeata* e *H. longirostris* são as mais indicadas para uso em biomonitoramento de ambientes florestais do Cerrado, pois apresentaram variações consideráveis nos parâmetros acústicos e são encontradas em fragmentos de diferentes tamanhos, grau de perturbação e níveis de ruído.

Palavras-chave: Bioacústica, frequência dominante, duração do canto, ruído ambiental, adaptação acústica.

## ABSTRACT

Tolentino, Vitor Carneiro de Magalhães. 2015. Vocal repertoire and bird song's variation in different forest areas in Cerrado *sensu lato*. MSc. Thesis. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG. 62p.

The sound communication is the exchange of information between a issuing and a receiver individuals and is through audible signals. Its structure and organization are determined by evolution and adaptive pressures imposed on each species. During the learning process many factors can cause variations in their repertoires. These factors can be natural or anthropic, as in the case of high noise levels in areas near of the cities that impose challenges for sound communication of birds. Many species of birds have the ability to adjust their sound signals to high levels of noise by increasing the frequency of the signals and making shorter sounds and with less notes. The aims of this work were characterize the vocal repertoire of bird species, check for differences in acoustic parameters of vocalizations of these species between near and far forest areas from urban areas, check for differences in noise level between the forest areas, and determine which species of birds have potential to be used in biomonitoring. Recordings were made between july/2013 and november/2014 in four forest areas of Triângulo Mineiro, MG, two (Glória and São José) near of urban areas (loud noise) and two (Água Fria and Galheiro) far (low noise). The parameters analyzed were dominant frequency, song duration and number of notes for each of the 6,220 vocalizations of the ten species studied. *A. galeata* had the highest repertoire and *T. sulphurescens* the lowest. *C. gujanensis* and *H. longirostris* were the only species that had more than one type of song. *A. galeata*, *B. culicivorus*, *C. leucotis*, *C. gujanensis*, *H. longirostris*, *L. amaurocephalus*, *P. albosquamatus*, *T. sulphurescens* and *V. passerinus* had higher dominant frequency in areas near of urban areas. *A. galeata*, *B. culicivorus*, *H. longirostris* and *M. flaveola* presented in these areas songs with shorter duration and *H. longirostris* and *M. flaveola* had fewer notes. Near forest areas from urban areas have higher noise level than far forest areas. All species can be used in monitoring, as presented variations in at least one parameter analyzed and all parameters analyzed were sensitive to high levels of noise. *Antilophia galeata* e *H. longirostris* are the most suitable for use in biomonitoring of forest Cerrado areas, it showed considerable variations in the acoustic parameters and are found in areas of different sizes, degree of disturbance and noise levels.

**Keywords:** Bioacoustics, dominant frequency, song duration, ambient noise, acoustic adaptation.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil e abrange a região central do país e alguns estados da região Norte e Nordeste (Machado *et al.* 2004; Klink & Machado 2005). Possui um complexo de vegetação com diferentes fitofisionomias, variando desde formações florestais a formações campestres e savânicas, determinadas principalmente pela ação do fogo e tipos de solos (Oliveira-Filho & Ratter 2002; Coutinho 2006).

É considerado um dos 25 *hotspots* mundiais e apresenta endemismos para vários grupos da fauna e flora (Myers *et al.* 2000; Klink & Machado 2005). Com relação à avifauna, o Brasil possui 1901 espécies de aves (Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos 2014). Destas, estima-se que 856 espécies representem a avifauna do Cerrado brasileiro (Silva 1995), sendo que apenas 16 são consideradas endêmicas do bioma (Lopes 2009).

Algumas estimativas indicam que hoje temos uma redução de mais da metade área original do Cerrado e a fragmentação causada pela antropização (expansão das cidades e para atividades agropecuárias) seria uma das causas principais (Primack 1993; Oliveira-Filho *et al.* 1994; Machado *et al.* 2004; Klink & Machado 2005).

As ações antrópicas provocam grandes alterações na estrutura e composição das áreas florestais (Oliveira-Filho *et al.* 2001), refletindo diretamente na fauna dependente desta vegetação para exploração seus recursos, como por exemplo alimentos e refúgio. Cada espécie se ajusta em resposta às modificações no ambiente de acordo com sua capacidade (Welty & Baptista 1962). No caso das aves, espécies como *Antilophia galeata*, *Basileuterus culicivorus* e *Herpsilochmus longirostris* possuem maior plasticidade e são capazes de residir em fragmentos pequenos, já espécies como *Odontophorus capueira*, *Conopias trivirgatus* e *Lanio melanops* são mais sensíveis e estão presentes apenas em fragmentos maiores (Marini 2001).

## 1.2 Comunicação sonora nas aves

A comunicação sonora é caracterizada pela troca de informação entre um indivíduo emissor e um receptor (Vielliard & Silva 2010). Apesar das aves serem conhecidas por possuírem sistema visual desenvolvido, também utilizam amplamente os sinais sonoros como forma de comunicação (Catchpole & Slater 2008). Em ambientes florestais, os sinais sonoros são muito mais eficientes na comunicação, pois podem se propagar em todas as direções (Silva 2001).

A estrutura e organização dos sinais sonoros em sistemas específicos de comunicação são determinados por processos evolutivos e pelas pressões adaptativas impostas a cada espécie pelo ambiente. Desta forma, cada espécie desenvolve seu próprio sistema de comunicação, dependendo de suas exigências e de suas relações filogenéticas, especialmente em relação ao meio no qual o som é propagado e às necessidades relacionadas a organização social (Vielliard 2004).

Os sinais sonoros são espécie-específicos e possuem função biológica primordial de reconhecimento específico (Vielliard 1987). Os sinais sonoros das aves podem ser classificados, de acordo com suas características e funções, em chamados e cantos. O chamado é geralmente menos elaborado e com uma ou poucas notas e é emitido durante todo o ano. É utilizado principalmente na comunicação entre a prole e os pais, alarme contra predadores, anúncio de encontro de alimento e na manutenção do contato visual entre membros de um grupo. Já o canto possui estrutura normalmente mais complexa e estruturada, com muitas notas (que são as unidades básicas que estruturam o canto) e maior duração. É utilizado na comunicação a distâncias maiores e é o principal alvo de estudos. Pode ser emitido pelo macho, com a intenção de atrair a fêmea, defender seu território e em disputas com outros machos (Sick 2001; Gill 2007; Catchpole & Slater 2008; Silva & Vielliard 2011).

Os sinais sonoros das aves são produzidos por um órgão exclusivo do grupo chamado siringe, uma estrutura bifurcada que possui membranas especiais que vibram e geram o som quando o ar dos pulmões é comprimido para fora (Catchpole & Slater 2008). As aves apresentam duas modalidades de canto: o canto estereotipado e o canto aprendido (Vielliard 2004). O canto estereotipado é determinado geneticamente sem a necessidade de um modelo e geralmente é simples e previsível, além de ser fixo entre as gerações (Lopes 2011; Silva & Vielliard 2011). Já o canto aprendido apresenta uma tendência à maior complexidade, aliando as características genéticas àquelas determinadas pelo aprendizado, podendo ter variações entre as populações e entre indivíduos, dependendo do processo de aprendizagem (Lopes 2011; Silva & Vielliard 2011).

A aprendizagem vocal é um comportamento que envolve múltiplos fatores que estão relacionados aos processos evolutivos e adaptativos de cada espécie (Silva & Vielliard, 2011). Dentro da Ordem Passeriformes, as espécies da subordem Oscines (popularmente conhecidas como aves canoras) apresentam grande capacidade de vocalização e variado repertório vocal. Assim como os Oscines, os Psittaciformes e Apodiformes também são capazes de aprender sons durante seu desenvolvimento (Kroodsma 2004; Silva & Vielliard 2011).

Segundo Catchpole & Slater (2008) o processo que envolve o aprendizado é dividido em duas fases: a fase de memorização, que é considerada a mais importante e ocorre no primeiro ano de vida, quando a ave está mais susceptível aos estímulos sonoros e memoriza mais facilmente. A fase motora ocorre posteriormente, durante várias semanas ou meses, e é onde a ave começa a imitar a vocalização dos adultos até fixar o padrão de vocalização de sua espécie.

### **1.3 Bioacústica**

A bioacústica é o estudo do comportamento e comunicação dos animais através de sinais sonoros. Nas últimas décadas, esta área tem avançado nas pesquisas e em novas tecnologias (Tubaro 1999; Vielliard *et al.* 2004).

A maior parte dos estudos realizados em bioacústica está vinculada à Etnologia e à Sistemática. No entanto, vem aumentando sua aplicação na conservação e manejo de populações naturais (Tubaro 1999; Vielliard & Silva 2010). Outras linhas de pesquisa vêm utilizando a bioacústica em seus estudos, como acontece com a ecologia e a neurociência, com pesquisas envolvendo aprendizagem e memorização de cantos, fisiologia da comunicação, estrutura de comunidades, adaptações ambientais e propagação e identificação de sinais (Vielliard & Silva 2010).

### **1.4 Variações no repertório vocal das aves**

O repertório vocal é importante para a sobrevivência das aves (Catchpole & Slater 2008) e pode ser qualificado e quantificado através dos tipos de vocalização emitidas ou pelos tipos de notas que as espécies possuem, podendo variar tanto intra quanto interespecificamente (Carvalho 2010). O tamanho do repertório pode ser influenciado pela idade e limitações físicas do indivíduo (Marler & Peters 1982; Podos 2001).

Durante o processo de aprendizagem, a ave está sob influência de fatores que causam variações em seus repertórios (Catchpole & Slater 2008). A qualidade do repertório do adulto que realiza o cuidado parental, o contato com os vizinhos de território e a qualidade do habitat poderão também influenciar o repertório vocal dos indivíduos (Kroodsma 2004). A sazonalidade também pode causar variações nos cantos das aves e está associada às alterações de temperatura, às mudanças nos regimes de chuva, às variações na disponibilidade de recursos e a cobertura vegetal das áreas onde vivem (Sick 2001; Catchpole & Slater 2008, Tubaro & Lijtmaer 2006).

Além destes efeitos de fatores naturais sobre a vocalização das aves, existem também efeitos causados pela ação do homem. O aumento da antropização e expansão das cidades causa a redução da diversidade de espécies e do sucesso reprodutivo das aves. Além da redução dos recursos alimentares e da qualidade do habitat causados pela urbanização, o ruído gerado pelo tráfego tem sido relacionado como uma das causas da diminuição da aptidão (Ríos-Chelén *et al.* 2012). Os altos níveis de ruído nas cidades impõem grandes desafios para as espécies que se utilizam da comunicação sonora, principalmente para os machos que utilizam o canto para atrair a fêmea e na defesa do território (Slabbekoorn & Peet 2003; Katti & Warren 2004).

Muitas espécies de aves têm a capacidade de ajustar seus sinais sonoros de diversas formas em resposta aos elevados níveis de ruído (Nemeth & Brumm 2009; Mendes *et al.* 2011). Entre as estratégias comuns estão: o aumento da regulação da amplitude do sinal sonoro (Brumm 2004; Halfwerk & Slabbekoorn 2009); mudanças na frequência tais como o aumento das frequências mínima (Slabbekoorn & Peet 2003; Fernández-Juricic *et al.* 2005; Slabbekoorn & den Boer-Visser 2006; Nemeth & Brumm 2009; Hu & Cardoso 2010; Mendes *et al.* 2011), máxima (Mendes *et al.* 2011) e frequência dominante (Hu & Cardoso 2010); diminuição da duração do canto (Slabbekoorn & den Boer-Visser 2006; Nemeth & Brumm 2009) e das notas e/ou elementos do canto (Slabbekoorn & den Boer-Visser 2006) e, ainda, diminuição do número de notas (Fernández-Juricic *et al.* 2005; Nemeth & Brumm 2009; Ríos-Chelén *et al.* 2012). Essas alterações na amplitude e frequência dos sinais sonoros levam a mudanças na distribuição de energia do canto (Halfwerk & Slabbekoorn 2009).

As aves são ótimos objetos de estudo dentro da bioacústica (Silva & Vielliard 2011) e são consideradas bioindicadoras por apresentarem sensibilidade às variações ambientais (Serrano 2008). Diversos estudos têm mostrado que as aves são sensíveis a ponto de modificarem a estrutura de seus sinais sonoros, em resposta aos diferentes graus de

perturbação ambiental e ruído causados pela ação antrópica (Fernández-Juricic *et al.* 2005; Skabbekorn & den Boer-Visser 2006; Nemeth & Brumm 2009; Ríos-Chelén *et al.* 2012).

A maioria dos estudos e hipóteses já testadas sobre a comunicação vocal das aves foram realizados em regiões temperadas (Mathevon 2008) e pouco se sabe a respeito das espécies de regiões tropicais, por isso a necessidade da realização destes tipos de estudos na região.

## 2. OBJETIVOS

- Caracterizar o repertório vocal de espécies de aves em quatro diferentes fragmentos florestais no Cerrado *sensu lato*;
- Verificar se existe diferença nos níveis de ruído entre fragmentos próximos e distantes de áreas urbanas;
- Verificar se existem diferenças nos parâmetros acústicos das vocalizações destas espécies entre fragmentos florestais distantes de áreas urbanas (com baixo grau de perturbação e possivelmente baixos níveis de ruído) e próximos a estas (com alto grau de perturbação e possivelmente altos níveis de ruído);
- Determinar, com base nas variações apresentadas nos parâmetros acústicos, quais espécies de aves têm potencial para serem usadas no monitoramento de fragmentos florestais com diferentes graus de perturbação e níveis de ruído.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado em quatro fragmentos de floresta estacional semidecidual em três municípios do Triângulo Mineiro: Uberlândia, Araguari e Perdizes. Todos os fragmentos estão inseridos na bacia do Rio Paranaíba e a região está sob o domínio do Cerrado,

encontrando-se altamente impactada, com mais de 70% da área ocupada pela agricultura e pecuária (Brito & Prudente 2005).

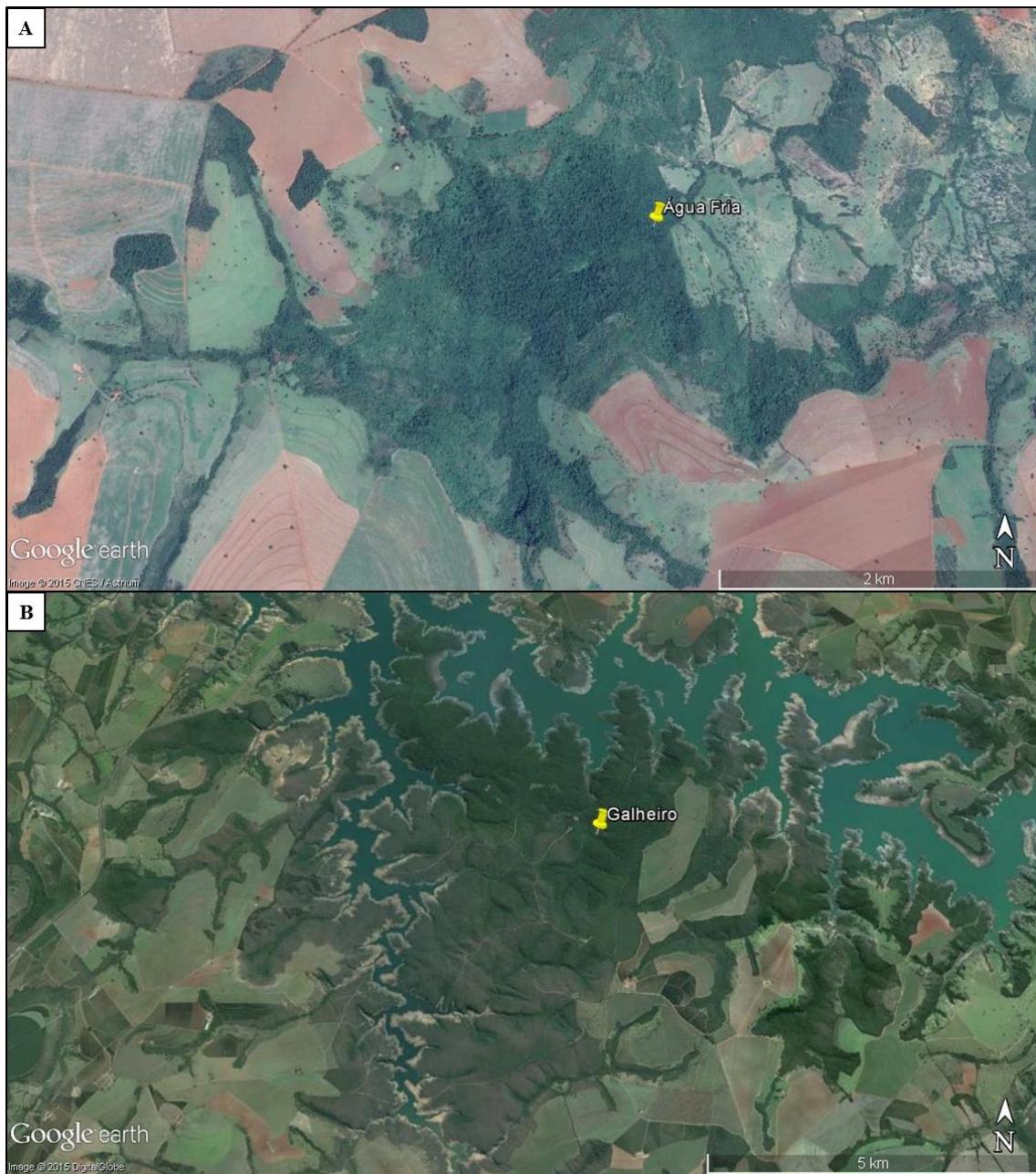
O clima na região é do tipo Aw (sazonal com estações chuvosa e seca bem marcadas) segundo a classificação climática de Köppen, com verão quente e chuvoso entre os meses de outubro e março e inverno seco e frio entre abril e setembro. A pluviosidade anual média é de 1.500 mm e a temperatura média é de 22 °C (Rosa *et al.* 1991).

Os fragmentos estudados foram:

1. A mata da Fazenda **Água Fria** ( $18^{\circ}29'50''$  S;  $48^{\circ}23'03''$  O) está localizada no município de Araguari, MG no vale do ribeirão Água Fria, possui área de 200 ha e é constituída por diversas formações florestais. A área onde foram feitas as gravações é caracterizada por mata estacional semidecidual e mata de galeria e possui bom estado de conservação, apresentando características de formações primárias (Lopes 2010) e alguns trechos em estado de sucessão secundária. Seu entorno é composto por plantações de culturas anuais e pastagens de gramíneas exóticas destinadas à criação de gado (Figura 1A).
2. A Estação de Pesquisa e Desenvolvimento Ambiental **Galheiro** ( $19^{\circ}12'56''$  S;  $47^{\circ}08'54''$  O) está localizada no município de Perdizes, MG à margem esquerda do reservatório da Usina Hidrelétrica de Nova Ponte. Possui uma área aproximada de 2.800 ha e apresenta diversas formações vegetacionais florestais e formações savânicas em diferentes estágios de conservação (Castro 1995). Seu entorno é composto principalmente por lavouras de soja e pastagens de gramíneas exóticas destinadas à criação de gado (Figura 1B). A mata da Zilda, onde foram realizadas as gravações, possui área de aproximadamente 260 ha e é caracterizada por formações de mata de galeria e mata mesófila semidecidual.
3. A mata da Fazenda Experimental do **Glória** – UFU ( $18^{\circ}57'03''$  S;  $48^{\circ}12'22''$  O) está localizada no município de Uberlândia, MG e possui área de 30 ha. A área é composta por mata de galeria e mata estacional semidecidual e é cercada por áreas de atividades

agropastoris (Lopes 2010). É margeada pela rodovia BR 050 e pela área urbana de Uberlândia (Figura 2A).

