

DUAN DA SILVA BRITO

Estudo comportamental de Besourão-de-rabo-branco *Phaethornis superciliosus* (AVES,  
TROCHILIDAE) no Parque Ecológico de Gunma

Belém-PA

2012

DUAN DA SILVA BRITO

Estudo comportamental de Besourão-de-rabo-branco *Phaethornis superciliosus* (AVES,  
TROCHILIDAE) no Parque Ecológico de Gunma

Exame de defesa de dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

**Área de Concentração:** Ecoetologia

**Orientador:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Luisa da Silva.

Belém-PA

2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Biblioteca Central da UFPA- Belém- PA

---

Brito, Duan da Silva

Estudo comportamental de besourão-de-rabo-branco  
*Phaethornis superciliosus* (AVES, TROCHILIDAE) no Parque Ecológico  
de Gunma / Duan da Silva Brito ; orientador, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Luisa da Silva. –  
2012.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de  
Teoria e Pesquisa do Comportamento, Programa de Pós-Graduação em  
Teoria e Pesquisa do Comportamento, 2012.

1. Beija-flor - Comportamento. 2. Som produzido por animais. 3.  
Observação de ave. 4. Parque Ecológico de Gunma (Santa Bárbara, Pará)  
I. Silva, Maria Luisa da, orient. II. Título.

CDD 22. ed.: 598.764

---



Serviço Público Federal  
Cidade Universitária Prof. José da Silveira Neto  
Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento  
Programa de Pós-Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento

### Dissertação de Mestrado

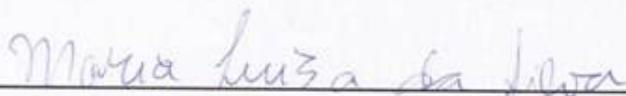
“Estudo comportamental de Besourão-de-rabo-branco *Phaethornis superciliosus* no parque Ecológico de Gunma”.

**Candidato:** DUAN DA SILVA BRITO

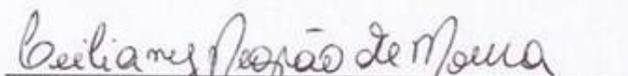
**Data da Defesa:** 05 de Março de 2012.

**Resultado:** Aprovada.

**Banca examinadora:**



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Luisa da Silva (UFPA), Orientadora.

  
\_\_\_\_\_  
Dr.<sup>a</sup> Leiliany Negrão de Moura (UFPA), Membro.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Prof. Dr. Frederic Sébe (Université Paris-Sud 11), Membro.

## Agradecimentos

À Universidade Federal do Pará pela estrutura física.

À orientação e a amizade da Profa. Dra. Maria Luisa da Silva, pois sem sua ajuda e contribuições, o trabalho dificilmente seria terminado.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento da Universidade Federal do Pará.

À CAPES pelo financiamento da bolsa.

À equipe do Laboratório de Ornitologia e Bioacústica da Universidade Federal do Pará pelo apoio ao trabalho de campo e pela amizade: Amanda de Almeida Monte, Luis Fernando Teixeira Nascimento, Danielson Aleixo, João dos Prazeres Lopes, Viviany Costa, Angélica Figueiredo e Rodrigo Matos.

Em especial a Amanda de Almeida Monte e Luis Fernando Teixeira Nascimento pela grande ajuda com a estatística.

À minha família pelo apoio em todos os momentos: Roseli Lima da Silva (mãe), Francisco Nazareno de Jesus Brito (pai), Tayse da Silva Brito (irmã) e Vicente Ferreira Alencar (avô).

À minha namorada Fernanda Briosso por sempre estar ao meu lado em todos os momentos e por me aturar.

## SUMÁRIO

Agradecimentos.....	i
Lista de figuras e tabelas.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
1 Introdução	
1.1 Comunicação.....	1
1.2 Vida em grupo.....	4
1.3 Sistemas de acasalamento.....	6
2 Justificativa.....	9
3 Objetivos	
3.1 Objetivo geral.....	10
3.2 Objetivos específicos.....	10
4 Metodologia	
4.1 Objeto de estudo.....	11
4.2 Área de estudo.....	15
5 Resultados e discussão	
5.1 Mapeamento.....	19
5.2 Frequência de canto.....	22
5.3 Teste de <i>playback</i> .....	25
5.4 Repertório vocal e variação individual.....	29
6 Conclusão.....	41
7 Referências bibliográficas.....	44