**4.** A mata da Fazenda **São José** ( $18^{\circ}51'35''$  S;  $48^{\circ}13'53''$  O) está situada no município de Uberlândia e possui área de 20 ha, sendo composta por um gradiente entre floresta estacional semidecidual e mata de galeria (Lopes 2010), sendo que no seu interior há uma trilha para o gado. Seu entorno é composto por pastagens de gramíneas exóticas destinadas à criação de gado e eucaliptais. Está situada a menos de 1.000 m da área urbana de Uberlândia e é margeada pelo Anel Viário Norte (Figura 2B).



**Figura 1.** Vista aérea (Google Earth Pro 2015) das duas áreas de estudo distantes de áreas urbanas. A = Água Fria; B = Galheiro.



**Figura 2.** Vista aérea (Google Earth Pro 2015) das duas áreas de estudo próximas de áreas urbanas. A = Glória; B = São José.

### 3.2 Delineamento amostral

Dentro de cada fragmento, foram determinados cinco transectos em cada fragmento a uma distância mínima de 50 metros entre si e para a borda do fragmento. Em cada transecto foram estabelecidos de 10 a 15 pontos de escuta de acordo com a presença de indivíduos vocalizando. Os transectos foram percorridos durante a manhã (6:00 as 11:00 h) e na parte da tarde (14:00 as 18:00 h). Cada fragmento foi visitado quatro vezes durante o período de julho

de 2013 a novembro de 2014, sendo duas vezes na estação seca (de maio a agosto) e duas na estação chuvosa (de novembro a fevereiro). Não foram amostrados os meses de março e abril, pois são meses em período de transição entre as estações chuvosa e seca e os meses de setembro e outubro, por serem transição entre as estações seca e chuvosa. Nestes meses, os ambientes estão sujeitos a maiores variações nos regimes de chuva e temperatura.

Foram realizadas gravações percorrendo-se os transectos, a uma distância média de cinco a dez metros do emissor, que foi identificado com o auxílio de binóculo (Nikon 12X50mm.) e de guias de identificação (Gwynne *et al.* 2010; Sigrist 2013), ou através do reconhecimento de sua vocalização. Em nenhum momento foi utilizada a técnica de *playback* para incentivar a vocalização dos indivíduos ou para atraí-los, todas as vocalizações foram obtidas espontaneamente. A tentativa de aproximação a distâncias menores dos indivíduos, assim como o uso da técnica de *playback* podem levar algumas espécies de aves a apresentarem comportamentos diferentes do habitual (Boscolo 2002), a alterarem seus padrões de vocalização como, por exemplo, um aumento das taxas de vocalização (Boscolo 2002) e aumento da agressividade (Milligan 1966; Moller 1992).

As gravações foram feitas com gravador digital Sony ICD-PX312 configurado a uma frequência de 44,100 kHz e resolução de 32 bits de oscilação e microfone direcional Yoga HT-81. Para as edições e medições dos parâmetros acústicos foram utilizados os programas Audacity 1.3 Beta (Mazzoni 2010) e Raven Pro 1.4 (*Cornell Laboratory of Ornithology Bioacoustics Research Program*). Os espectrogramas, oscilogramas e espectros de potência foram obtidos através do pacote Seewave (versão 1.6) (Sueur *et al.* 2008) do programa R (R 2.15.0 Development Core Team 2011). Todas as gravações e suas informações [espécie, nome e município do fragmento, tipo de vegetação, data e hora do dia e tipo de vocalização] foram depositadas em arquivo juntamente ao Laboratório de Ornitologia e Bioacústica (LORB) da Universidade Federal de Uberlândia.

Após triagem das gravações, os trechos com cada vocalização das espécies gravadas foram recortados das gravações originais, utilizando-se o programa Audacity 1.3 Beta, salvos em arquivo com formato “.wav” (*waveform audio file format*) e receberam nome contendo o nome da espécie, área onde foi gravada, data (ano/mês/dia) e número do arquivo, conforme apresentado a seguir:

**Nome da espécie\_área\_ano/mês/dia\_nº do arquivo**

Por exemplo, o arquivo com nome: “**Anti\_gale\_gal\_141111\_01**” é o arquivo número um (01) da espécie *Antilophia galeata* gravado no fragmento Galheiro no dia 11 de novembro de 2014.

Para a realização das análises foram utilizadas preferencialmente as vocalizações onde não havia sobreposição de outras vocalizações e que estivessem completas, com o objetivo de evitar erros nas medidas. As vocalizações com muita sobreposição ou incompletas não foram analisadas, mas foram depositadas juntamente as outras vocalizações no Laboratório de Ornitologia e Bioacústica (LORB) da Universidade Federal de Uberlândia.

Para a caracterização e análise das vocalizações foram considerados os seguintes parâmetros de canto para cada espécie: frequência dominante em quilohertz (kHz), duração do canto em segundos (s) e o número de notas por canto (Fernández-Juricic et al. 2005; Slabbekoorn & den Boer-Visser 2006; Nemeth & Brumm 2009; Hu & Cardoso 2010; Ríos-Chelén et al. 2012). Foram analisadas apenas espécies que tiveram indivíduos gravados nos quatro fragmentos e com suficiência amostral de 10 vocalizações gravadas em cada fragmento.

O Nível de Pressão Sonora (NPS) para cada um dos fragmentos foi calculado a partir das mesmas gravações utilizadas para as análises das vocalizações, porém em trechos sem a presença de indivíduos vocalizando. O NPS foi medido em decibéis (dB) a partir do *software* Raven Pro 1.4 (*Cornell Laboratory of Ornithology Bioacoustics Research Program*) e foi

determinado como sendo a média das medidas de NPS para cada frequência em cada um dos diferentes trechos de gravações utilizados. Foram selecionados o mesmo número de trechos de gravações para todos quatro fragmentos estudados.

### 3.3 Análise dos dados

Apenas as espécies com gravações realizadas em todos os quatro fragmentos estudados foram utilizadas para a caracterização do repertório vocal e para as comparações entre áreas.

Para a caracterização do repertório vocal de cada espécie em cada fragmento foram calculados a média, o desvio-padrão e a amplitude de cada parâmetro acústico (maior e menor valores).

Para comparar os valores de NPS entre os quatro fragmentos estudados foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey, *a posteriori*, para verificar quais fragmentos apresentaram maiores e menores valores.

Para verificar se houve diferença nos parâmetros acústicos das espécies (frequência dominante, duração do canto e número de notas) entre os quatro fragmentos foram realizadas Análises de Variância (ANOVA) e Testes de Tukey, *a posteriori*, para verificar quais fragmentos apresentaram maiores e menores valores.

Os fragmentos foram separados em dois grupos: 1) Água Fria e Galheiro (distantes de áreas urbanas e com baixos níveis de ruído proveniente do tráfego de veículos e aeroportos) e 2) Glória e São José (próximos de áreas urbanas, com maiores níveis de ruído causado pelo tráfego de veículos e aeroportos). E para verificar a diferença nos parâmetros analisados entre os dois grupos de áreas foram realizados Testes *t* de Student.

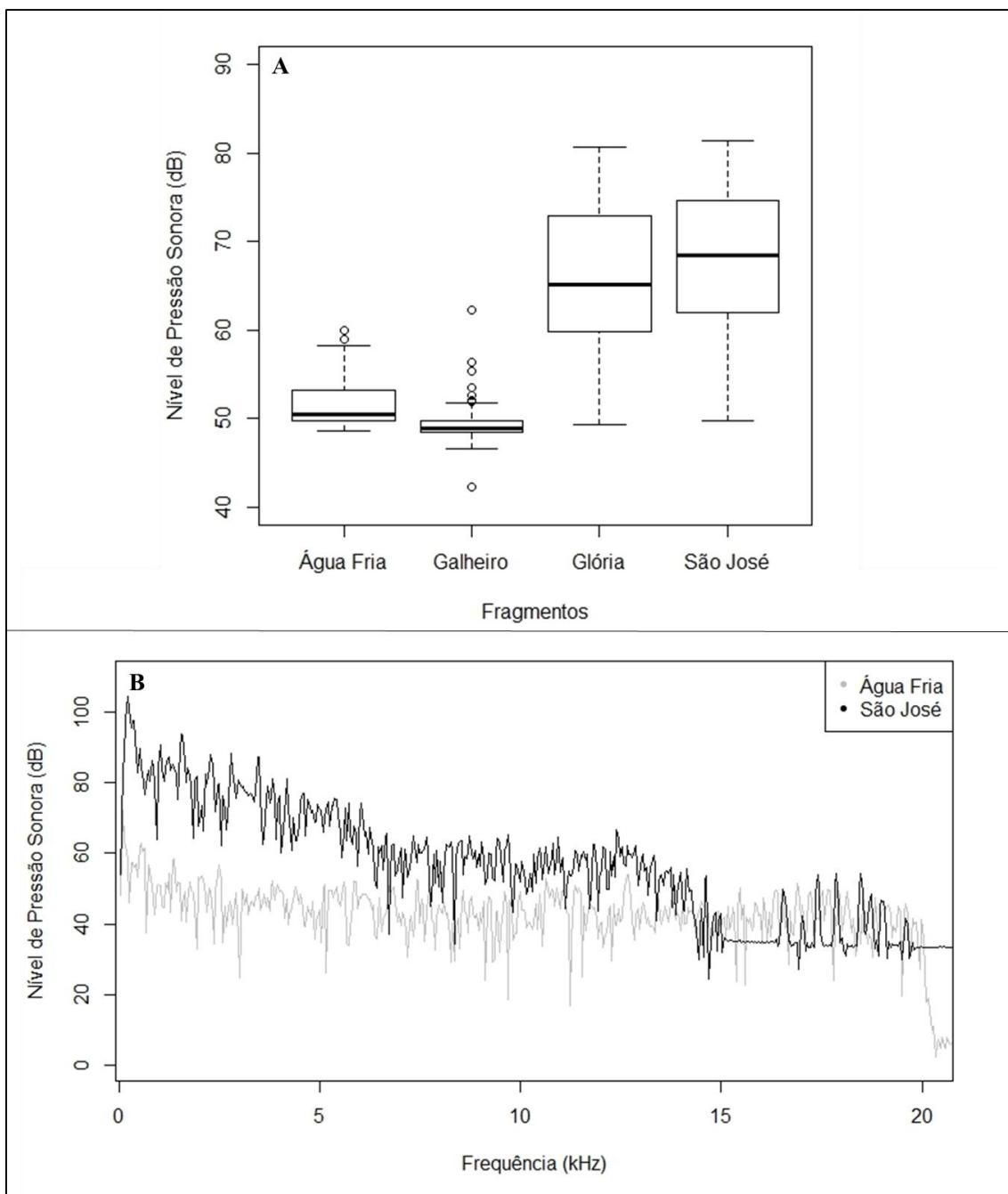
Todos os testes foram realizados utilizando-se o *software* Systat 10.2 (Wilkinson 2002) e foi considerado um nível de significância de 5%.

#### 4. RESULTADOS

Os dois fragmentos mais próximos de áreas urbanas (Glória e São José) apresentaram os maiores valores médios de Nível de Pressão Sonora (NPS) ( $F_{3,256} = 156,322$ ;  $p < 0,01$ ). O fragmento que apresentou a maior média de NPS foi São José ( $68,05 \pm 8,04$  dB), seguido por Glória ( $65,90 \pm 8,57$  dB), ambos com valores mais altos que os demais. E os dois fragmentos mais distantes de áreas urbanas apresentaram os menores valores de NPS, sendo Galheiro o que apresentou os menores valores médios ( $49,57 \pm 2,70$  dB) e Água Fria apresentou valores de  $51,53 \pm 2.57$  dB (Figuras 3A e 3B).

Foram analisadas 6.220 vocalizações de 10 espécies: *Antilophia galeata*, *Basileuterus culicivorus*, *Cantorchilus leucotis*, *Cyclarhis gujanensis*, *Herpsilochimus longirostris*, *Leptopogon amaurocephalus*, *Myiothlypis flaveola*, *Picumnus albosquamatus*, *Tolmomyias sulphurescens* e *Veniliornis passerinus* (Tabela 1).

Em todas as 10 espécies de aves estudadas, houve variações em pelo menos um dos parâmetros acústicos analisados: duração do canto, frequência dominante e número de notas por canto (Tabela 2).



**Figura 3.** A = Boxplot dos Níveis de Pressão Sonora nos quatro fragmentos estudados, ilustrando maiores valores para os fragmentos mais próximos de áreas urbanas (Glória e São José). B = Diferença nos valores de Nível de Pressão Sonora por faixa de frequência entre fragmentos próximos (São José) e distantes (Água Fria) de áreas urbanas.

**Tabela 1.** Média ± desvio-padrão (mínimo-máximo) e tamanho amostral (n) dos parâmetros acústicos dos cantos e chamados analisados nas 10 espécies estudadas.

Espécie	Tipo de vocalização	Duração (s)	Número de notas	Frequência dominante (kHz)
<i>Antilophia galeata</i>	canto	1,123 ± 0,103 (0,722-1,424) n = 464	6,987 ± 0,411 (5-8) n = 464	2,823 ± 0,387 (2,288-4,024) n = 464
	chamado 1	0,582 ± 0,119 (0,335-0,808) n = 45	1 n = 45	2,224 ± 0,225 (1,835-3,012) n = 45
	chamado 2	0,659 ± 0,208 (0,365-1,165) n = 25	2,840 ± 0,554 (1-3) n = 25	2,190 ± 0,198 (1,791-2,503) n = 25
	chamado 3	0,415 ± 0,159 (0,217-0,874) n = 33	1 n = 33	2,143 ± 0,248 (1,600-2,799) n = 33
	chamado 4	1,474 ± 0,240 (1,152-2,164) n = 25	1,960 ± 0,200 (1-2) n = 25	2,254 ± 0,169 (1,909-2,540) n = 25
	chamado 5	1,130 ± 0,155 (0,833-1,417) n = 22	1,955 ± 0,375 (1-3) n = 22	2,319 ± 0,189 (1,954-2,691) n = 22
	chamado 6	1,155 ± 0,147 (0,795-1,563) n = 125	2,088 ± 0,508 (1-7) n = 125	2,569 ± 0,403 (2,026-3,582) n = 125
	chamado 7	0,676 ± 0,115 (0,473-0,883) n = 26	1 n = 26	2,403 ± 0,167 (2,125-2,764) n = 26
<i>Basileuterus culicivorus</i>	chamado 8	0,724 ± 0,076 (0,547-0,921) n = 62	1,016 ± 0,127 (1-2) n = 62	2,263 ± 0,264 (1,851-3,549) n = 62
	canto	2,050 ± 0,272 (1,254-3,048) n = 502	7,249 ± 0,954 (4-10) n = 502	5,116 ± 0,459 (3,709 ± 7,047) n = 502
	chamado 1	0,289 ± 0,142 (0,194-2,205) n = 305	1 n = 305	6,922 ± 0,348 (4,995-8,227) n = 305
	chamado 2	0,319 ± 0,052 (0,219-0,460) n = 51	1 n = 51	6,556 ± 1,228 (3,929-8,591) n = 51
	canto	4,785 ± 2,011 (0,348-13,337) n = 333	14,757 ± 6,920 (1-17) n = 333	1,581 ± 0,302 (0,897-2,874) n = 333
	chamado 1	0,137 ± 0,040 (0,064-0,331) n = 152	1 n = 152	5,042 ± 0,784 (2,587-7,020) n = 152
	chamado 2	0,277 ± 0,044 (0,197-0,445) n = 45	1 n = 45	4,843 ± 0,544 (2,821-6,555) n = 45
	chamado 3	0,227 ± 0,072 (0,120-0,366) n = 19	3 n = 19	1,968 ± 0,540 (1,162-3,281) n = 19

Continua...

Espécie	Tipo de vocalização	Duração (s)	Número de notas	Frequência dominante (kHz)
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	canto 1	0,933 ± 0,232 (0,547-2,983) n = 421	4,423 ± 1,130 (2-8) n = 421	2,415 ± 0,234 (1,778-3,141) n = 421
		2,754 ± 1,048 (1,516-5,209) n = 50	6,120 ± 2,327 (3-12) n = 50	2,454 ± 0,333 (1,686-3,229) n = 50
	canto 2	1,963 ± 0,284 (0,197-3,376) n = 594	26,439 ± 3,273 (12-41) n = 549	2,330 ± 0,165 (1,833-2,741) n = 594
		1,860 ± 0,223 (1,075-2,781) n = 429	14,792 ± 1,602 (10-22) n = 429	2,022 ± 0,126 (1,732-2,765) n = 429
<i>Herpsilochimus longirostris</i>	canto 2	0,297 ± 0,061 (0,179-0,450) n = 83	3,988 ± 0,904 (5-2) n = 83	2,366 ± 0,563 (1,796-4,026) n = 83
		1,235 ± 0,382 (0,379-2,093) n = 66	-	7,574 ± 0,877 (3,310-8,600) n = 66
	chamado	2,245 ± 0,295 (1,496-3005) n = 534	12,961 ± 1,363 (10-16) n = 534	5,805 ± 0,426 (4,344-7,353) n = 534
<i>Myiothlypis flaveola</i>	chamado	0,291 ± 0,118 (0,172-2,350) n = 376	-	5,200 ± 0,402 (4,370-6,627) n = 376
		1,694 ± 0,439 (0,445-2,870) n = 326	-	6,620 ± 0,281 (5,134-7,466) n = 326
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	canto	0,489 ± 0,072 (0,258-0,717) n = 1031	-	5,383 ± 0,450 (3,957-6,940) n = 1031
	canto	1,592 ± 0,725 (0,671-3,477) n = 63	14,444 ± 6,306 (6-29) n = 63	3,852 ± 0,533 (3,230-5,832) n = 63
<i>Veniliornis passerinus</i>	chamado	0,234 ± 0,043 (0,277-0,120) n = 11	1 n = 11	3,952 ± 0,967 (3,521-6,850) n = 11

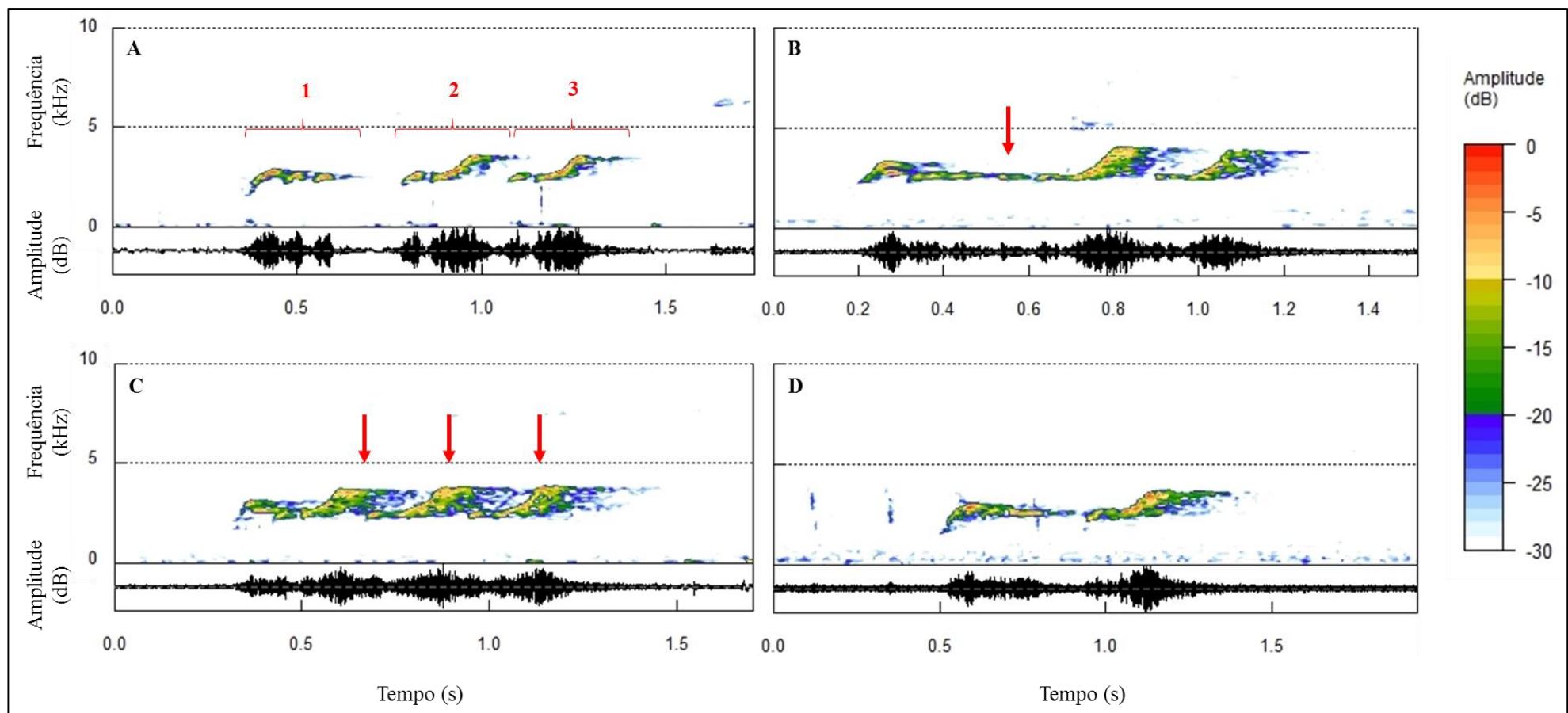
**Tabela 2.** Média ± desvio-padrão (mínimo-máximo) e tamanho da amostra (n) dos parâmetros acústicos analisados nas dez espécies comparando os fragmentos distantes (Frag. dist.) com os fragmentos próximos (Frag. prox.) de áreas urbanas e suas respectivas significâncias [t (P)], através de Teste t.

Espécie	Frequência dominante (kHz)			Duração do canto (s)			Número de notas		
	Frag. dist.	Frag. prox.	t (P)	Frag. dist.	Frag. prox.	t (P)	Frag. dist.	Frag. prox.	t (P)
<i>Antilophia galeata</i>	2,709 ± 0,334 (2,315-4,024) n = 243	2,947 ± 0,403 (n = 221) (2,288-3,961)	-6,946 (<0,01)	1,180 ± 0,095 (n = 243) (0,722-1,424)	1,060 ± 0,069 (n = 221) (0,778-1,240)	15,364 (<0,01)	7,004 ± 0,412 n = 243 (5-8)	6,986 ± 0,409 n = 221 (5-8)	0,940 (=0,384)
<i>Basileuterus culicivorus</i>	4,893 ± 0,441 n = 252 (3,709-6,117)	5,342 ± 0,354 n = 250 (4,349-7,047)	-12,590 (<0,01)	2,105 ± 0,291 n = 252 (1,254-3,048)	1,995 ± 0,241 n = 250 (1,349-2,417)	5,603 (<0,01)	7,317 ± 0,963 n = 252 (4-10)	7,180 ± 0,942 n = 250 (5-9)	1,617 (=0,107)
<i>Cantorchilus leucotis</i>	2,529 ± 0,239 n = 199 (1,799-3,639)	2,830 ± 0,362 n = 134 (2,158-3,894)	-9,117 (<0,01)	4,432 ± 2,216 n = 199 (0,348-13,337)	5,308 ± 1,524 n = 134 (1,921-8,455)	-3,983 (<0,01)	7,141 ± 3,552 n = 199 (1-17)	7,731 ± 2,391 n = 134 (3-15)	-1,685 (=0,093)
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	2,396 ± 0,295 n = 227 (1,686-3,141)	2,440 ± 0,187 n = 244 (1,708-3,229)	-1,940 (=0,05)	1,114 ± 0,570 n = 227 (0,570-4,655)	1,137 ± 0,789 n = 244 (0,547-5,209)	-3,640 (=0,716)	4,714 ± 1,399 n = 227 (3-8)	4,500 ± 1,140 n = 244 (2-12)	1,649 (=0,100)
<i>Herpsilochmus longirostris</i>	2,285 ± 0,141 n = 443 (1,833-2,662)	2,472 ± 0,155 n = 106 (2,096-2,472)	-16,335 (<0,01)	2,009 ± 0,254 n = 443 (0,197-3,376)	1,848 ± 0,351 n = 106 (1,268-2,933)	11,849 (<0,01)	26,754 ± 3,230 n = 443 (12-41)	25,028 ± 3,013 n = 106 (19-32)	5,004 (<0,01)
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	7,206 ± 1,091 n = 32 (3,310-8,188)	7,921 ± 0,378 n = 34 (7,205-8,600)	-3,600 (<0,01)	1,256 ± 0,419 n = 32 (0,440-2,093)	1,216 ± 0,349 n = 34 (0,379-1,878)	0,428 (=0,670)	-	-	-
<i>Myiothlypis flaveola</i>	5,018 ± 0,362 n = 316 (3,486-6,113)	5,035 ± 0,252 n = 218 (4,529-5,636)	-0,621 (=0,535)	2,430 ± 0,208 n = 316 (1,912-3,005)	1,978 ± 0,172 n = 218 (1,496-2,501)	26,377 (<0,01)	13,851 ± 0,735 n = 316 (12-16)	11,670 ± 0,975 n = 218 (10-14)	29,646 (<0,01)
<i>Picumnus albosquamatus</i>	6,560 ± 0,346 n = 137 (5,134-7,466)	6,663 ± 0,213 n = 189 (6,069-7,454)	-3,323 (<0,01)	1,558 ± 0,454 n = 137 (0,445-2,293)	1,792 ± 0,401 n = 189 (0,653-2,870)	-4,910 (<0,01)	-	-	-
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	5,154 ± 0,398 n = 330 (3,957-6,877)	5,492 ± 0,433 n = 701 (4,375-6,940)	-11,960 (<0,01)	0,473 ± 0,069 n = 330 (0,326-0,666)	0,497 ± 0,072 n = 701 (0,258-0,717)	-4,898 (<0,01)	-	-	-
<i>Veniliornis passerinus</i>	3,720 ± 0,317 n = 41 (3,261-4,675)	4,097 ± 0,742 n = 22 (3,230-5,832)	-2,822 (=0,05)	1,657 ± 0,776 n = 41 (0,671-3,477)	1,471 ± 0,616 n = 22 (0,695-3,200)	0,943 (=0,350)	15,073 ± 6,984 n = 41 (6-29)	13,327 ± 4,723 n = 22 (7-27)	1,191 (=0,238)

#### 4.1 *Antilophia galeata* (Lichtenstein, 1823)

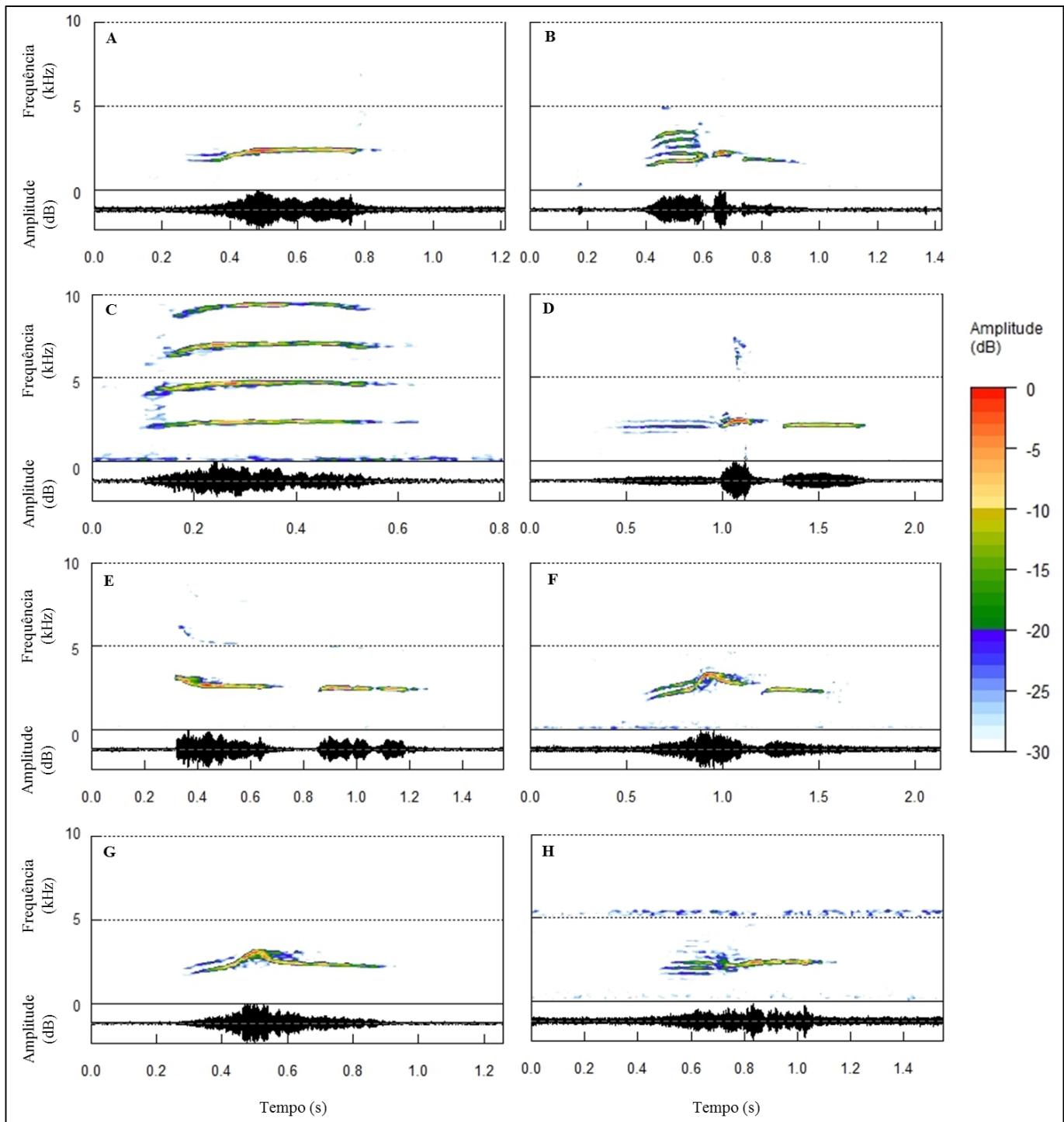
Foram analisadas 827 vocalizações de *A. galeata*, sendo 464 cantos e 363 chamados.

*Antilophia galeata* apresentou um tipo de canto e oito tipos de chamados. O canto possui em média  $6,987 \pm 0,411$  notas; frequência dominante média de  $2,823 \pm 0,387$  kHz e duração de média de  $1,123 \pm 0,103$  s (Tabela 2). Em geral, o canto pode ser dividido em três partes: a primeira é composta por duas ou três notas mais curtas, de menor variação de frequência e menor frequência dominante; a segunda é composta também por duas notas, sendo a primeira semelhante as notas da primeira parte do canto e a segunda uma nota de maior amplitude de frequência, maior frequência dominante e maior duração. A terceira parte é composta também por duas notas, semelhantes às da segunda parte do canto (Figura 4A). Alguns cantos apresentam uma terceira nota na segunda parte (Figura 4B), alguns possuem mais repetições das partes dois e três do canto (Figura 4C) e outros cantos apresentam apenas duas partes, diminuindo o número de notas para cinco por canto (Figura 4D).



**Figura 4.** Audiospectrogramas (acima) e oscilogramas (abaixo) do canto de *Antilophia galeata*. A = canto característico da espécie, demonstrando as três partes; B, C e D = cantos com pequenas variações na estrutura.

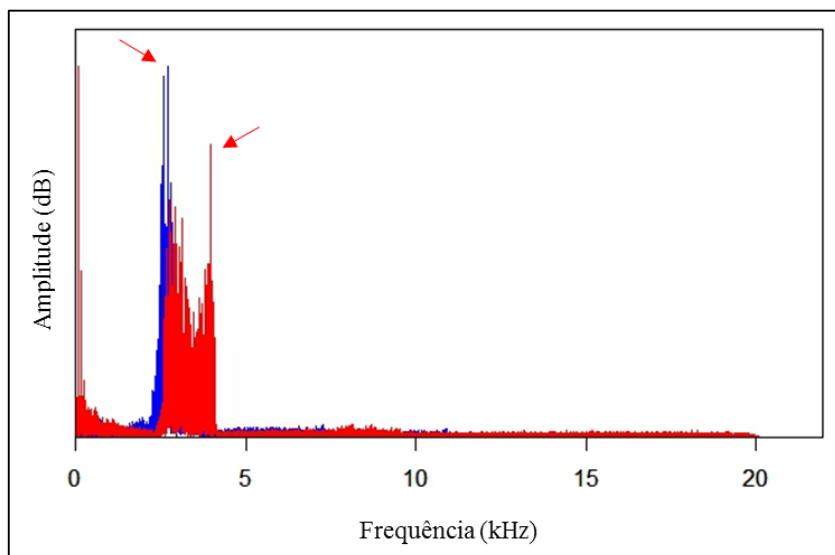
Os chamados de *A. galeata* possuem frequência dominante média de  $2,360 \pm 0,337$  kHz, número médio de notas de  $1,628 \pm 0,699$  e duração média de  $0,895 \pm 0,341$  s e são, na maioria das vezes, emitidos isoladamente (Tabela 1). O chamado nº 1 (Figura 5A) possui uma única nota com apenas um pulso e frequência dominante de  $2,224 \pm 0,225$  kHz e duração de  $0,582 \pm 0,119$  s. O chamado nº 2 (Figura 5B) possui em média  $2,840 \pm 0,554$  notas com frequência dominante de  $2,190 \pm 0,198$  kHz e duração de  $0,659 \pm 0,208$  s. O chamado nº 3 (Figura 5C) possui uma única nota com frequência dominante de  $2,143 \pm 0,248$  kHz e duração de  $0,415 \pm 0,159$  s. O chamado nº 4 (Figura 5D) possui em média  $1,960 \pm 0,200$  notas com frequência dominante de  $2,254 \pm 0,169$  kHz e duração de  $1,474 \pm 0,240$  s. O chamado nº 5 (Figura 5E) possui em média  $1,955 \pm 0,375$  notas com frequência dominante de  $2,319 \pm 0,189$  kHz e duração de  $1,130 \pm 0,155$  s. O chamado nº 6 (Figura 5F) possui em média  $2,088 \pm 0,508$  notas com frequência dominante de  $2,569 \pm 0,403$  kHz e duração de  $1,115 \pm 0,147$  s. O chamado nº 7 (Figura 5G) possui uma única nota com frequência dominante de  $2,403 \pm 0,167$  kHz e duração de  $0,676 \pm 0,115$  s. E o chamado nº 8 (Figura 5H) possui em média  $1,016 \pm 0,127$  notas com frequência dominante de  $2,263 \pm 0,264$  kHz e duração de  $0,724 \pm 0,076$  s.



**Figura 5.** Audiospectrogramas (acima) e oscilogramas (abaixo) dos chamados de *A. galeata*. A= chamado nº 1; B = chamado nº 2; C = chamado nº 3; D = chamado nº 4; E = chamado nº 5; F = chamado nº 6; G = chamado nº 7; H = chamado nº 8.

O canto de *Antilophia galeata* apresentou diferença na duração entre os quatro fragmentos ( $F_{3,460} = 112.218$ ;  $p < 0,01$ ), sendo maior nos fragmentos Água Fria e Galheiro ( $t = 15,364$ ; g.l. = 462;  $p < 0,01$ ), que são fragmentos mais distantes de áreas urbanas em relação a

Glória e São José, fragmentos próximos a áreas urbanas. A frequência dominante diferiu significativamente entre os quatro fragmentos ( $F_{3,460} = 19,131$ ;  $p < 0,01$ ) e foi menor nos fragmentos mais distantes de áreas urbanas ( $t = -6,946$ ; g.l. = 462;  $p < 0,01$  – Figura 6). O número de notas no canto variou entre os fragmentos ( $F_{3,459} = 4,085$ ;  $p < 0,01$ ), mas não houve diferença entre os fragmentos mais distantes e próximos a áreas urbanas ( $t = 0,940$ ; g.l. = 461;  $p = 0,384$ ) (Tabela 2).



**Figura 6.** Espectros de potência do canto de dois indivíduos de *A. galeata*. Em azul o canto de um indivíduo do fragmento Galheiro e em vermelho o canto de um indivíduo do fragmento São José. Setas mostram os picos de frequência - frequência dominante.