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1: Sonograma do canto de um indivíduo da espécie <i>Phaethornis superciliosus</i> .	3
Figura 2: Indivíduo da espécie <i>Phaethornis superciliosus</i> se alimentando. Fonte: Leiliany Negrão.	12
Figura 3: Mapa de distribuição da espécie <i>Phaethornis superciliosus</i> . De acordo com Sick, 1997.	12
Figura 4: Etograma de um indivíduo da espécie <i>Phaethornis superciliosus</i> emitindo seu canto. A: sem a presença de um intruso. B: com um intruso se aproximando. Fonte: retirado de Stiles & Wolf, 1979.	13
Figura 5: Etograma de um indivíduo da espécie <i>Phaethornis superciliosus</i> no momento de um encontro agonístico. Fonte: retirado de Stiles & Wolf, 1979.	14
Figura 6: Etograma de um indivíduo da espécie <i>Phaethornis superciliosus</i> . A: display sexual realizado pelo macho ao avistar a fêmea. B: cópula. Fonte: retirado de Stiles & Wolf, 1979.	14
Figura 7: Imagem do Parque Ecológico de Gunma, Santa Bárbara-PA.	16
Figura 8: Mapa de distribuição das arenas.	20
Figura 9: Mapa de distribuição dos poleiros dos indivíduos na arena I. POL 1: primeiro poleiro; POL 2: segundo poleiro; POL 3: terceiro poleiro; I-1, I-2 e I-3: os indivíduos.	21
Figura 10: Mapa de distribuição dos poleiros dos indivíduos na arena G. POL 1: primeiro poleiro; POL 2: segundo poleiro; G-1 e G-2: os indivíduos.	21
Figura 11: Média, erro padrão e desvio padrão da frequência de canto realizada na arena I ao longo do ano de 2011.	24
Figura 12: Gráfico das médias de emissão de canto dos indivíduos de <i>Phaethornis superciliosus</i> na arena I ao longo do dia.	25
Figura 13: Sonograma do canto espontâneo de um indivíduo de <i>P. superciliosus</i> da arena A.	27
Figura 14: Sonograma do canto de um indivíduo de <i>P. superciliosus</i> após o <i>playback</i> na arena A.	27
Figura 15: Frequência máxima e mínima do canto de um indivíduo de <i>P. superciliosus</i> na arena 3. 1: antes do <i>playback</i> ; 2: após o <i>playback</i> .	28
Figura 16: Duração e intervalo entre as notas do canto de um indivíduo de <i>P. superciliosus</i> na arena 3. 1: antes do <i>playback</i> ; 2: após o <i>playback</i> .	28
Figura 17: Ritmo de emissão de notas de indivíduos de <i>Phaethornis superciliosus</i> na arena A do PEG. AntesPB: antes do teste de <i>playback</i> ; ApósPB: após o teste de <i>playback</i> .	29
Figura 18: Sonograma do canto de um indivíduo da espécie <i>Phaethornis superciliosus</i> situado na arena I do PEG.	29

Figura 19: Gráfico da duração das notas e intervalo entre as notas do canto de 16 indivíduos de <i>Phaethornis superciliosus</i> dispostos em 6 arenas no PEG. Eixo X: indivíduos; Eixo Y: tempo em milissegundos.	30
Figura 20: Gráfico da Frequência mínima e máxima das notas do canto de 16 indivíduos de <i>Phaethornis superciliosus</i> dispostos em 6 arenas no PEG. Eixo X: indivíduos; Eixo Y: Frequência em Hz.	31
Figura 21: Gráfico do ritmo de emissão de notas do canto de 16 indivíduos de <i>Phaethornis superciliosus</i> dispostos em 6 arenas no PEG. Eixo X: indivíduos; Eixo Y: ritmo de emissão de notas em notas/segundo.	31
Figura 22: Diagrama de dispersão da Análise Principal de Componentes com base nos parâmetros físicos analisados: Frequência máxima e mínima, duração das notas, intervalo entre as notas e ritmo de emissão. Eixo x: fator 1; Eixo y: fator 2 com suas respectivas porcentagens.	33
Figura 23: Projeção dos vetores das variáveis nos componentes principais. Eixo x: fator 1; Eixo y: fator 2 com suas respectivas porcentagens.	34
Figura 24: Dendograma dos 16 indivíduos dispostos em 6 arenas no PEG com base nos seguintes parâmetros: frequência máxima e mínima, duração das notas, intervalo entre as notas e o ritmo de emissão.	36
Figura 25: Sonogramas de todos os indivíduos analisados separados por arenas. As notas com círculos azuis são diferentes; as notas com círculos verdes são compartilhadas.	39
Tabela 1: Relação das arenas, suas respectivas localizações geográficas e quantidade de indivíduos.	19
Tabela 2: Tabela de pontuação do <i>playback</i> 1	26
Tabela 3: Tabela de pontuação do <i>playback</i> 2.	26
Tabela 4: Arenas, número de indivíduos, número de tipo de notas dos indivíduos de cada arena e os tipos de notas compartilhadas.	32
Tabela 5: Arenas, número de indivíduos, número de tipo de notas dos indivíduos de cada arena e os tipos de notas compartilhadas.	40

## Resumo

A comunicação acústica em beija-flores durante muito tempo foi negligenciada em função da coloração conspícua que representa uma sofisticada comunicação visual da maioria dos representantes deste grupo. Entretanto, estudos recentes constataram que há indícios de aprendizagem vocal em algumas espécies de Trochilidae. O presente estudo aborda o comportamento vocal do beija-flor *Phaethornis superciliosus*, espécie abundante na região amazônica. Esta espécie apresenta como sistema de acasalamento a formação em arena, que consiste na agregação de machos em um pequeno território, onde se exibem para outros machos e fêmeas, com o intuito de atrair estas últimas para acasalar. O objetivo geral deste trabalho foi analisar o comportamento vocal de *P. superciliosus* dispostos em seis arenas no Parque Ecológico de Gunma, Santa Bárbara do Pará, 50 km ao norte de Belém, considerando a emissão e estrutura física do canto, seu repertório, a frequência de emissão ao longo do dia e do ano e a dinâmica das arenas. Verificamos que a população estudada apresenta um repertório vocal composto de duas notas que são emitidas de maneira alternada. Os cantos dos indivíduos analisados apresentaram diferenças significativas entre si considerando os parâmetros físicos do som (frequências máxima e mínima, duração e intervalo entre as notas e o ritmo de emissão das notas). Esta diferenciação inter-individual pode estar relacionada à seleção sexual, na qual o canto pode permitir o reconhecimento individual, sua posição social e seu

desempenho para a atração das fêmeas. Constatamos que a atividade vocal é mais intensa no segundo semestre, entre junho e novembro, período que provavelmente corresponde à estação reprodutiva. Realizamos testes de *playback*, que consistem em reproduzir um som previamente gravado e registrar a resposta provocada em uma das arenas em dois pontos distintos, simulando a entrada de outro indivíduo. Constatamos que o som emitido em resposta ao teste diferiu significativamente do canto espontâneo em todos os parâmetros físicos analisados. A resposta ao *playback* mostra que houve uma redução na faixa de frequência com que o canto foi emitido e o ritmo de emissão de notas mais rápido. Tais características do canto podem estar relacionadas a um comportamento mais agressivo. As arenas são formadas em áreas de borda e sempre próximas a igarapés, com o tamanho da área variando entre 86m<sup>2</sup> e 1314m<sup>2</sup>, compostas de dois a quatro indivíduos distantes de 7m a 72m entre si. Nossos resultados mostraram que a organização social da arena deve ser melhor compreendida através de estudos mais detalhados sobre o possível significado que as diferenças individuais no canto podem representar para o estabelecimento da posição hierárquica dos indivíduos nas arenas.

Palavras-chave: *Phaethornis superciliosus*, arena, comunicação acústica e Amazônia.

## Abstract

Acoustic communication in hummingbirds has long been neglected due to the conspicuous coloration that represents a sophisticated visual communication of most representatives of this group. However, recent studies have found that there is evidence of vocal learning in some species of Trochilidae. The present study focuses on the vocal behavior of the hummingbird *Phaethornis superciliosus*, abundant species in the Amazon region. This species has a mating system as formation of leks, which is the aggregation of males in a small territory, where they display to other males and females, in order to attract the latter to mate. The aim of this study was to analyze the vocal *P. superciliosus* arranged in six leks in Gunma Ecological Park, Santa Bárbara do Pará, 50 km north of Belém, considering the issue and physical structure of the song, his repertoire, the frequency of issue throughout the day and year and the dynamics of leks. We found that the population presented a vocal repertoire consisting of two notes that are issued alternately. The songs of the individuals analyzed showed significant differences between them considering the physical parameters of sound (maximum and minimum frequency, duration and interval between the notes and the rhythm of emission of the notes). This inter-individual differentiation may be related to sexual selection, in which the song may allow individual recognition, their social position and its performance for attracting females. We found that the vocal activity is more intense between June and November, a period that probably