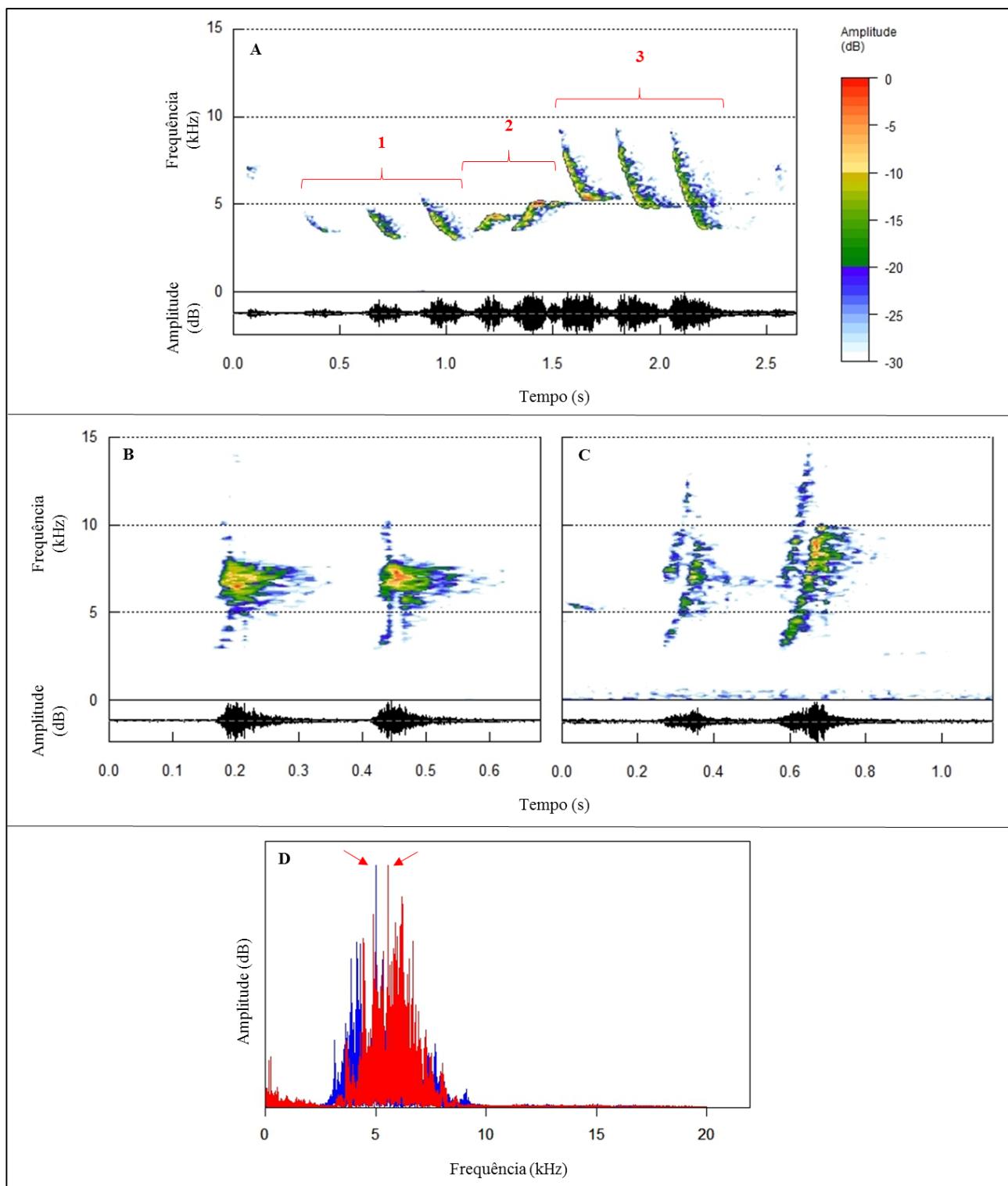
#### 4.2 *Basileuterus culicivorus* (Deppe, 1830)

Foram analisadas 858 vocalizações de *B. culicivorus*, sendo 502 cantos e 356 chamados. *Basileuterus culicivorus* apresentou um tipo de canto e dois tipos de chamados. O canto possui  $7,249 \pm 0,954$  notas, frequência dominante de  $5.166 \pm 0,459$  kHz e duração de  $2,050 \pm 0,272$  segundos (Tabela 1). Seu canto apresenta de quatro a dez notas, que podem ser divididas em três partes: a primeira é composta geralmente por três a quatro notas com menor frequência e duração, a segunda por duas ou três notas com duração e frequência

intermediárias e a terceira parte geralmente é formada por três ou quatro notas de maior duração e maior frequência dominante e formato de ‘L’ (Figura 7A).

Os chamados de *B. culicivorus* possuem frequência dominante de  $6,970 \pm 0,577$  kHz, duração de  $0,293 \pm 0,133$  segundos e  $1,143 \pm 0,351$  notas (Tabela 2). Podem ser emitidos isolados ou repetidamente formando uma sequência do mesmo tipo de chamado. O chamado denominado de nº 1 (Figura 7B) possui uma única nota com frequência dominante de  $6,922 \pm 0,348$  kHz e duração de  $0,289 \pm 0,142$  segundos. Esta nota possui parte inicial caracterizada por baixa frequência, passa pelo pico na parte mediana da nota e termina com baixa frequência como no início. O chamado nº 2 (Figura 7C) possui duas notas com frequência dominante de  $6,556 \pm 1,228$  kHz e duração de  $0,319 \pm 0,052$  segundos. Ambas as notas possuem as mesmas características, começando com baixa frequência e terminando com alta frequência.

O canto de *B. culicivorus* apresentou diferença na duração entre os quatro fragmentos ( $F_{3,498} = 55,815$ ;  $p < 0,01$ ), sendo maior nos fragmentos Água Fria e Galheiro ( $t = 4,603$ ; g.l. = 500;  $p < 0,01$ ) em relação a Glória e São José. A frequência dominante diferiu significativamente entre os quatro fragmentos ( $F_{3,498} = 52,494$ ;  $p < 0,01$ ) e foi menor nos fragmentos mais distantes de áreas urbanas ( $t = -12,590$ ; g.l. = 500;  $p < 0,01$  – Figura 7D). O número de notas no canto variou entre os fragmentos ( $F_{3,498} = 55,490$ ;  $p < 0,01$ ), porém não variou entre os fragmentos próximos e distantes de áreas urbanas ( $t = 1,617$ ; g.l. = 500;  $p = 0,107$ ) (Tabela 2).

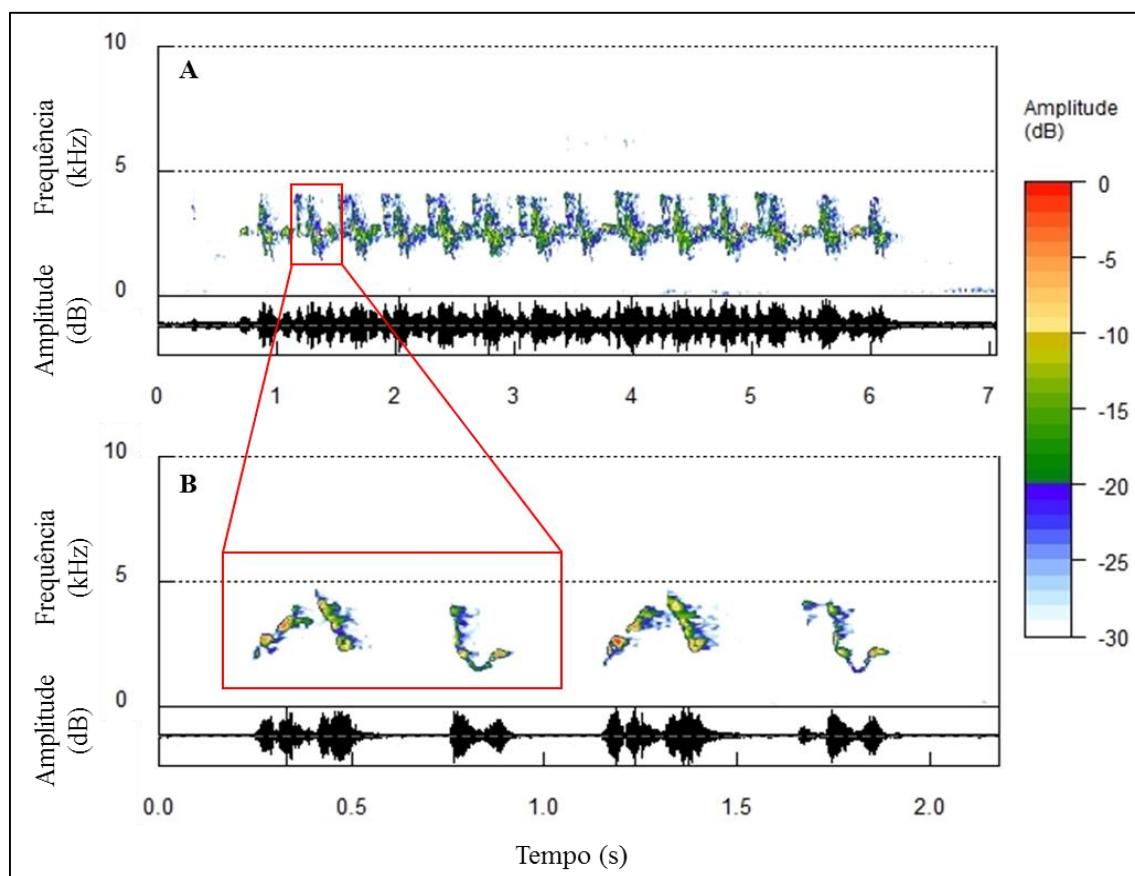


**Figura 7.** Audiospectrogramas (acima) e oscilogramas (abaixo) das vocalizações de *B. culicivorus*. A = canto demonstrando as três partes; B = chamado nº 1; C = chamado nº 2. D = espectros de potência dos cantos de dois indivíduos de *B. culicivorus*. Em azul o canto de um indivíduo do fragmento Água Fria e em vermelho o canto de um indivíduo do fragmento São José. Setas mostram os picos de frequência - frequência dominante.

#### 4.3 *Cantorchilus leucotis* (Lafresnaye, 1845)

Foram analisadas 549 vocalizações de *C. leucotis*, sendo 333 cantos e 216 chamados.

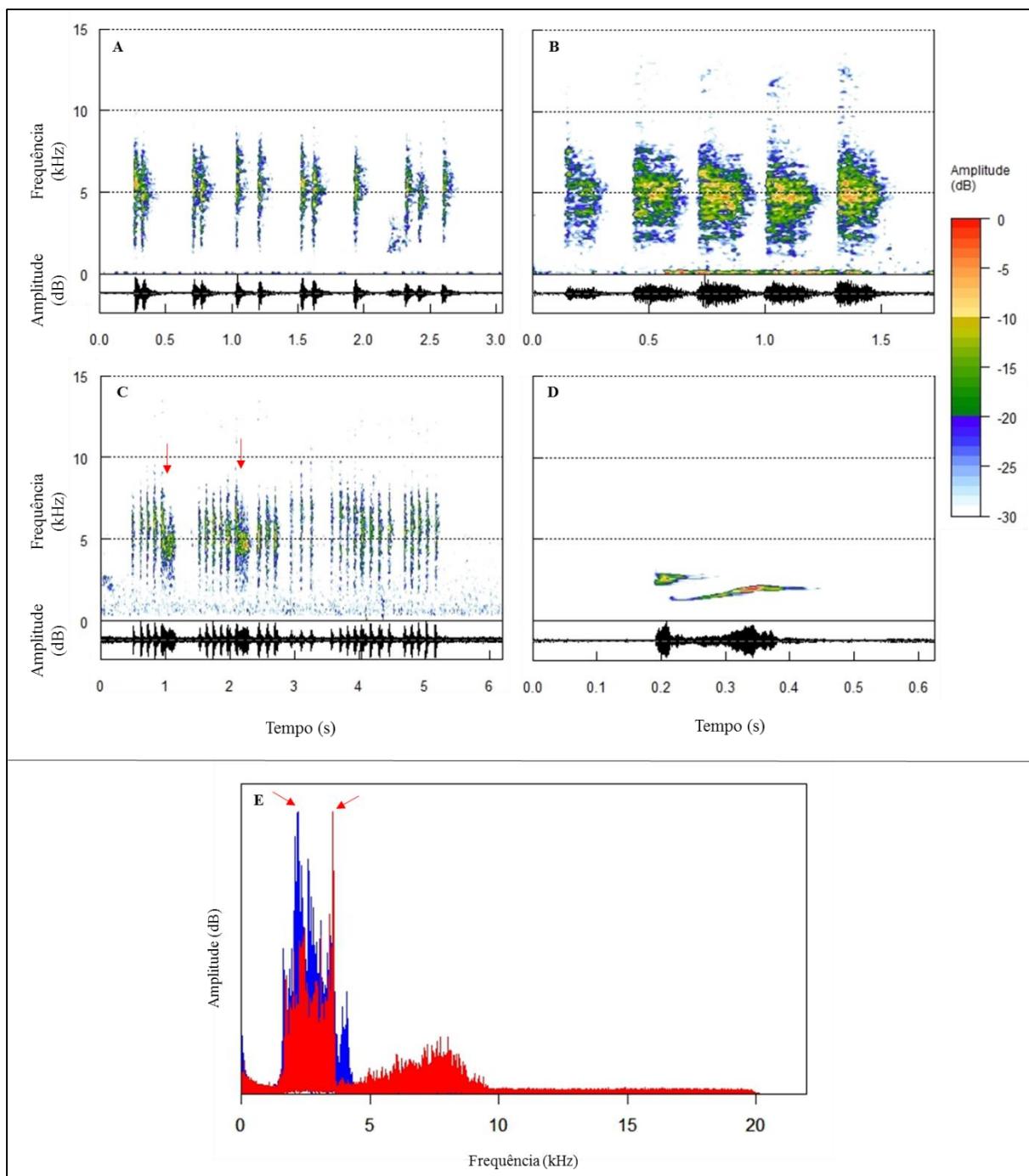
*Cantorchilus leucotis* apresentou um tipo de canto e três tipos de chamados. O canto possui  $14,757 \pm 6,920$  notas, frequência dominante de  $2,650 \pm 0,329$  kHz e duração de  $4,785 \pm 2,011$  segundos (Tabela 1). O canto de *C. leucotis* constitui-se de repetição alternada de dois tipos de notas principais (Figura 8A). A primeira nota possui maior duração e maior frequência dominante e é formada geralmente por dois ou três pulsos, já a segunda nota possui menor frequência dominante e menor duração, sendo formada por apenas um pulso (Figura 8B). Em alguns casos a espécie pode apresentar vocalização constituída da repetição de apenas uma das duas notas ou pode emitir as notas de forma separada sem que haja uma sequência, como ocorre na minoria das vocalizações.



**Figura 8.** Audiospectrogramas (acima) e oscilogramas (abaixo) do canto de *C. leucotis*. A = canto característico da espécie; B = detalhe das duas notas que formam o canto da espécie.

Os chamados de *C. leucotis* possuem frequência dominante de  $4,730 \pm 1,123$  kHz e duração de  $0,174 \pm 0,073$  s e são emitidos repetitivamente durante variados intervalos de tempo. O chamado nº 1 (Figura 9A) possui uma única nota caracterizada por um curto trinado com frequência dominante de  $5,042 \pm 0,784$  kHz e duração de  $0,137 \pm 0,040$  s, geralmente é emitido repetitivamente durante um intervalo de tempo que pode alcançar vários segundos. O chamado nº 2 (Figura 9B) também possui apenas uma nota, caracterizado como um chiado mais longo que o primeiro chamado, possui frequência dominante de  $4,843 \pm 0,277$  kHz e duração de  $0,277 \pm 0,044$  s e assim com o primeiro chamado é emitido na maioria das vezes repetitivamente durante alguns segundos (Figura 9C). O chamado nº 3 (Figura 9D) é emitido geralmente antes de começar o canto, possui duas notas, duração de  $0,227 \pm 0,072$  segundos e frequência dominante de  $1,968 \pm 0,540$  kHz.

O canto de *C. leucotis* apresentou diferença na duração entre os quatro fragmentos ( $F_{3,329} = 9,747$ ;  $p < 0,01$ ), sendo menor nos fragmentos mais distantes de áreas urbanas ( $t = -3,983$ ;  $g.l. = 331$ ;  $p < 0,01$ ). A frequência dominante diferiu significativamente entre os quatro fragmentos ( $F_{3,329} = 28,507$ ;  $p < 0,01$ ) e foi menor nos fragmentos mais distantes de áreas urbanas ( $t = -9,117$ ;  $g.l. = 331$ ;  $p < 0,01$  – Figura 9E). O número de notas no canto variou entre os fragmentos ( $F_{3,329} = 6,898$ ;  $p < 0,01$ ), porém não variou entre áreas próximas e distantes de áreas urbanas ( $t = -1,685$ ;  $g.l. = 331$ ;  $p = 0,093$ ) (Tabela 2).



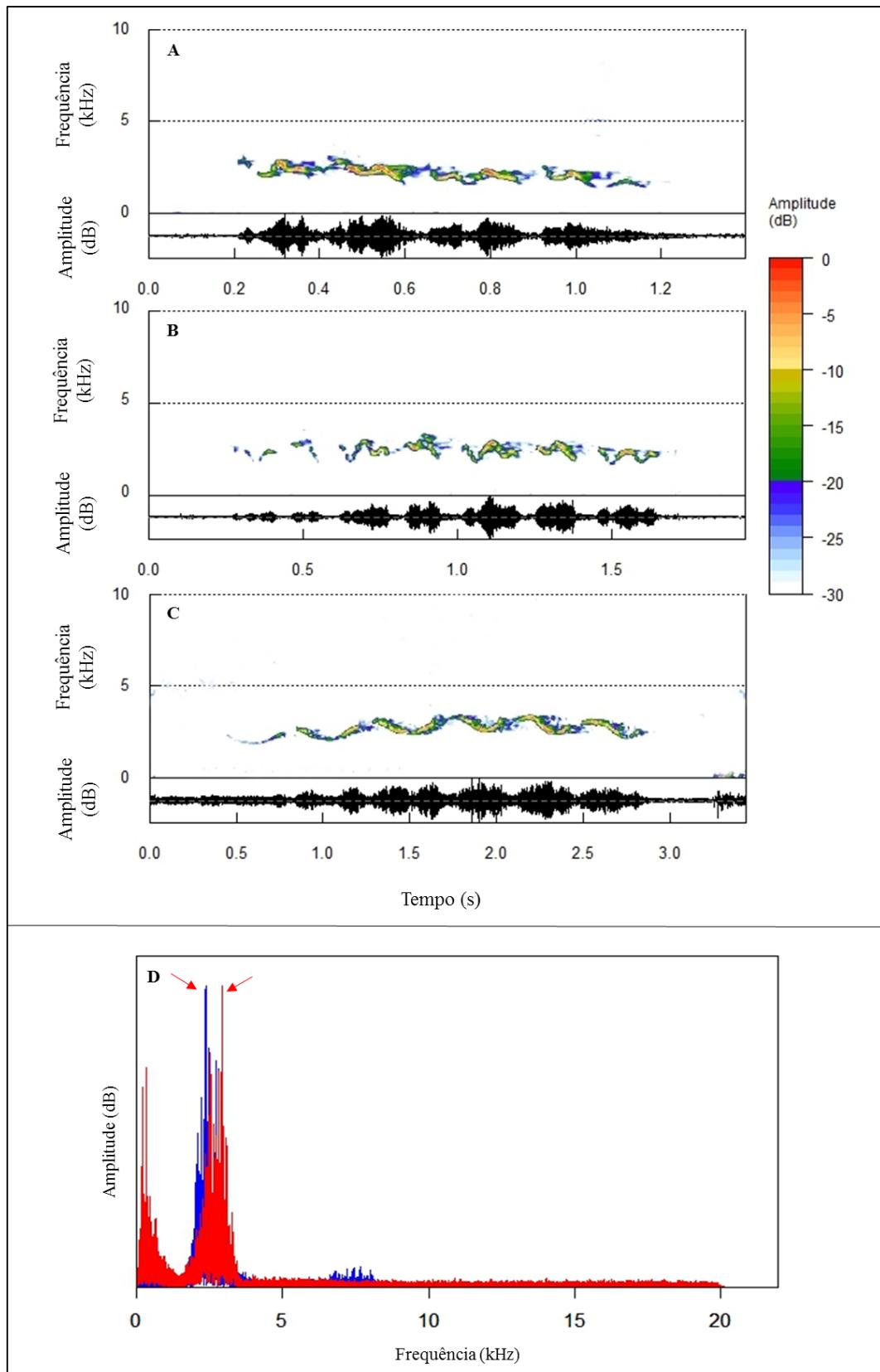
**Figure 9.** Audiospectrograms (top) and oscilograms (bottom) of *C. leucotis* calls. A = call number 1; B = call number 2; C = sequence of emission of calls number 1 and number 2. Red arrows point to call number 2; D = call number 3. E = power spectra of songs of two individuals of *C. leucotis*. Blue is the song of an individual from the Galheiro fragment and red is the song of an individual from the Glória fragment. Arrows indicate the dominant frequency peaks

#### 4.4 *Cyclarhis gujanensis* (Gmelin, 1789)

Foram analisadas 471 vocalizações de *C. gujanensis*. A espécie apresentou dois tipos distintos de canto e nenhum tipo de chamado. Todos os dois tipos de cantos foram emitidos por indivíduos dos quatro fragmentos estudados. Seu canto possui frequência dominante média de  $2,419 \pm 0,246$  kHz, 4,603 ± 1,407 notas e duração média de  $1,126 \pm 0,691$  segundos (Tabela 1).