corresponds to the breeding season. We conducted playback tests, which consist of playing a previously recorded sound and record the response triggered in one of the leks in two different sites, simulating the input of another individual. The playback response is significantly different from the spontaneous song in all parameters. The response to the playback shows the songs that a reduction in the frequency range in which the song was issued and the rate of emission of notes faster. These call features can be related to a more aggressive behavior. The leks are formed in edge areas and always near streams, with the size of the area ranging between 86m<sup>2</sup> and 1314m<sup>2</sup>, composed of two to four individuals 7m to 72m away from each other. Our results showed that the social organization of the lek should be better understood by more detailed studies on the possible meaning that individual differences in the songs may represent for the establishment of the hierarchical position of individuals in the leks.

Key-words: *Phaethornis superciliosus*, leks, acoustic communication and Amazônia.

## 1. Introdução

### 1.1 Comunicação

Todos os animais precisam se comunicar, ou seja, trocar informações que permitem aos indivíduos sobreviver e se reproduzir. A comunicação animal envolve, além de um emissor e de um receptor, um sinal que possa carregar a informação desejada e transmiti-la de maneira eficiente. Este sinal pode ser de natureza química ou física (Vielliard, 2004).

As aves são conhecidas por apresentarem seu sistema visual bem desenvolvido, entretanto, a comunicação acústica prevalece na maioria dos representantes deste grupo (Silva & Vielliard, 2011), pois em ambientes com baixa luminosidade, como as florestas, nas quais a visualização dos indivíduos envolvidos é dificultada, o sinal sonoro é mais eficiente para comunicação, pois, diferentemente da luz, ultrapassa obstáculos e se propaga por longas distâncias (Endler, 1993; Krebs & Davies, 1996; Kumar, 2003; Silva & Vielliard, *op.cit*).

Estudos evolutivos confirmaram que o canto é fundamental para sobrevivência da maioria das espécies de aves. O ambiente físico e outros fatores ecológicos desempenham um papel importante na formação das vocalizações, de modo que espécies que ocupam habitats semelhantes possuem sinais sonoros mais semelhantes do que espécies que são

estritamente relacionadas, porém ocupando habitats distintos (McCracken & Sheldon, 1997).

Duas estratégias básicas de comunicação sonora são identificadas entre os animais, e as opções ficam entre utilizar sinais simples, porém previsíveis ou sinais complexos sujeitos a modificações que os tornam mais ou menos imprevisíveis. Nos dois casos, as funções dos sinais são de indicar a presença e posição ao longo do tempo, participando de regulação (aproximação e afastamento) de indivíduos da mesma espécie, variando a função do sinal de acordo com o gênero, parentesco e sazonalidade (Vielliard, 2004). Dentre as funções do sinal, a de reconhecimento vem sendo investigada para se verificar qual o mínimo de informação necessária para que seu receptor o reconheça como outro representante da mesma espécie. Este sinal é definido como o “canto funcional” (Vielliard, 1987), cuja estrutura precisa ser característica da espécie, ao contrário das demais vocalizações que possuem outras funções, como, por exemplo, alarme (Vielliard, *op.cit.*; McCracken & Sheldon, 1997).

Estudando indivíduos de *Phaethornis superciliosus* na Costa Rica, Stiles e Wolf (1979) constataram a ocorrência de três tipos de vocalizações dentro da arena, identificadas como o chamado de voo, os gritos de agressividade e as notas de perseguição. O canto desta espécie de beija-flor é composto de duas notas denominadas de “A” e “B” (Figura 1).

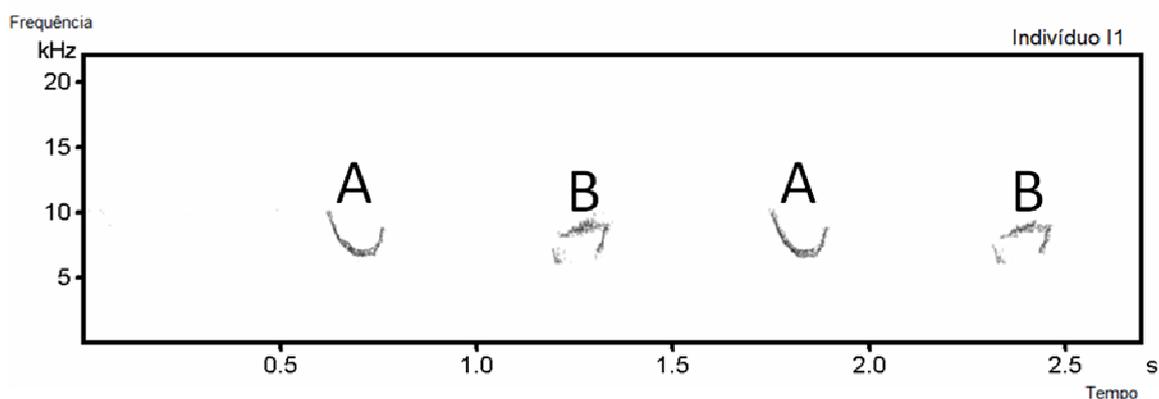


Figura 1: Sonograma do canto de *Phaethornis superciliosus*.

Os sinais sonoros variam e são condizentes com o estado fisiológico em que o emissor se encontra e com isso, o receptor em potencial torna-se capaz de gerar uma resposta adequada a partir do que foi informado: identidade específica, identificação do sexo, receptividade para acasalamento, disponibilidade e alocações de recursos; situações de perigo; e coordenação de ações relativas a situações específicas (Fandiño-Mariño, 1989; Krebs & Davies, 1996; Vielliard, 2004; Cross, 2009).

Os cantos podem ser determinados geneticamente, os quais são conhecidos por serem estereotipados (fixos) e com uma estrutura sonora simples permitindo que as espécies mantenham a coesão intraespecífica, pois se um indivíduo desvia do padrão, este não será reconhecido como membro da espécie e conseqüentemente será eliminado (contra-seleção). Outra modalidade de canto é o aprendido, que consiste em uma estratégia de se desenvolver um sinal mais complexo e flexível requer um mecanismo ontogênico distinto, a aprendizagem. Acreditava-se que somente pássaros canoros (Passeriformes Oscines) apresentavam esta modalidade de canto,

mas o canto aprendido se desenvolveu em dois outros grupos de aves - Psittaciformes, ordem dos papagaios, periquitos, cacatuas e araras e Trochiliformes, ordem dos Beija-flores (Vielliard, 2004).

Um das consequências do aprendizado vocal é a possibilidade de surgirem dialetos entre as populações isoladas, em que os indivíduos juvenis de algumas espécies de aves imitam os sons dos adultos e, então, permanecem geralmente na mesma área onde os sons foram aprendidos, de modo que machos territoriais adjacentes apresentam sons semelhantes. Outra consequência desta modalidade de canto é o aumento no tamanho do repertório vocal (Kroodsma & Miller, 1996; Gonzáles & Ornelas, 2009), por exemplo, em alguns Oscines o repertório de vocalizações pode ser composto por até mil tipos de sons (Kroodsma & Miller *op.cit.*).

## 1.2 Vida em grupo

Em ambiente natural, os indivíduos tendem a se agregar em grupos por vários motivos, entre eles, a alimentação e proteção contra predadores potenciais, os quais influenciam diretamente no tamanho do grupo a ser formado (Krebs & Davies, 1996; Pough *et al.*, 2008), entretanto, em alguns insetos sociais, como a formiga *Lasius Niger*, o nível de agregação é determinado por outros parâmetros ecológicos, como a defesa da colônia e dos locais do forrageamento (Sakata & Katayama, 2001). As interações sociais entre indivíduos são modificadas pelo ambiente, assim como as relações entre

as necessidades energéticas, a distribuição de recursos e os sistemas sociais (Pough, *op.cit.*).

A evolução do comportamento social e aumento da complexidade das interações entre os indivíduos foram possíveis com a aprendizagem social que consiste na flexibilidade de repertório interativo e mudanças ontogenéticas sensíveis ao ambiente em que as interações ocorrem o que permite a transmissão de informações de maneira mais eficiente (Jablonka & Lamb, 2009).