O canto nº 1 ( $n = 421$ ) possui  $4,423 \pm 1,130$  notas, frequência dominante de  $2,415 \pm 0,232$  kHz e duração de  $0,933 \pm 0,232$  segundos. É caracterizado por um conjunto de três a oito notas onduladas de frequência e duração semelhantes (Figuras 10A e 10B). O canto nº 2 ( $n = 50$ ) possui  $6,120 \pm 2,327$  notas, frequência dominante de  $2,454 \pm 0,333$  kHz e duração de  $2,754 \pm 1,048$  s. O canto nº 2 é caracterizado por um conjunto de seis a oito notas levemente onduladas de frequência e duração semelhantes (Figura 10C). As notas deste canto são mais longas e menos onduladas que as notas do canto nº 1.

O canto de *C. gujanensis* não apresentou diferenças significativas na duração ( $F_{3,467} = 0,204$ ;  $p = 0,893$ ) entre as populações dos quatro fragmentos. Já a frequência dominante variou entre os quatro fragmentos ( $F_{3,467} = 69,221$ ;  $p < 0,01$  – Figura 10D), sendo menor nos cantos das populações dos fragmentos distantes de áreas urbanas ( $t = -1,940$ ; g.l. = 469;  $p = 0,05$ ). O número de notas no canto variou significativamente entre os quatro fragmentos ( $F_{3,467} = 9,190$ ;  $p < 0,01$ ), porém não apresentou diferença significativa entre as áreas próximas e distantes de áreas urbanas ( $t = 1,649$ ; g.l. = 469;  $p = 0,100$ ) (Tabela 2).



**Figura 10.** Audiospectrogramas (acima) e oscilogramas (abaixo) das vocalizações de *C. gujanensis*. A = detalhe do canto nº 1 com quatro notas; B = detalhe do canto nº 1 com sete notas; C = detalhe do canto nº 2. D = Espectros de potência dos cantos de dois indivíduos de *C. gujanensis*. Em azul o canto de um indivíduo do fragmento Galheiro e em vermelho o canto de um indivíduo do fragmento Glória. Setas mostram os picos de frequência - frequência dominante.

#### 4.5 *Herpsilochmus longirostris* Pelzeln, 1868

Foram analisadas 1107 vocalizações de *H. longirostris*, sendo 1024 cantos e 81 chamados. *Herpsilochimus longirostris* apresentou dois tipos de cantos e um tipo de chamado. O canto possui  $21,367 \pm 6,365$  notas, frequência dominante de  $2,201 \pm 0,214$  kHz e duração de  $1,919 \pm 0,265$  segundos (Tabela 1).

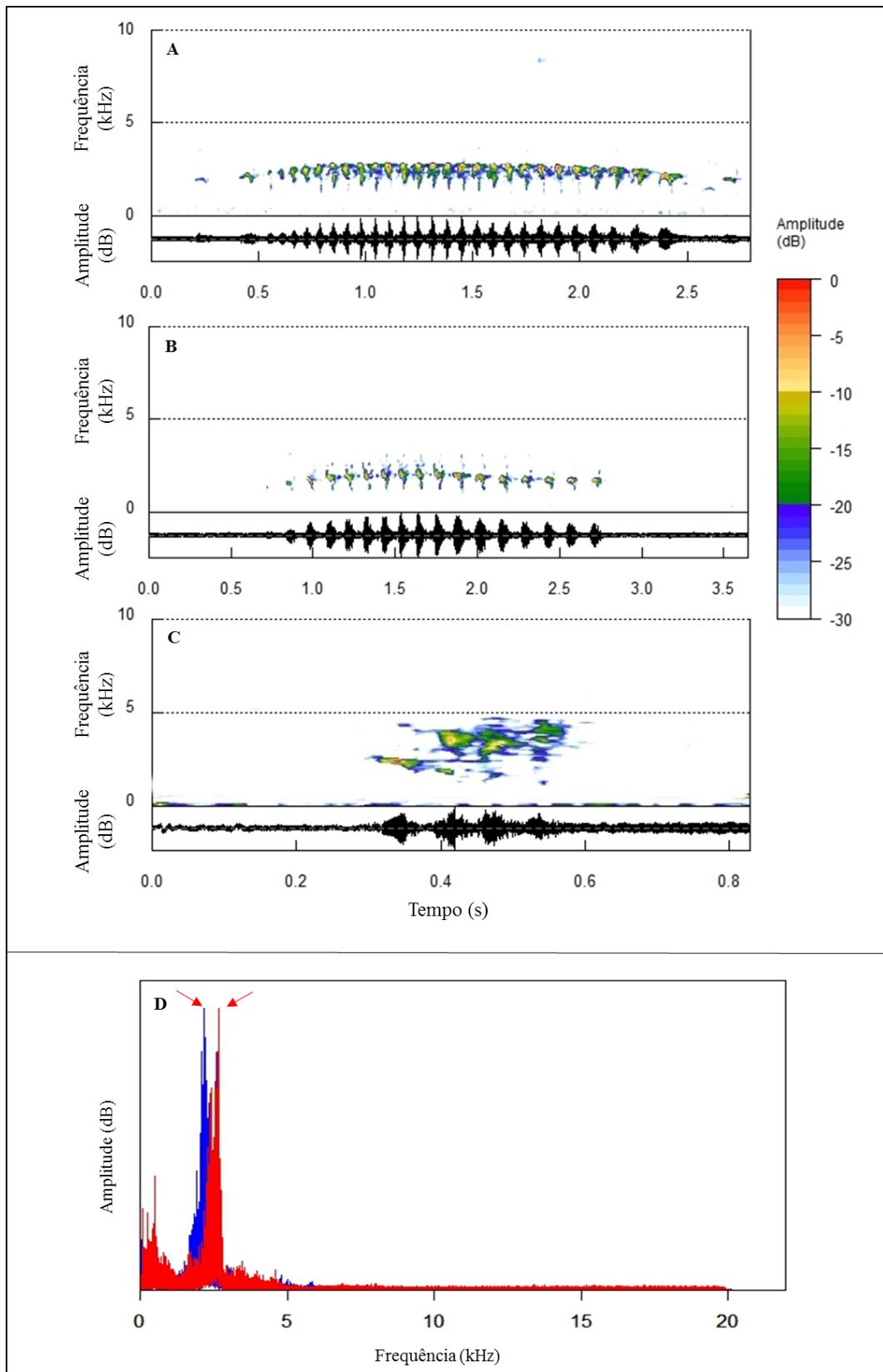
Os dois cantos de *H. longirostris* são constituídos por duas ou três notas iniciais seguidas por uma série de notas mais curtas em forma de ‘V’ invertido que a partir do terço final do canto começam a ter a forma de ‘U’ invertido e acaba em uma ou duas notas finais. O canto nº 1 foi gravado nas populações de Água Fria, Galheiro e parte da população de São José enquanto que o canto nº 2 foi gravado no fragmento Glória, além de parte dos indivíduos de São José. O canto nº 1 (Figura 11A) difere do canto nº 2 (Figura 11B) por apresentar maior duração, maior frequência dominante e maior número de notas (Tabela 3).

O chamado de *H. longirostris* é um som anasalado com frequência dominante de  $2,366 \pm 0,563$  kHz, duração de  $0,297 \pm 0,061$  segundos e  $3,998 \pm 0,904$  notas (Figura 11C) (Tabela 1).

**Tabela 3.** Média  $\pm$  desvio-padrão (mínimo-máximo) e tamanho amostral (n) dos parâmetros duração do canto, frequência dominante e número de notas dos dois tipos de cantos de *H. longirostris* e diferença estatística entre eles [*t* (P)].

<b>Tipo de canto</b>	<b>Duração do canto</b>	<b>Frequência dominante</b>	<b>Número de notas</b>
<b>Nº 1</b>	$1,963 \pm 0,284$ (0,197-3,376) n = 594	$2,330 \pm 0,165$ (1,833-2,741) n = 594	$26,439 \pm 3,273$ (12-41) n = 549
<b>Nº 2</b>	$1,860 \pm 0,223$ (1,075-2,781) n = 429	$2,022 \pm 0,126$ (1,732-2,765) n = 429	$14,792 \pm 1,602$ (10-22) n = 424
<b><i>t</i> (P)</b>	<b>6,267 (&lt;0,01)</b>	<b>32,473 (&lt;0,01)</b>	<b>67,299 (&lt;0,01)</b>

Para as comparações entre os fragmentos foram utilizados apenas os cantos nº 1, que foi o canto gravado nos fragmentos Água Fria, Galheiro e São José, possibilitando assim uma comparação entre as áreas distantes e próximas de áreas urbanas. O canto nº 1 de *H. longirostris* apresentou diferença na duração entre os fragmentos ( $F_{2,592} = 87,714$ ;  $p < 0,01$ ), sendo maior nos fragmentos Água Fria e Galheiro que são mais distantes de áreas urbanas ( $t = 11,849$ ;  $g.l. = 593$ ;  $p < 0,01$ ) em relação a São José, mais próximo de áreas urbanas. A frequência dominante diferiu entre os fragmentos ( $F_{2,592} = 172,098$ ;  $p < 0,01$ ) e foi maior no fragmento mais próximo de áreas urbanas ( $t = -16,335$ ;  $g.l. = 593$ ;  $p < 0,01$  – Figura 11D). O número de notas no canto variou entre os fragmentos ( $F_{2,546} = 13,935$ ;  $p < 0,01$ ) e foi maior nos fragmentos distantes de áreas urbanas ( $t = 5,004$ ;  $g.l. = 547$ ;  $p < 0,01$ ) (Tabela 2).

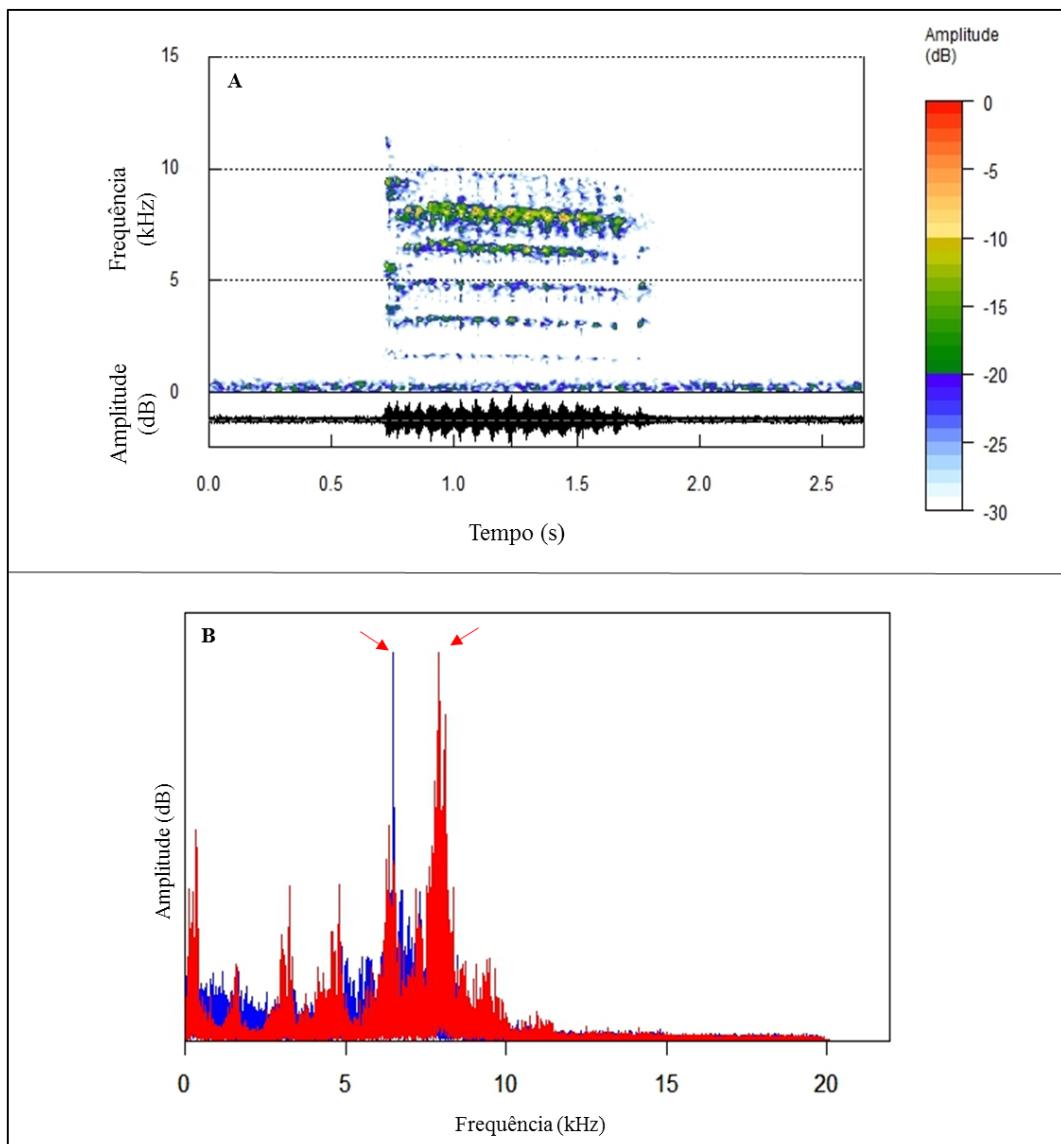


**Figura 11.** Audiospectrogramas (acima) e oscilogramas (abaixo) das vocalizações de *H. longirostris*. A = detalhe do canto nº 1; B = detalhe do canto nº 2; C = chamado. D = Espectros de potência dos cantos de dois indivíduos de *H. longirostris*. Em azul o canto de um indivíduo do fragmento Água Fria e em vermelho o canto de um indivíduo do fragmento São José. Setas mostram os picos de frequência - frequência dominante.

#### 4.6 *Leptopogon amaurocephalus* Tschudi, 1846

Foram analisadas 66 vocalizações de *L. amaurocephalus* e apresentou apenas um tipo de canto (Figura 12A). O canto é caracterizado por um forte trinado de curta duração e com grande amplitude de frequência composto por uma série de  $15,097 \pm 6,911$  notas, frequência dominante de  $7,574 \pm 0,877$  kHz e duração de  $1,235 \pm 0,382$  segundos (Tabela 1).

O canto de *L. amaurocephalus* não apresentou diferença significativa na duração entre os quatro fragmentos estudados ( $F_{3,62} = 0,437$ ;  $p = 0,728$ ) e apresentou diferença na frequência dominante ( $F_{3,62} = 5,312$ ;  $p = 0,003$  – Figura 12B) entre os quatro fragmentos, sendo que os menores valores de frequência dominante foram encontrados nos fragmentos distantes de áreas urbanas ( $t = -3,600$ ;  $g.l. = 64$ ;  $p = 0,001$  – Figura 16) (Tabela 2).



**Figura 12.** A = Audiospectrograma (acima) e oscilograma (abaixo) do canto de *L. amaurocephalus*. B = Espectros de potência dos cantos de dois indivíduos de *L. amaurocephalus*. Em azul o canto de um indivíduo do fragmento Água Fria e em vermelho o canto de um indivíduo do fragmento Glória. Setas mostram os picos de frequência - frequência dominante.

#### 4.7 *Myiothlypis flaveola* Baird, 1865

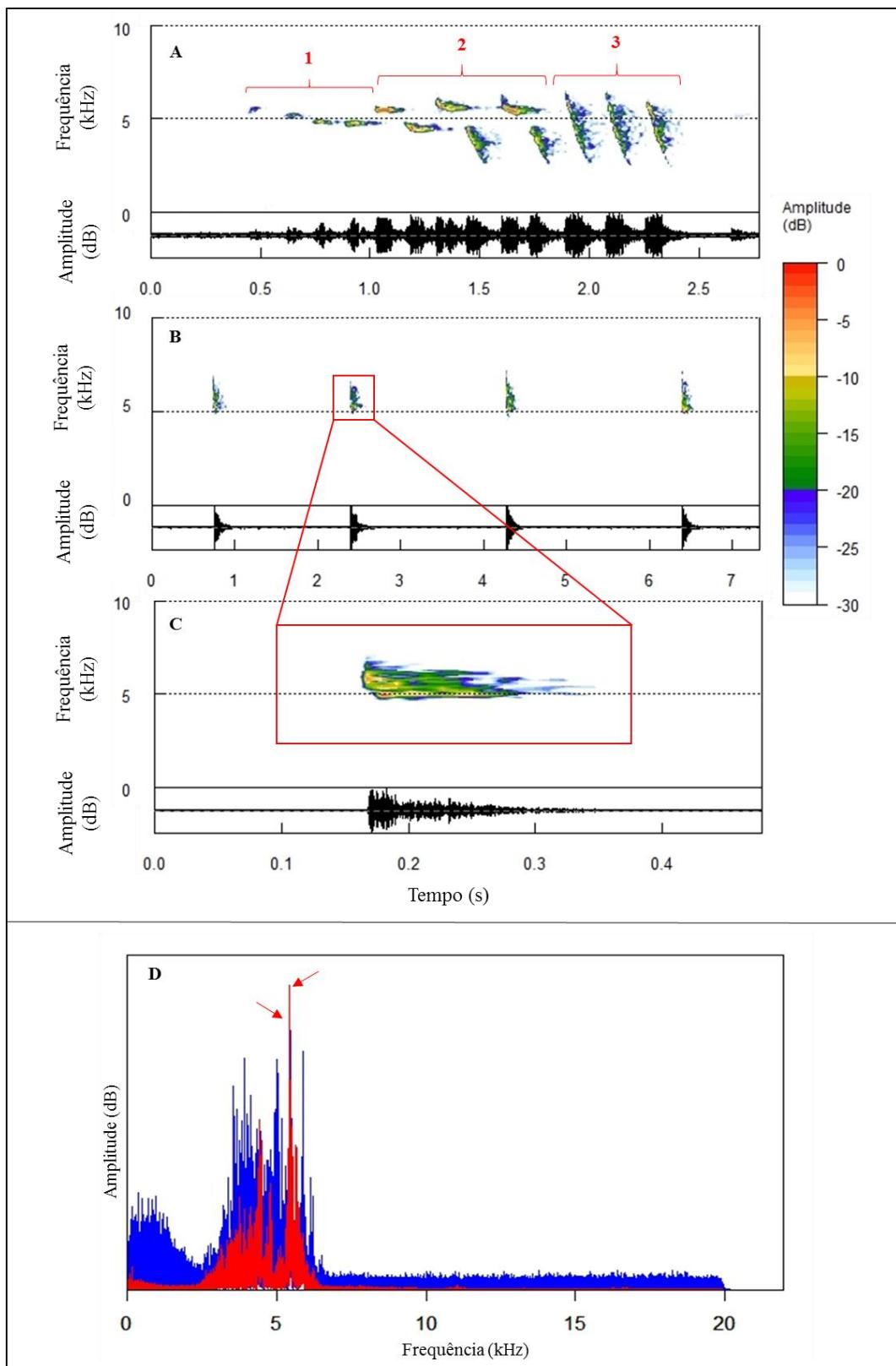
Foram analisadas 910 vocalizações de *M. flaveola*, sendo 534 cantos e 376 chamados.