A vida em grupo apresenta muitos benefícios, como o incremento na vigilância, com isso, os indivíduos dispõem de mais tempo para outras atividades, como alimentação (Krebs & Davies, *op. Cit.*; Brown, *op.cit.*; Sakata & Katayama, 2001; Bradley & Bridget, 2005; Waterman & Roth, 2007). Em alguns grupos existem os “trapaceiros”, que por estarem em um grupo grande, não gastam seu tempo vigiando, visto que há outros que o fazem, com isso estes ganham mais tempo para se alimentar. Entretanto há benefícios em ser o vigilante, pois ele é o primeiro a avistar o predador e tem mais chances de escapar (Alberts, 1994; Cameron & Du Toit, 2005; Roux *et al.*, 2009).

Contudo, a vida em grupo também apresenta suas desvantagens, como o aumento da competição dentro da população, principalmente por alimento e parceiros sexuais. Além disso, o risco de infecção dentro da população aumenta de acordo com o tamanho do grupo formado, os predadores avistam o grupo mais facilmente do que se os indivíduos vivessem solitários, além da existência de canibalismo, infidelidade, dentre outros (Krebs & Davies, *op. cit.*).

### 1.3 Sistemas de acasalamento

Em aves, o comportamento reprodutivo é bem estudado, pois os primeiros estudos utilizaram este grupo como modelo (Pough *et al.*, 2008). Os diferentes sistemas de acasalamento requerem maior habilidade de um dos sexos (principalmente os machos), em criar mecanismos (por exemplo, exibições elaboradas) para atrair um parceiro para reprodução, como também para ajudar na defesa de território e dos recursos de acasalamento (Reynolds, 1996). A monogamia, que é o sistema de acasalamento definido quando um macho e uma fêmea formam um par unido tanto a curto como a longo prazo (Krebs & Davies *op.cit.*) e está presente em 91,6% das aves. A poligamia pode ser subdividida em poliginia, poliandria e promiscuidade e consiste no acasalamento com mais de um parceiro no mesmo período reprodutivo. Aproximadamente 6% das aves apresentam como sistema de acasalamento a promiscuidade (machos e fêmeas acasalam com mais de um indivíduo), cerca de 2% são poligínicas (um macho pode acasalar com mais de uma fêmea) e 0,4% são poliândricas, em que uma fêmea acasala com mais de um macho (Gowati & Mock, 1985; Parker & Burley, 1998; Bradley & Bridget, 2005 Pough *et al*, 2008).

Espécies monogâmicas apresentam maior sucesso reprodutivo que espécies poligâmicas, porque as primeiras possuem um parceiro fixo e a transmissão dos seus genes para a prole é garantida, bem como o cuidado biparental, o qual maximiza as chances de sobrevivência dos filhotes,

diferentemente destas últimas que geralmente há um macho dominante com a taxa reprodutiva mais elevada do que os demais machos do grupo (Alcock, 2009).

Em alguns não-passeriformes, como os beija-flores, há a formação de arenas, que consiste na agregação de machos em um pequeno território, onde se exibem para outros machos e fêmeas, com o intuito de atrair estas últimas para acasalar. Este comportamento caracteriza uma forma de poliginia, pois são as fêmeas que escolhem o macho e o mesmo indivíduo pode acasalar com mais de uma fêmea (Stiles & Wolf, 1979; Payne, 1984; Johnsgard, 1994; Pizo & Silva, 2001). Além disso, características como a ausência de recursos básicos requeridos pelas fêmeas nos territórios de exibição, a ausência de cuidado parental por parte dos machos, os machos contribuem apenas com os gametas e a fêmea é quem seleciona o parceiro em potencial, também podem ser utilizados na definição deste sistema de acasalamento (Bradbury, 1981). Este comportamento ocorre em uma variedade de aves, alguns mamíferos, anuros e certos insetos (Stiles & Wolf, *op.cit.*; Johnsgard, *op.cit.*).

A pressão seletiva exercida sobre machos que possuem características eficientes de agressividade e de corte, juntamente com a emancipação destes machos para a reprodução tem produzido dimorfismo bem acentuado em algumas espécies que apresentam o comportamento em arena (Winne-Edwards, 1962; DuVal & Kempnaers, 2008). Porém, não é o que ocorre em espécies do gênero *Phaethornis* em que tal comportamento reprodutivo é

característico e o dimorfismo sexual quanto à plumagem e ao tamanho não são características evidentes (Stiles & Wolf, *op.cit.*).

Nas arenas pode haver a presença de machos intrusos, os quais se localizam nas regiões periféricas emitindo seu canto a espera de uma oportunidade para adentrar na arena (Barash, 1971). Esses machos podem influenciar diretamente na taxa de aprendizagem vocal dos machos residentes, como foi visto ocorrer para a espécie *Campylopterus curvipennis* (González & Ornelas, 2009).