*Myiothlypis flaveola* apresentou um tipo de canto e um tipo de chamado. Seu canto possui  $12,961 \pm 1,363$  notas, frequência dominante de  $5,025 \pm 0,322$  kHz e duração de  $2,245 \pm 0,295$  segundos (Tabela 1).

O canto de *M. flaveola* pode ser dividido em três partes: a primeira é composta por notas de curta duração e pequena variação de frequência, a segunda é composta por notas um pouco mais longas e com variação de frequência maior que a primeira e a terceira parte é composta por notas curtas e com grande variação de frequência (Figura 13A). Em alguns casos existem variações das notas da segunda parte do canto, alterando um pouco o padrão mencionado acima.

O chamado de *M. flaveola* possui apenas uma nota e é emitido em intervalos de tempo variáveis (Figura 13B e 13C). Possui frequência dominante de  $5,200 \pm 0,402$  kHz e duração de  $0,291 \pm 0,118$  segundos e são sempre emitidos isoladamente (Tabela 1).

O canto de *Myiothlypis flaveola* apresentou diferença significativa entre os quatro fragmentos estudados ( $F_{3,530} = 357,528$ ;  $p = 0,000$ ), sendo que nos fragmentos mais distantes de áreas urbanas os cantos foram mais longos ( $t = 26,377$ ; g.l. = 532;  $p < 0,01$ ). A frequência dominante também apresentou variação entre as quatro áreas ( $F_{3,530} = 21,285$ ;  $p < 0,01$ ), porém não houve diferença entre áreas distantes e próximas de áreas urbanas ( $t = -0,621$ ; g.l. = 532;  $p = 0,535$  – Figura 13D). O número de notas no canto variou entre os quatro fragmentos ( $F_{3,530} = 646,663$ ;  $p < 0,01$ ) e foi maior nas populações dos fragmentos mais distantes de áreas urbanas ( $t = 29,646$ ; g.l. = 532;  $p < 0,01$ ) (Tabela 2).

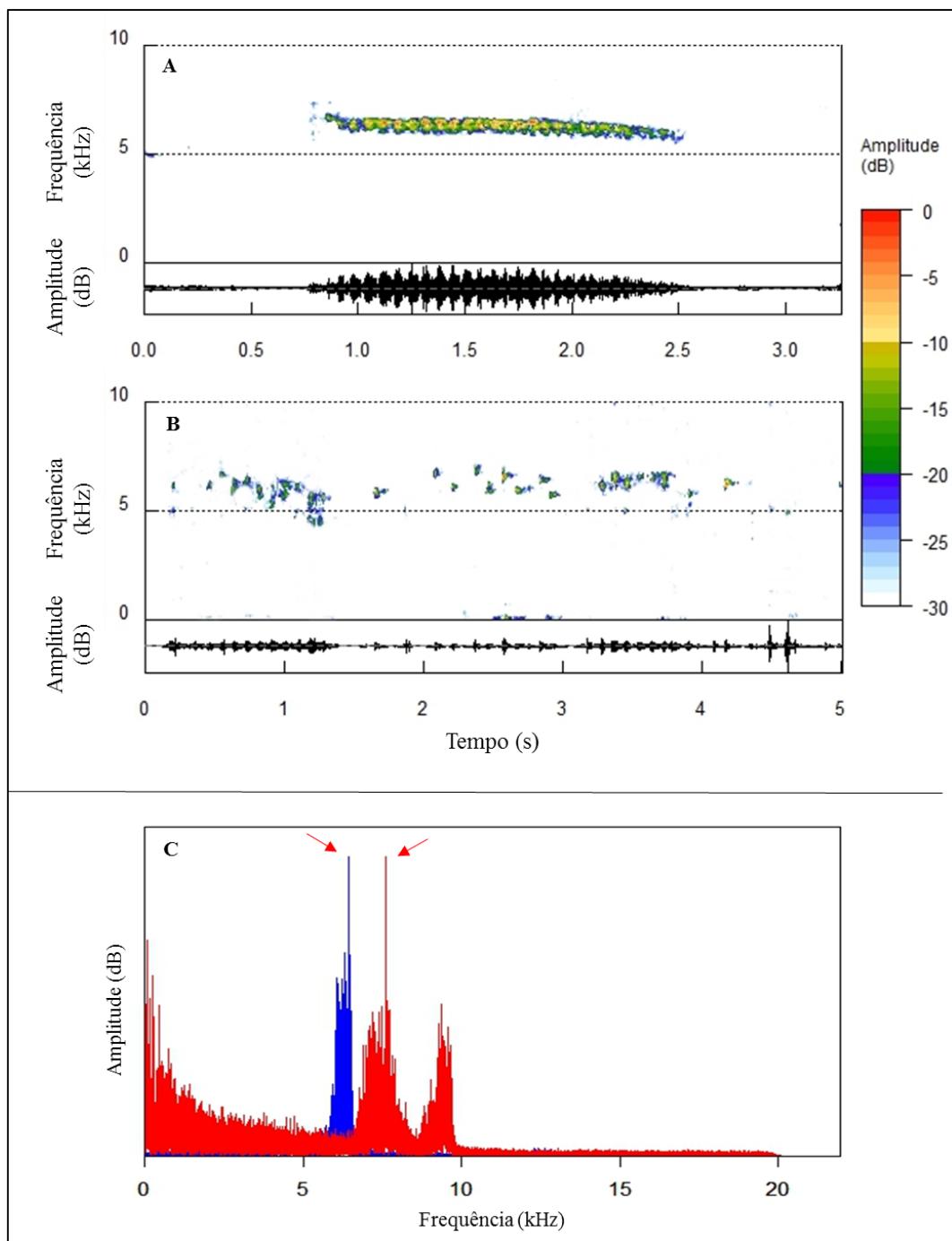


**Figura 13.** Audiospectrogramas (acima) e oscilogramas (abaixo) de vocalizações de *M. flaveola*. A = detalhe do canto; B e C - detalhes do chamado. D = Espectros de potência dos cantos de dois indivíduos de *M. flaveola*. Em azul o canto de um indivíduo do fragmento Água Fria e em vermelho o canto de um indivíduo do fragmento Glória. Setas mostram que existe sobreposição dos picos de frequência - frequência dominante.

#### 4.8 *Picumnus albosquamatus* d'Orbigny, 1840

Foram analisadas 326 vocalizações de *P. albosquamatus*. *Picumnus albosquamatus* apresentou um tipo de canto e nenhum tipo de chamado. Seu canto é caracterizado por um trinado (Figura 14A) composto pela repetição de uma mesma nota, possui baixa variação de frequência e a frequência vai diminuindo da parte inicial para a parte final do canto. É composto por  $25,136 \pm 10.036$  notas, possui frequência dominante de  $6,620 \pm 0,281$  kHz e duração de  $1,694 \pm 0,439$  segundos (Tabela 1). As notas que formam o canto de *P. albosquamatus* podem ser emitidas de forma isolada, sem que forme a sequência característica do canto da espécie (Figura 14B).

O canto de *P. albosquamatus* possui diferença na duração entre os quatro fragmentos estudados ( $F_{3,322} = 19,541$ ;  $p < 0,01$ ), sendo que as populações dos fragmentos mais distantes de áreas urbanas apresentaram menor duração ( $t = -4,910$ ; g.l. = 324;  $p < 0,01$ ). A frequência dominante do canto variou entre os fragmentos ( $F_{3,322} = 5,095$ ;  $p = 0,002$ ) e foi menor nas populações dos fragmentos mais distantes de áreas urbanas ( $t = -3,323$ ; g.l. = 324;  $p = 0,001$  – Figura 14C). O número de notas não foi comparado entre as populações dos quatro fragmentos, pois não foi possível realizar a contagem das notas através dos sonogramas na maioria dos cantos, apenas duração e frequência dominante (Tabela 2).

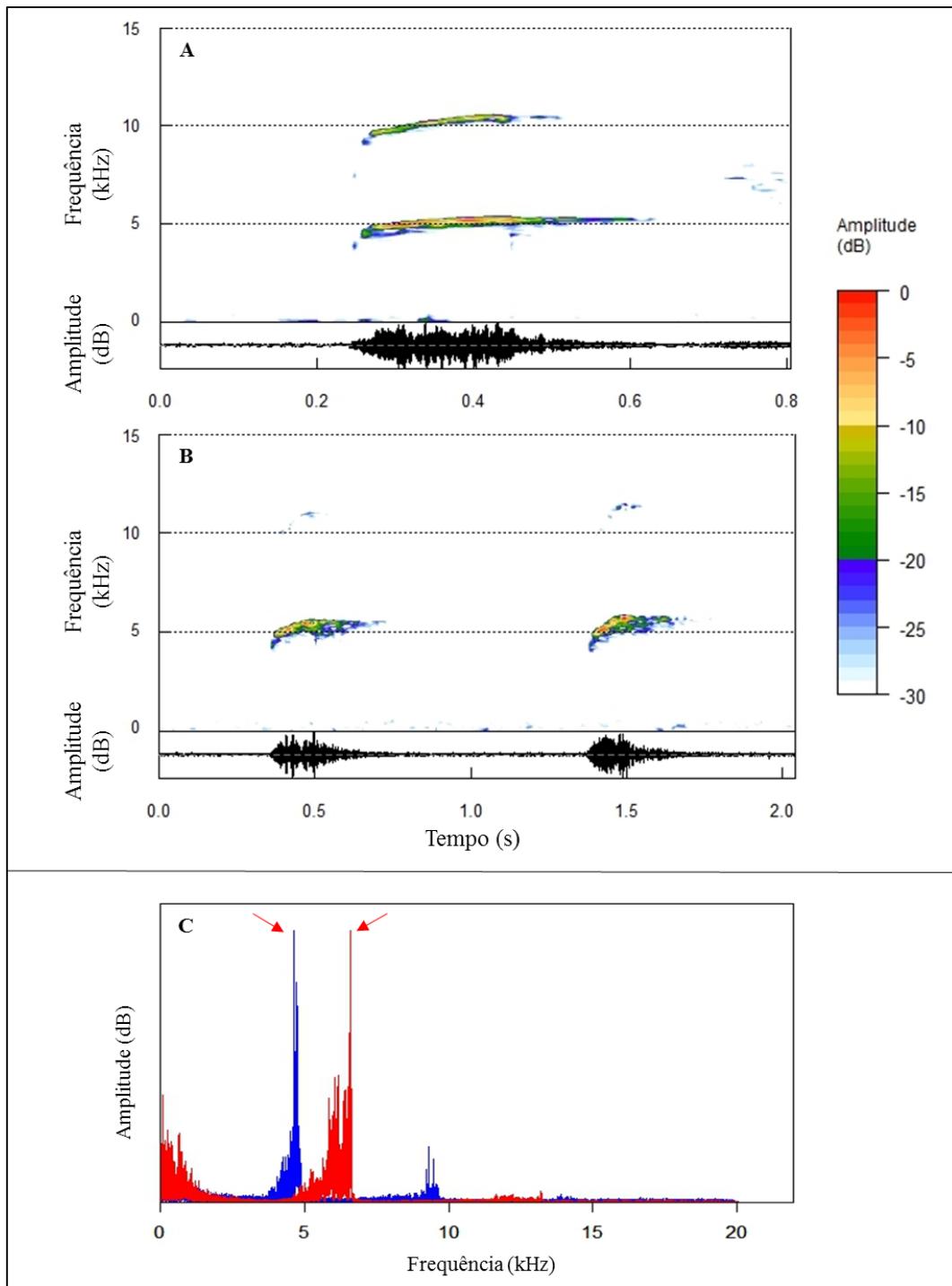


**Figura 14.** Audiospectrogramas (acima) e oscilogramas (abaixo) do canto de *P. albosquamatus*. A = detalhe do canto; B = notas do canto emitidas separadamente. C = Espectros de potência dos cantos de dois indivíduos de *P. albosquamatus*. Em azul o canto de um indivíduo do fragmento Água Fria e em vermelho o canto de um indivíduo do fragmento São José. Setas mostram os picos de frequência - frequência dominante.

#### 4.9 *Tolmomyias sulphurescens* (Spix, 1825)

Foram analisadas 1031 vocalizações de *T. sulphurescens*. *Tolmomyias sulphurescens* apresentou um tipo de canto e nenhum tipo de chamado. Seu canto é simples e é constituído por apenas uma nota emitida isoladamente (Figura 15A) e pode ser repetido de duas a três vezes em intervalos de tempo que variam de 1,5 a 2,5 segundos (Figura 15B). Possui frequência dominante de  $5,384 \pm 0,415$  kHz e duração de  $0,489 \pm 0,072$  segundos (Tabela 1).

O canto de *T. sulphurescens* apresentou diferença na duração entre os quatro fragmentos estudados ( $F_{3,1027} = 36,167$ ;  $p < 0,01$ ), sendo que as populações dos fragmentos mais distantes de áreas urbanas apresentaram menor duração ( $t = -4,898$ ; g.l. = 1029;  $p < 0,01$ ). E a frequência dominante do canto apresentou diferença entre os fragmentos ( $F_{3,1027} = 48,426$ ;  $p < 0,01$  – Figura 15C), apresentando menores valores nas populações dos fragmentos mais distantes de áreas urbanas ( $t = -11,960$ ; g.l. = 1029;  $p < 0,01$  – Figura 22) (Tabela 2).

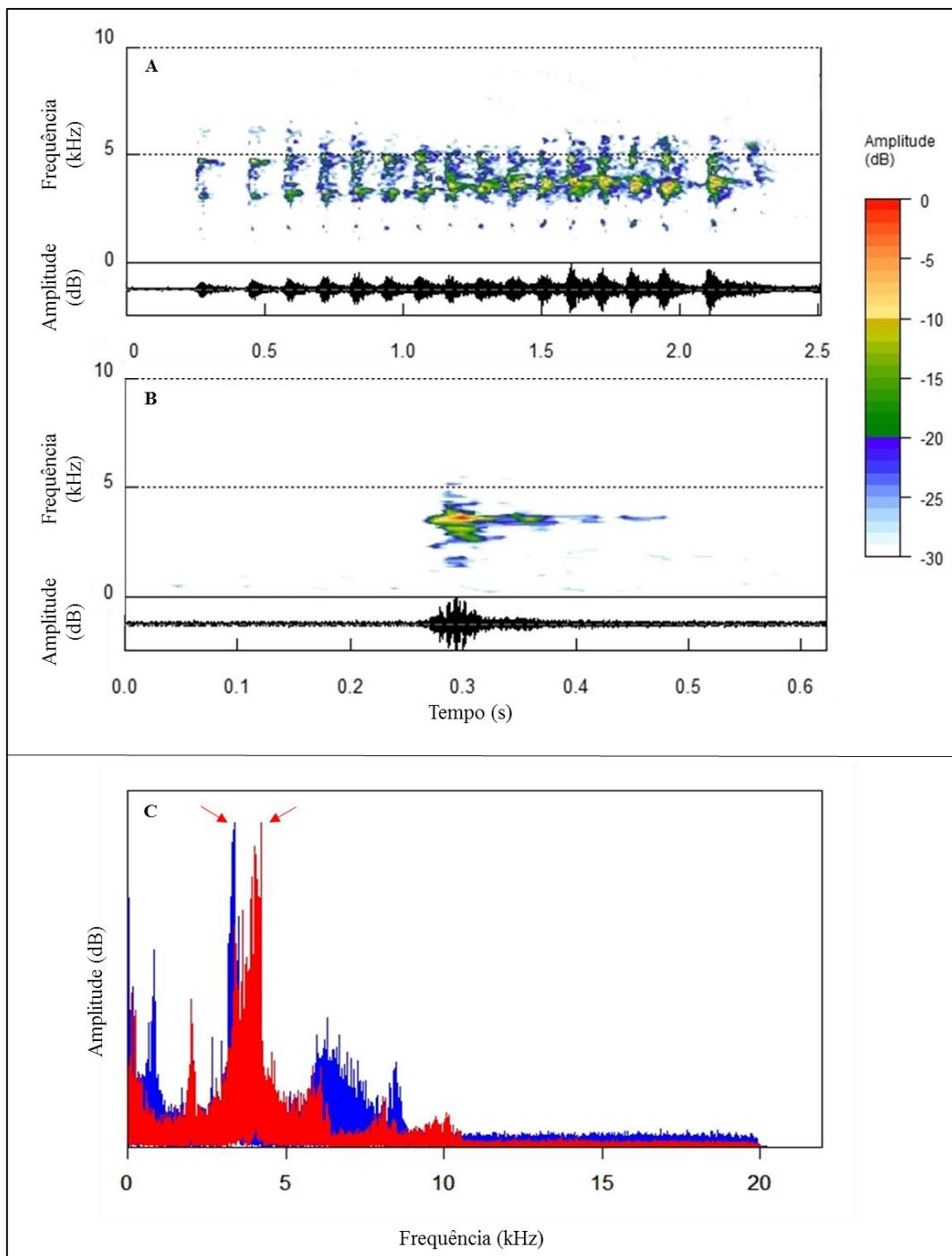


**Figura 15.** Audiospectrogramas (acima) e oscilogramas (abaixo) do canto de *T. sulphurescens*. A = canto emitido isoladamente; B = canto com repetição em curto intervalo de tempo. C = Espectros de potência dos cantos de dois indivíduos de *T. sulphurescens*. Em azul o canto de um indivíduo do fragmento Água Fria e em vermelho o canto de um indivíduo do fragmento Glória. Setas mostram os picos de frequência - frequência dominante.

#### **4.10 *Veniliornis passerinus* (Linnaeus, 1766)**

Foram analisadas 74 vocalizações de *V. passerinus*, sendo 63 cantos e 11 chamados. *Venilliornis passerinus* apresentou um tipo de canto e um tipo de chamado. Seu canto é constituído na maioria das vezes pela repetição de uma mesma nota formando um trinado (Figura 16A). Esta nota também pode ser emitida isoladamente, sem que forme o canto característico. É constituído de  $14,444 \pm 6,306$  notas, possui frequência dominante de  $3,852 \pm 0,533$  kHz e duração de  $1,592 \pm 0,725$  segundos. Já seu chamado possui apenas uma nota (Figura 16B), com duração média de  $0,234 \pm 0,043$  segundos e frequência dominante de  $3,952 \pm 0,967$  kHz (Tabela 1).

O canto de *Veniliornis passerinus* diferiu na duração entre os quatro fragmentos estudados ( $F_{3,60} = 6,985$ ;  $p < 0,01$ ), porém não variou entre as populações dos fragmentos mais distantes e próximos de áreas urbanas apresentaram menor duração ( $t = 0,943$ ; g.l. = 62;  $p = 0,350$ ). Já a frequência dominante de seu canto apresentou diferença entre os quatro fragmentos ( $F_{3,60} = 5,581$ ;  $p = 0,002$ ), sendo que as populações dos fragmentos mais distantes de áreas urbanas apresentaram menores valores ( $t = -2,882$ ; g.l. = 62;  $p = 0,005$  – Figura 16C). O número de notas não foi comparado entre as populações dos quatro fragmentos. O número de notas não foi comparado entre as populações dos quatro fragmentos, pois não foi possível realizar a contagem das notas através dos sonogramas na maioria dos cantos, apenas duração e frequência dominante (Tabela 2).



**Figura 16.** Audiospectrogramas (acima) e oscilogramas (abaixo) de vocalizações de *V. passerinus*. A = canto; B = chamado. C = Espectros de potência dos cantos de dois indivíduos de *V. passerinus*. Em azul o canto de um indivíduo do fragmento Galheiro e em vermelho o canto de um indivíduo do fragmento Glória. Setas mostram os picos de frequência - frequência dominante.

## 5. DISCUSSÃO

O nível de ruído ambiental contribui para a qualidade e afeta consideravelmente a ecologia comportamental dos indivíduos que vocalizam (Brumm 2004). Alguns autores citam que estas variações nos parâmetros acústicos das aves em resposta aos altos níveis de ruído causados pelos processos de urbanização são um resultado da plasticidade fenotípica (Patricelli & Blickley 2006; Mendes *et al.* 2011). Os Oscines apresentam plasticidade fenotípica pois são capazes de aprender vocalizações diferentes e a frequência de seus sinais sonoros pode ser alterada através da percepção auditiva (Tumer & Brainard 2007; Catchpole & Slater 2008). Segundo Price *et al.* (2003) esta plasticidade fenotípica pode, ao longo do tempo, ser assimilada geneticamente e levar a espécie a trajetórias evolucionárias distintas.

Os dois fragmentos próximos a áreas urbanas (Glória e São José) apresentam altos níveis de ruído causado principalmente pelo tráfego em rodovias e estradas e pela proximidade ao aeroporto e altos graus de perturbação devido às ações antrópicas. Já os dois fragmentos distantes de áreas urbanas, Água Fria e Galheiro, apresentam baixos níveis de ruído e baixos graus de perturbação.

Todas as espécies estudadas são comuns em fragmentos florestais do Cerrado do Triângulo Mineiro (Franchin 2009; Marçal Junior *et al.* 2009; Carvalho 2010; Malacco *et al.* 2013), sendo encontradas tanto em fragmentos maiores e bem conservados como é o caso dos fragmentos Galheiro e Água Fria quanto em fragmentos menores e muito impactados devido a urbanização como Glória e São José.

A espécie *Antilophia galeata* apresentou o maior repertório entre as dez espécies estudadas com um tipo de canto e oito tipos de chamados e *T. sulphurescens* foi a com menor repertório, com apenas um tipo de canto e nenhum chamado. Em muitas espécies os cantos são simples e discretos e há pouco ou nenhum compartilhamento de elementos entre os tipos de cantos, já em outros casos diferentes tipos de cantos podem ser criados a partir de

diferentes combinações de elementos entre os tipos de cantos (Catchpole & Slater 2008). As variações vocais em espécies com pequenos repertórios são caracterizadas por alterações temporais e na frequência de emissão dos sinais sonoros (Ritchison 1995; Aubin *et al.* 2004). Segundo Catchpole & Slater (2008), as fêmeas podem basear a escolha de seu parceiro pela complexidade de seu canto e, além disso, os machos utilizam seu repertório na disputa por território.

As únicas espécies que apresentaram mais de um tipo de canto foram *Cyclarhis gujanensis* e *Herpsilochmus longirostris*, com dois tipos cada. As demais espécies apresentaram apenas um tipo de canto. *Cyclarhis gujanensis* apresentou os dois tipos em todos os quatro fragmentos estudados. *Myiothlypis flaveola* e *Basileuterus culicivorus* apresentaram apenas um tipo de canto, assim como observado em outro estudo desenvolvido na região do Triângulo Mineiro-MG (Carvalho 2010).

Diferentes tipos de canto podem estar relacionados a diferentes tipos de comportamento das espécies (Gill 2007; Catchpole & Slater 2008), como por exemplo nos Parulidae norte-americanos *Dendroica crysoparia* (Bolsinger 2000) e *D. petechia* (Beebee 2004), que apresentam cantos diferentes durante a corte e defesa do território. Outras espécies também apresentam mais de um tipo de canto: *Parula americana* (Borror & Gunn 1985) e *Myiothlypis leucophrys* (Carvalho 2010) também possuem dois tipos de cantos e *Icteria virens* pode ter até 81 tipos de cantos (Dussourd & Ritchison 2003). Em algumas espécies, os dois tipos de canto diferem primariamente na duração e geralmente os cantos mais longos e mais variados são utilizados na atração da fêmea e os mais curtos e estereotipados são utilizados para interação com outros machos como defesa do território (Catchpole 1983; Groschupf 1985; Lampe & Espmark 1987). O fato de *C. gujanensis* ter apresentado os dois tipos de cantos em todos os fragmentos sugere que possivelmente os cantos são emitidos com funções distintas, apesar de não ter sido analisado o comportamento da espécie.

Já *H. longirostris*, outra espécie que possui dois tipos de canto, apresentou o canto nº 1 nos fragmentos Galheiro e Água Fria e o canto nº 2 no fragmento Glória. O fragmento São José apresentou indivíduos com os dois tipos de canto, porém com predominância (58,1%) do canto nº 1. O canto nº 2 possui menor frequência dominante, menor número de notas e menor duração, características associadas a menor gasto energético. Pode ser que em áreas de baixa qualidade ambiental e grande pressão antrópica, como Glória e São José, os indivíduos necessitem ter menor gasto de energia com canto para conseguirem manter suas outras atividades e se manterem no fragmento. É provável que o canto nº 1 seja o canto comum da espécie, emitido em áreas naturais com baixos níveis de ruído e que devido à pressão antrópica seu canto esteja sofrendo alterações em áreas com baixa qualidade e altos níveis de ruído como o canto nº 2.

A frequência dominante dos cantos das espécies estudadas variou de  $2,201 \pm 0,214$  kHz em *H. longirostris* a  $7,574 \pm 0,877$  kHz em *L. amaurocephalus*. Segundo Morton (1975) normalmente espécies que vivem mais próximas ao chão tendem a emitir sinais sonoros com menores frequências. Os sons de baixa frequência alcançam maiores distâncias e são menos afetados por obstáculos como árvores, folhas, galhos, troncos e rochas e aqueles de alta frequência já são mais resistentes às alterações causadas pelo vento e altas temperaturas (Morton 1975). *Basileuterus culicivorus*, *L. amaurocephalus*, *P. albosquamatus* e *T. sulphurescens* apresentaram os maiores valores de frequência dominante e são espécies que se deslocam preferencialmente pelo dossel de áreas florestais. Porém outra espécie com características semelhantes, *H. longirostris*, foi a que apresentou menor frequência dominante. *Herpsilochmus longirostris* se desloca principalmente entre emaranhados de galhos, cipós e folhagens em busca de alimentos, locais com maior quantidade de obstáculos para propagação dos sinais sonoros. Já as espécies com que ocupam faixas mais baixas próximas ao chão, como *C. leucotis* e *M. flaveola* apresentaram valores intermediários de frequência dominante.

Estudos envolvendo o efeito dos altos níveis de ruído nos parâmetros acústicos dos cantos das aves têm sido desenvolvidos nos últimos anos (Brumm 2004; Mendes *et al.* 2011), buscando entender como as espécies de aves respondem, com alterações ou não em suas vocalizações, ao aumento do ruído em áreas rurais e urbanas. Grande parte destes estudos relacionam os altos níveis de ruído principalmente ao tráfego de veículos em estradas e rodovias e a presença de aeroportos próximos as áreas estudadas (Slabbekoorn & Peet 2003; Brum 2004), assim como ocorre nos fragmentos estudados. Para evitar que o ruído interfira na comunicação as aves podem emitir sinais sonoros mais altos e com maior taxa de repetição (Catchpole & Slater 2008).

As espécies que habitam áreas com altos níveis de ruído podem ser afetadas (Brumm 2004), como é o caso das dez espécies analisadas no presente estudo. Apesar de nem todas as espécies de aves serem afetadas da mesma forma e algumas aparentarem não ser sensíveis aos altos níveis de ruído de tráfego (Fernández-Juricic 2001; Rheindt 2003), todas aquelas estudadas no presente trabalho apresentaram variações em pelo menos um dos parâmetros acústicos analisados entre fragmentos próximos e distantes de áreas urbanas.

Nove das dez espécies (*A. galeata*, *B. culicivorus*, *C. leucotis*, *C. gujanensis*, *H. longirostris*, *L. amaurocephalus*, *P. albosquamatus*, *T. sulphurescens* e *V. passerinus*) apresentaram cantos com maior frequência dominante nos fragmentos mais próximos de áreas urbanas. Em outro estudo realizado na região do Triângulo Mineiro, *Herpsilochmus longirostris* apresentou maior frequência dominante nos fragmentos mais distantes das áreas urbanas (Mendonça 2009). Hu & Cardoso (2010) encontraram em áreas urbanas maior frequência dominante para duas espécies, *Cracticus torquatus* e *Manorina melanophrys*, em relação a áreas rurais e encontraram também, em áreas urbanas, maior frequência mínima no canto de cinco espécies: *Trichoglossus haematodus*, *Platycercus eximius*, *Anthochaera carunculata*, *Manorina melanophrys* e *Turdus merula* (Hu & Cardoso 2010). Rheindt (2003)

observou que espécies com menor frequência dominante apresentaram maior redução na abundância em áreas ao longo de rodovias quando comparadas as áreas distantes de rodovia.

Em estudos envolvendo o efeito do ruído na modificação dos parâmetros acústicos das aves, a frequência mínima tem sido mais utilizada do que a frequência dominante. Estudos mostram um aumento na frequência mínima da vocalização em áreas urbanas com alto ruído de origem antrópica para diversas espécies de aves: *Parus major* (Slabbekoorn & Peet 2003; Slabbekoorn & den Boer-Visser 2006; Halfwerk & Slabbekoorn 2009), *Carpodacus mexicanus* (Fernández-Juricic *et al.* 2005), *Turdus merula* (Nemeth & Brumm 2009; Mendes *et al.* 2011), *Melospiza melodia* (Wood & Yezerinac 2006), *Luscinia megarhynchos* (Brumm 2004), *Basileuterus culicivorus*, *Myiothlypis flaveola* e *M. leucophrys* (Carvalho 2010), *Emberiza schoeniclus* (Gross *et al.* 2010), *Phylloscopus collybita* (Verzijden *et al.* 2010) e *Zonotrichia leucophrys* (Luther & Derryberry 2012). Apesar de ser mais comum as aves ajustarem a frequência mínima de seus sinais sonoros, a frequência dominante também se mostrou sensível a elevados níveis de ruído, como no trabalho de Hu & Cardoso (2010) e no presente trabalho.

A frequência máxima também tem sido utilizada nesses tipos de estudo. Alguns estudos mostraram que *Turdus merula* aumenta a frequência máxima de seus sinais sonoros em áreas urbanas com maior ruído (Nemeth & Brumm 2009; Ripmeester *et al.* 2010; Mendes *et al.* 2011).

As aves modificam a frequência de seus sinais sonoros em faixas de frequências que são mascaradas pelo ruído, que é em sua maioria de baixa frequência (Mendes *et al.* 2011). Por isso as espécies com vocalizações de frequência mais baixas são mais afetadas pelo ruído ambiental (Slabbekoorn & Ripmeester 2008) e necessitam aumentar a intensidade das vocalizações para conseguirem se comunicar. Além disso, parece ser mais comum as aves ajustarem apenas a frequência mínima dos sinais sonoros (que se sobrepõem à frequência do

ruído) em vez de alterarem toda a frequência (Hu & Cardoso 2010). Mesmo assim, este estudo mostrou que 90% espécies analisadas apresentam alteração da frequência dominante de seus sinais sonoros em resposta aos altos níveis de ruído em fragmentos próximos a áreas urbanas.

O aumento da intensidade do canto (representado neste caso pelo aumento da frequência dominante) ocorre para se evitar que o ruído interfira na transmissão dos sinais sonoros entre os indivíduos (Slabbekoorn & Peet 2003; Brumm 2004). Este aumento na intensidade dos sinais sonoros das aves gera um aumento no consumo de oxigênio (Eberhardt 1994; Oberweger & Goller 2001; Ward *et al.* 2003) e um aumento da contração dos músculos da siringe (Suthers *et al.* 1999), podendo levar a um maior gasto energético.

Nos casos onde o aumento da frequência do canto não consegue evitar a interferência do ruído na comunicação, as aves podem desenvolver outras estratégias para se adaptarem ao ruído como o aumento das taxas de vocalização (Slabbekoorn & den Boer-Visser 2006), a diminuição da duração do canto (Nemeth & Brumm 2009), a emissão de vocalizações mais altas (Brumm 2004), como o aumento da frequência dominante, ou evitar se comunicarem em períodos do dia com maiores níveis de ruído (Bergen & Abs 1997; Brumm 2004; Fuller *et al.* 2007).

As espécies *A. galeata*, *B. culicivorus*, *H. longirostris* e *M. flaveola* apresentaram cantos com menor duração nos fragmentos mais próximos de áreas urbanas (Glória e São José), que são fragmentos menores, com maiores graus de perturbação antrópica e maiores níveis de ruído causado pelo tráfego de veículos e pela proximidade a aeroportos. *Turdus merula* (Nemeth & Brumm 2009) e *Parus major* (Slabbekoorn & den Boer-Visser 2006) também apresentaram cantos com menor duração em áreas urbanas do que em áreas rurais. Fernández-Juricic *et al.* (2005) relataram a presença de indivíduos de *Carpodacus mexicanus* com cantos mais curtos em áreas de menor qualidade ambiental. *Zonotrichia leucophrys*

apresentou, dentro de ambiente urbano, variação na duração do canto entre áreas com maior e menor ruído, sendo mais curto nas áreas com maior ruído (Luther & Derryberry 2012). Cantos mais curtos são emitidos para se evitar que haja a atenuação e degradação dos sinais sonoros devido ao ruído (Nemeth & Brumm 2009). Com a emissão de cantos mais curtos as aves conseguem fazer com que os sinais sonoros cheguem sem distorções até os indivíduos receptores.

As espécies *H. longirostris* e *M. flaveola* apresentaram menor número de notas no canto nos fragmentos mais próximos de áreas urbanas. *Carpodacus mexicanus* (Fernández-Juricic *et al.* 2005), *Turdus merula* (Nemeth & Brumm 2009) e *Pyrocephalus rubinus* (Ríos-Chelén *et al.* 2012) também apresentaram menor número de notas em áreas urbanas. Em algumas espécies, como *Carpodacus mexicanus*, a redução do número de notas e da duração do canto leva a um menor sucesso reprodutivo dos indivíduos machos (Fernández-Juricic *et al.* 2005). Uma possível explicação para a diminuição do número de notas e da duração do canto é que existe um *trade-off* entre a amplitude e o número de notas do canto para otimizar o gasto de energia (Fernández-Juricic *et al.* 2005), ou seja, a energia é gasta para emitir ou cantos mais fortes ou cantos mais longos. Lehtonen (1983) observou em *Parus major*, que existe um aumento de emissão de cantos com duas notas relacionado com o aumento do ruído, enquanto que os cantos com três notas são mais emitidos em locais com menor ruído.

Em áreas florestais com altos níveis de ruído, algumas espécies emitem vocalizações com elementos mais curtos repetidos a taxas mais rápidas, como demonstrado para *Parus major* (Slabbekoorn & den Boer-Visser 2006). Maiores taxas de repetição das notas geralmente estão relacionadas a uma menor duração do canto ou menor número de notas.

Já as espécies *C. leucotis*, *P. albosquamatus* e *T. sulphurescens* apresentaram cantos com maior duração nos fragmentos mais próximos as áreas urbanas. *Pyrocephalus rubinus* (Ríos-Chelén *et al.* 2012), *Myiothlypis flaveola* e *M. leucophrys* (Carvalho 2010) também

apresentaram maior duração do canto em áreas urbanas e *Parus major* apresentou maior duração durante a emissão de quatro tipos de canto (Halfwerk & Slabbekoorn 2009). Ao contrário do padrão encontrado para as espécies *B. culicivorus* e *M. flaveola* neste estudo, Carvalho (2010) observou maior duração no canto destas espécies em áreas urbanas. Uma maior duração do canto pode estar relacionada ao aumento do intervalo entre as notas (Van Buskirk 1997), e na teoria pode levar a uma maior exaustão do emissor e consequentemente a uma diminuição da taxa de repetição dos cantos (Halfwerk & Slabbekoorn 2009).

Outros fatores relacionados a alterações nos padrões de vocalização das aves são a densidade de cobertura da vegetação (Wiley & Richards 1978; Richards & Wiley 1980; Wiley & Richards 1982; Slabbekoorn & den Boer-Visser 2006; Tubaro & Lijtmaer 2006), a limitação de recursos (Spencer *et al.* 2003) e a presença poluentes ambientais (Markman *et al.* 2004; Hallinger *et al.* 2010), que podem afetar consideravelmente a comunicação das aves. Em área contaminada com mercúrio algumas espécies de aves podem apresentar menor diversidade de tipos de notas e emitir sinais sonoros mais curtos (Hallinger *et al.* 2010).