A evolução do sistema de acasalamento em arena pode estar limitada às espécies nas quais os machos dedicam grande parte de seu tempo e energia defendendo seus territórios e se exibindo para as fêmeas (Snow, 1962, 1963). As arenas oferecem vantagens para ambos os sexos, pois os machos têm maior probabilidade de encontrar uma parceira para acasalar e as fêmeas podem fazer comparações entre os indivíduos da arena e escolher o “melhor”, além de reduzir o risco de predação, bem como os custos energéticos da procura de parceiros (Bradbury & Gibson, 1983; Höglund & Alatalo, 1995; Dastagir *et al*, 1997).

## 2. Justificativa

A forma como ocorre a propagação do canto em espécies que vivem em ambientes florestais é pouco compreendida e o *Phaethornis superciliosus* pode ser um modelo adequado, pois costuma empoleirar-se no sub-bosque da mata e em áreas de borda, permitindo um acesso relativamente fácil, para a gravação de seu canto, bem como para sua observação. Além do mais, este estudo proporciona um aumento no conhecimento sobre mecanismos reprodutivos de espécies tropicais, o que é essencial para o entendimento dos mecanismos comportamentais em geral e para esforços de conservação.

### 3. Objetivos

#### 3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo central a análise do comportamento vocal da espécie *Phaethornis superciliosus* no Parque Ecológico de Gunma, considerando a emissão e estrutura física do canto e seu repertório, bem como a frequência de emissão ao longo do dia e do ano e a dinâmica das arenas.

#### 3.2 Objetivos específicos:

- Verificar quantidade de indivíduos presentes em cada arena e mapear os pontos de ocorrência dos indivíduos e das arenas;
- Delimitar a distância entre os indivíduos dentro da arena, assim como a área da mesma;
- Descrever a frequência diária e anual com que os indivíduos da espécie *P. superciliosus* emitem seu canto;
- Analisar a estrutura do canto da espécie, a fim de averiguar se há diferenças individuais em relação às notas constituintes do canto;
- Averiguar a resposta dos indivíduos ao teste de *playback*.

## 4 Metodologia

### 4.1 Objeto de estudo

O *P. superciliosus*, conhecido popularmente como Besourão-de-rabo-branco (figura 2), apresenta retrizes centrais longas e pontas brancas que chamam a atenção por seu movimento quando a ave está vocalizando. Os padrões faciais são marcantes, vermelho ou laranja no bico, lado ventral cinza e listras claras da cabeça ocre-pálido. Apresentam medidas de comprimento aproximado de 165 a 170 mm, asa 63 mm, bico 37 a 39 mm e cauda 65 mm. Não apresenta dimorfismo sexual. Seu bico é comprido, provavelmente tornando-se uma ferramenta eficaz na alimentação de néctar em flores com corolas compridas. Apresenta coloração discreta frente ao ambiente florestal onde vive, habita o sub-bosque de áreas florestais e bordas de mata. A nidificação está entregue exclusivamente aos cuidados da fêmea (Stiles & Wolf, 1979; Sick, 1997).



Figura 2: Indivíduo da espécie *Phaethornis superciliosus* se alimentando. Fonte: Leiliany Negrão.

Ocorre em áreas da floresta amazônica (figura 3), como também nas capoeiras do estuário do Rio Amazonas e ocorre em parte da América do Sul, exceto no Uruguai, Argentina, Chile e a região não amazônica do Brasil (Sick, *op. cit.*).



Figura 3: Mapa de distribuição da espécie *Phaethornis superciliosus*. De acordo com Sick, 1997.

Os machos apresentam exibições visuais de acordo com a situação ocorrente, como por exemplo, ao emitir seu canto sem a presença de um intruso há movimentação concomitante da cauda e da cabeça, a primeira em vertical e a segunda na horizontal (figura 4A). Entretanto quando ocorre a aproximação de outro macho, o residente canta de maneira mais intensa e a cauda se movimenta vigorosamente formando um ângulo de aproximadamente 90° com o corpo (figura 4B).