## 6. CONCLUSÕES

Fragmentos mais próximos a áreas urbanas, como Glória e São José apresentam maiores níveis de ruído que fragmentos distantes de áreas urbanas, como Galheiro e Água Fria. As principais fontes de ruído são provenientes do tráfego de veículos e da proximidade ao aeroporto.

Todas as espécies estudadas apresentam variações em pelo menos um dos parâmetros de canto analisados (frequência dominante, duração e número de notas por canto), por apresentarem sensibilidade a elevados níveis de ruído ambiental e podem ser utilizadas em estudos de bioacústica voltados para o monitoramento ambiental, etologia e fisiologia. Dentre elas, *Antilophia galeata* e *Herpsilochmus longirostris* são as espécies mais indicadas para o

monitoramento ambiental em fragmentos florestais do Cerrado por serem abundantes em fragmentos de diferentes tamanhos, graus de perturbação e níveis de ruído.

O estudo mostrou que os parâmetros frequência dominante, duração do canto e número de notas por canto apresentaram diferenças entre os cantos de populações de aves em fragmentos com diferentes níveis de ruído. Tais parâmetros podem ser utilizados em estudos futuros no biomonitoramento ambiental, ecologia comportamental, evolução e estudos de fisiologia em aves.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>1</sup>**

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 6023/2002: Informação e Documentação – Referências – Elaboração**. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

AUBIN, T.; MATHEVON, N.; SILVA, M. L.; VIELLIARD, J. M. E.; SEBE, F. How a simple and stereotyped acoustic signal transmits individual information: the song of the White-browed Warbler *Basileuterus leucoblepharus*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 76, p. 335-344, 2004.

BEEBEE, M. D. The functions of multiple singing modes: experimental tests in Yellow Warblers, *Dendroica petechia*. **Animal Behaviour**, v. 67, p. 1089–1097, 2004.

BERGEN, F.; ABS, M. Etho-ecological study of the singing activity of the Blue Tit (*Parus caeruleus*), Great Tit (*Parus major*) and Chaffinch (*Fringilla coelebs*). **Journal fur Ornithologie**, v. 138, n. 4, p. 451-468, 1997.

BOLSINGER, J. S. Use of two song categories by Golden-cheeked Warbles. **Condor**, v. 102, p. 539-552, 2000.

BORROR, D. J.; GUNN, W. H. **Songs of the warblers of North America**. Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, New York. 1985.

---

<sup>1</sup> Segundo ABNT (2002)

**BOSCOLO, D. O uso de técnicas de playback no desenvolvimento de um método capaz de atestar a presença ou ausência de aves no interior de fragmentos florestais.**

Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

Departamento de Biologia. 2002. 59p.

**BRITO, J. L. S.; PRUDENTE, T. D.** Análise temporal do uso do solo e cobertura vegetal do município de Uberlândia-MG, utilizando imagens ETM+/LANDSAT 7. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 32, p. 37-46, 2005.

**BRUMM, H.** The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial Bird. **Journal of Animal Ecology**, v. 73, p. 434-440, 2004.

**CARVALHO, L. S. D. Repertório vocal e variações no canto de *Basileuterus* sp. (Passeriformes, Parulidae) em fragmentos de mata (Uberlândia, MG).** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia. 2010. 59p.

**CASTRO, N. M. F. Projeto Executivo: Unidade de Conservação Galheiro - estudo de fauna e flora.** (Relatório final - Estudos ambientais). Belo Horizonte, 2 v., 1995.

**CATCHPOLE, C. K.** Variation in the song of the Great Reed Warbler *Acrocephalus arundinaceus* in relation to mate attraction and territorial defence. **Animal Behaviour**, v. 31, p. 1217–1225, 1983.

**CATCHPOLE, C. K.; SLATER, P. J. B. *Bird Song: Biological Themes and Variations*.** 2<sup>a</sup> Ed. Cambridge University Press: New York. 2008. 335p.

**COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS.** 2014. **Lista das Aves de Brasil.** 11<sup>a</sup> ed. Disponível em: [www.cbro.org.br](http://www.cbro.org.br). Acesso em: 22 Jan. 2015.

**COUTINHO, L. M.** O conceito de Bioma. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, p. 13-23, 2006.

DUSSOURD, N.; RITCHISON, G. Singing behavior of male Yellow-breasted Chats: repertoires, rates, reproductive success, and a comparison with other Wood-warblers. **Wilson Bulletin**, v. 115, p. 52-57, 2003.

EBERHARDT, L. S. Oxygen consumption during singing by male Carolina Wrens (*Thryothorus ludovicianus*). **Auk**, v. 111, p. 124-130. 1994.

FERNÁNDEZ-JURICIC, E. Avian spatial segregation at edges and interiors of urban parks in Madrid, Spain. **Biodiversity and Conservation**, v. 10, p. 1303-1316, 2001.

FERNÁNDEZ-JURICIC, E.; POSTON, R.; DE COLLIBUS, K.; MORGAN, T.; BASTAIN, B.; ARTIN, C.; JONES, K.; TREMINIO, T. Microhabitat selection and singing behavior patterns of male House Finches (*Carpodacus mexicanus*) in urban parks in a heavily urbanized landscape in the western U.S. **Urban Habitats**, v. 3, p. 49-69, 2005.

FRANCHIN, A. G. **Avifauna em áreas urbanas brasileiras, com ênfase em cidades do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia. 2009. 145p.

FULLER, R. A., IRVINE, K. N., DEVINE-WRIGHT, P., WARREN, P. H., & GASTON, K. J. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. **Biology Letters**, v. 3, n. 4, p. 390-394, 2007.

GILL, F. B. **Ornithology**. H. W. Freeman & Company: New York. 2007.

GROSCHUPF, K. Changes in five-striped Sparrow song in intra- and intersexual contexts. **Wilson Bulletin**, v. 97, p. 102-105, 1985.

GROSS, K.; PASINELLI, G.; KUNC, H. P. Behavioral plasticity allows short-term adjustment to a novel environment. **American Naturalist's**, v. 176, p. 456-464, 2010.

GWYNNE, J. A.; RIDGELY, R. S.; TUDOR, G.; ARGEL, M. **Aves do Brasil: Pantanal & Cerrado**. Editora Horizonte: São Paulo. 2010.

- HALFWERK, W.; SLABBEKOORN, H. A behavioural mechanism explaining noise-dependent frequency use in urban birdsong. **Animal Behaviour**, 2009.
- HALLINGER, K. K.; ZABRANSKY, D. J.; KAZMER, K. A.; CRISTOL, D. A. Birdsong differs between mercury-polluted and reference sites. **The Auk**, v. 127, n. 1, p. 156-161, 2010.
- HU, Y.; CARDOSO, G. C. Which birds adjust the frequency of vocalizations in urban noise? **Animal Behaviour**, v. 79, p. 863-867, 2010.
- KATTI, M.; WARREN, P. S. Tits, noise and urban bioacoustics. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 19, n. 3, 2004.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.
- KROODSMA, D. E. The diversity and plasticity of birdsong. In: MARLER, P.; SLABBEKOORN, H. (Eds.). **Nature's Music: The Science of Birdsong**. Elsevier Academic Press: San Diego. 2004
- LAMPE, H. M.; ESPMARK, Y. O. Singing activity and song pattern of the redwing *Turdus iliacus* during the breeding season. **Ornis Scandinavica**, v. 18, p. 179-185, 1987.
- LEHTONEN, L. The changing song patterns of the great tit *Parus major*. **Ornis Fennica**, v. 60, p. 16–21, 1983.
- LOPES, L. E. Taxonomia, biogeografia e Conservação das aves endêmicas do Cerrado. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia (Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Universidade Federal de Minas Gerais. 2009.
- LOPES, J. P. **Análise da comunicação sonora do Curió *Oryzoborus angolensis* (Aves, Passeriformes, Emberizidae)**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento. Universidade Federal do Pará. 2011. 98p.

LOPES, S. F. **Padrões florístico e estruturais das florestas estacionais semideciduais no Triângulo Mineiro.** Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia, 2010. 123p.

LUTHER, D. A.; DERRYBERRY, E. P. Birdsongs keep pace with city life: changes in song over time in an urban songbird affects communication. **Animal Behaviour**, v. 83, p. 1059-1066, 2012.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado.** Conservação Internacional, Brasília, 2004.

MALACCO, G. B.; PIOLI D.; SILVA JUNIOR, E. L.; FRANCHIN, A. G.; MELO C. SILVA, A. M.; PEDRONI, F. Avifauna da Reserva do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia. **Atualidades Ornitológicas On-line**, n. 173, 2013.

MARÇAL JÚNIOR, O; FRANCHIN, A. G.; ALTEFF, A. F.; SILVA JÚNIOR, E. L.; MELO, C. Levantamento da avifauna na Reserva Ecológica Panga (Uberlândia, MG, Brasil). **Bioscience Journal**, v. 25, n. 6, p. 149-164, 2009.

MARINI, M. A. Effects of forest fragmentation on birds of the cerrado region, Brazil. **Bird Conservation International**. BirdLife International. v. 1, p. 13-25, 2001.

MARKMAN, S.; LEITNER, S.; CATCHPOLE, C.; BARNSLEY, S.; MULLER, C. T.; PASCOE, D.; BUCHANAN, D. L. Pollutants increase song complexity and the volume of the brain area HVC in a songbird. **PLoS One**, v. 3, n. 2, p. e1674, 2008.

MARLER, P & PETERS, S. Structural changes in song ontogeny in the swamp sparrow Melospiza georgiana. **Auk**. v. 99, p. 446-458, 1982.

MATHEVON, N.; AUBIN, T.; VIELLIARD, J.; SILVA, M. L.; SEBE, F.; BOSCOLO, D. Singing in the Rain Forest: How a Tropical Bird Song Transfers Information. **Plosone**. v. 3, n. 2, 2008.

MAZZONI, D. Audacity Free Audio and Recorder, version Audacity ® 1.3.13-beta (Unicode). **Audacity Team**. 2011. Disponível em: <<http://audacity.sourceforge.net>>. Acesso em: 20 abr. 2013.

MENDES, S.; COLINO-RABANAL, V. J.; PERIS, S. J. Bird song variations along an urban gradient: The case of the European blackbird (*Turdus merula*). **Landscape and Urban Planning**, v. 99, p. 51-57, 2011.

MENDONÇA, E. T. A utilização de *Herpsilochmus longirostris* Pelzeln, 1868 (Passeriformes; Thamnophilidae) como modelo de adaptação acústica. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia. 2009. 22p.

MILLIGAN, M. Vocal response of White-crowned Sparrow to recorded songs of the own and other species. **Animal Behaviour**, v. 14, p. 356-361, 1966.

MOLLER, A. P. Interespecific response to playback of bird song. **Ethology**, v. 90, p. 315-320, 1992.

MORTON, E. S. Ecological source of selection on avian sound. **American Naturalist**, v. 109, p. 17-34, 1975.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 843-858, 2000.

NEMETH, E.; BRUMM, H. Blackbirds sing higher-pitched songs in cities: adaptation to habitat acoustics or side-effect of urbanization? **Animal Behaviour**, v. 78, p. 637-641, 2009.

OBERWEGER, K.; GOLLER, F. The metabolic costs of birdsong production. **Journal of Experimental Biology**, v. 204, p. 3379-3388, 2001.

OLIVEIRA-FILHO, A. T., SCOLFORO, J. R. S., MELLO, J. M. Composição florística e estrutura de um remanescente de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, MG.

**Revista Brasileira de Botânica**, v. 17, p. 167-182, 1994.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CURI, N.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A. Variation in tree community composition and struture with changes in soil properties within a fragment of semideciduous Forest in south-eastern Brazil. **Edinburgh Journal of Biology**, v. 58, n. 1, p. 139-158, 2001.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. p. 91-120. In: OLIVEIRA, P. S. E; MARQUIS, R. J. (eds.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002.

PATRICELLI, G. L.; BLICKLEY, J. L. Avian communication in urban noise: causes and consequences of vocal adjustment. **Auk**, v. 123, p. 639-649. 2006.

PODOS, J. Correlated evolution of morphology and vocal signal structure in Darwin1s Finches. **Nature**, v. 409, p. 185-188, 2001.

PRICE, T. D.; QVARNSTRO, M. A.; IRWIN, D. E. The role of phenotypic plasticity in driving genetic evolution. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 270, p. 1433-1440, 2003.

PRIMACK, R. B. Habitat destruction, fragmentation, and degradation. **Essentiales of conservation biology**, Sunderland, Massachusetts U.S.A. v. 6, p. 111-164, 1993.

R 2.15.0 DEVELOPMENT CORE TEAM. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria. 2011. Disponível em: <<http://www.Rproject.org>>. Acesso em: 22 Jan. 2015.

RHEINDT, F. E. The impact of roads on birds: does song frequency play a role in determining susceptibility to noise pollution? **Journal für Ornithologie**, v. 144, p. 295–306, 2003.

- RICHARDS, D. G.; WILEY, R. H. Reverberations and amplitude fluctuations in the propagation of sound in a forest: implications for animal communication. **American Naturalist**, v. 115, p. 381-393. 1980.
- RÍOS-CHELÉN, A. A.; QUIRÓS-GUERRERO, E.; GIL, D.; GARCIA, C. M. Dealing with urban noise: Vermilion Flycatchers sing longer songs in noisier territories. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 67, n. 1, p. 145-152, 2012.
- RIPMEESTER, E. A. P.; KOK, J. S.; VAN RIJSSEL, J. C.; SLABBEKOORN, H. Habitat-related birdsong divergence: a multi-level study on the influence of territory density and ambient noise in European Blackbirds. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 64, p. 409-418, 2010.
- RITCHISON, G. Characteristics, use and possible functions of the perch songs and chatter calls of male Common Yellowthroats. **Condor**, v. 97, 27-38, 1995.
- ROSA, R.; LIMA, S. C. C.; ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). **Sociedade e Natureza**, v. 3, p. 91-108, 1991.
- SERRANO, I. O anilhamento como ferramenta para o estudo de aves migratórias. In: Primer Taller para la conservación de aves playeras miratorias en arroceras del Cono Sur. **Wetlands Internacional**, Buenos Aires, Argentina. 2008.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Nova Fronteira: Rio de Janeiro, 2001.
- SIGRIST, T. **Guia de campo Avis Brasilis: Avifauna Brasileira**. Avis Brasilis: São Paulo. 2013.
- SILVA, J. M. C. Birds of the Cerrado Region, South America. **Steentrupia**, v. 21, n. 2, p. 69-92, 1995.
- SILVA, M. L. Estrutura e organização de sinais de comunicação complexos: o caso do Sabiá-laranjeira *Turdus rufiventris* (Aves, Passeriformes, Turdinae). Tese de Doutorado, Programa

de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento. Universidade de São Paulo. 2001, 152p.

SILVA, M. L.; VIELLIARD, J. A aprendizagem vocal em aves: evidências comportamentais e neurobiológicas. In: HENRIQUES, A.; ASSIS, G.; BRITO, R.; MARTIN, W. L. (Eds.). **Estudos do Comportamento II**. Editora da UFPA: Belém, 2011.

SLABBEKOORN, H.; DEN BOER-VISSE, A. Cities Change the Songs of Birds. **Current Biology**, v. 16, p. 2326-2331, 2006.

SLABBEKOORN, H.; PEET, M. Birds sing at a higher pitch in urban Noise. **Nature**, v. 424, 2003.

SLABBEKOORN, H.; RIPMEESTER, E. A. P. Birdsong and anthropogenic noise: implications and applications for conservation. **Molecular Ecology**, v. 17, n. 1, p. 72-83, 2008.

SPENCER, K. A.; BUCHANAN, K. L.; GOLDSMITH, A. R.; CATCHPOLE, C. K. Song as an honest signal of developmental stress in the Zebra Finch (*Taeniopygia guttata*). **Hormones and Behavior**, v. 44, n. 2, p. 132-139, 2003.

SUEUR, J.; AUBIN, T.; SIMONIS, C. Seewave, a free modular tool for sound analysis and synthesis. **Bioacoustics**, v. 18, p. 213-226, 2008.

SUTHERS, R. A.; GOLLER, F.; PYTTE, C. The neuromuscular control of birdsong. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 354, p. 927-939, 1999.

TUBARO, P. L. Bioacústica aplicada a la sistemática, conservación y manejo de poblaciones naturales de aves. **Etología**, v. 7, p. 19-32, 1999.

TUBARO, P. L.; LIJTMAER, D. A. Environmental correlates of song structure in forest grosbeaks and saltators. **The Condor**, v. 108, p. 120-129. 2006.

TUMER, E. C.; BRAINARD, M. S. Performance variability enables adaptive plasticity of ‘crystallised’ adult birdsong. **Nature**, v. 450, n. 1240-1245, 2007.

- VERZIJDEN, M. N.; RIPMEESTER, E. A. P.; OHMS, V. R.; SNELDERWAARD, P.; SLABBEKOORN, H. Immediate spectral flexibility in singing chiffchaffs during experimental exposure to highway noise. **The Journal of Experimental Biology**, v. 213, p. 2575-2581, 2010.
- VAN BUSKIRK, J. Independent evolution of song structure and note structure in American Wood-warblers. **Proceedings of Royal Society of London, Series B**. v. 264, p. 755-761, 1997.
- VIELLIARD, J. M. E. O uso da bioacústica na observação de aves. **Anais II ENAVE**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. p. 98-121, 1987.
- VIELLIARD, J. M. E. A diversidade de sinais e sistemas de comunicação sonora na fauna brasileira. **I Seminário Música Ciência Tecnologia: Acústica musical**. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.
- VIELLIARD, J. M. E.; SILVA, M. L. A. Bioacústica como ferramenta de pesquisa em Comportamento animal. In: ASSIS, G.; BRITO, R.; MARTIN, W. L. (Eds.). **Estudos do Comportamento**. Editora da UFPA: Brasil. 2010.
- VIELLIARD, J. M. E; SILVA, M. L. A.; SUTHERS, R. A. Advances in Bioacoustics. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 76, n. 2, p. 189-466, 2004.
- WARD, S.; SPEAKMAN, J. R.; SLATER, P. J. B. The energy cost of song in the canary, *Serinus canaria*. **Animal Behaviour**, v. 66, p. 893-902. 2003.
- WELTY, J. C.; BAPTISTAL, L. **The life of birds**. Saunders: Orlando. 1962.
- WILEY, R. H.; RICHARDS, D. G. Adaptations for acoustic communication in birds: sound transmission and signal detection, p. 131-181. In: KROODSMA, D. E.; MILLER, E. H. (Eds.). **Acoustic communication in birds**. v. 1. Academic Press: New York. 1982.
- WILEY, R. H.; RICHARDS, D. G. Physical constraints on acoustic communication in the atmosphere: implications for the evolution of animal vocalizations. **Behavioral Ecology and**

**Sociobiology**, v. 3, p. 69-94, 1978.

WILKINSON, L. **SYSTAT: the system for statistics**. SYSTAT Inc. Chicago. 2002.

WOOD, W. E.; YEZERINAC, S. M. Song Sparrow (*Melospiza melodia*) song varies with urban noise. **Auk**, v. 123, p. 650-659, 2006.