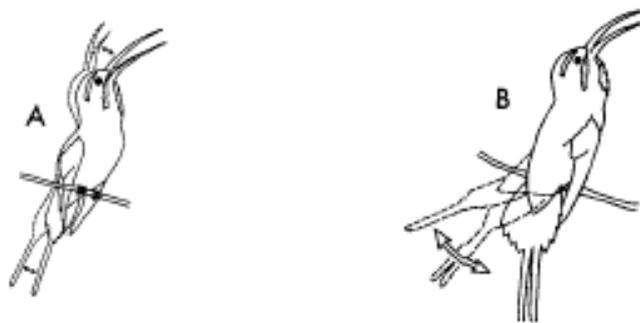


Figura 4: Etograma de um indivíduo da espécie *Phaethornis superciliosus* emitindo seu canto. A: sem a presença de um intruso. B: com um intruso se aproximando. Fonte: retirado de Stiles & Wolf, 1979.

No caso de um macho intruso adentrar a arena, este se aproxima a uma distancia que varia de 15 a 20 cm do residente que está empoleirado, em seguida, ambos começam a emitir um som semelhante a um estalo (produzido pelo bico) e, então, voam em todas as direções conservando a distância entre eles, mas sem parar de emitir tal som (figura 5).

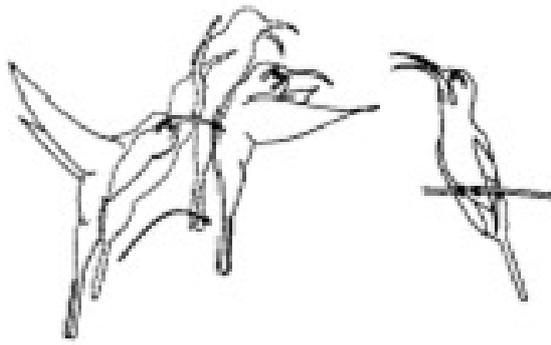


Figura 5: Etograma de um indivíduo da espécie *Phaethornis superciliosus* no momento de um encontro agonístico. Fonte: retirado de Stiles & Wolf, 1979.

Outro *display* visual realizado por machos desta espécie ocorre no momento em que a fêmea está presente na arena, com isso, os residentes emitem seu canto de maneira intensa deslocando-se de um lado para outro em seus respectivos poleiros, sem deixar de movimentar a cauda (semelhante como ocorre quando um intruso adentra a arena) e a cabeça (figura 6A). A partir deste *display*, a fêmea escolhe o macho com o qual irá copular e, então, empoleira-se enquanto que o macho escolhido se desloca para o mesmo poleiro onde ocorrerá a cópula (figura 6B).

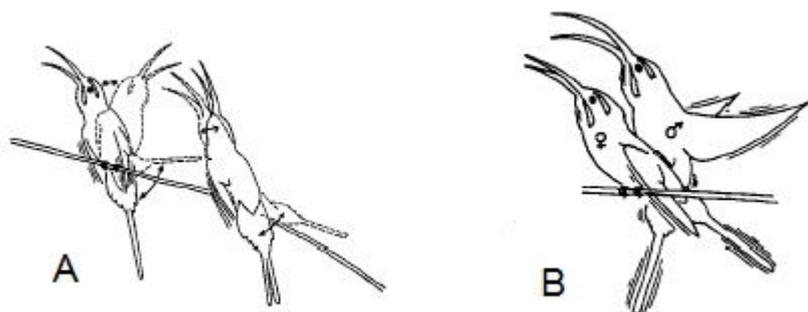


Figura 6: Etograma de um indivíduo da espécie *Phaethornis superciliosus*. A: display sexual realizado pelo macho ao avistar a fêmea. B: cópula. Fonte: retirado de Stiles & Wolf, 1979.

## 4.2 Área de estudo

O Parque Ecológico de Gunma (PEG) está localizado no município de Santa Bárbara do Pará (figura 7), nordeste do Estado do Pará, a 50 km de Belém ( $1^{\circ}13'00.86''S$  e  $48^{\circ}17'41.18''W$ ), à altura do km 18 da rodovia PA-391. A rodovia conhecida como Belém-Mosqueiro corta o Parque e o divide em duas porções desiguais. A esquerda, com cerca de 140 ha, localiza-se a base física, alojamentos, viveiros, residências e parcelas demonstrativas de sistemas agro-florestais e a direita situa-se as áreas de florestas de terra firme, várzeas e igapós, com aproximadamente 400 ha. O clima é do tipo tropical úmido, com temperatura média em torno de  $26^{\circ}C$ . A vegetação dominante é a floresta de terra firme que corresponde a cerca de 80% da cobertura vegetal (Almeida *et al.*, 2003).

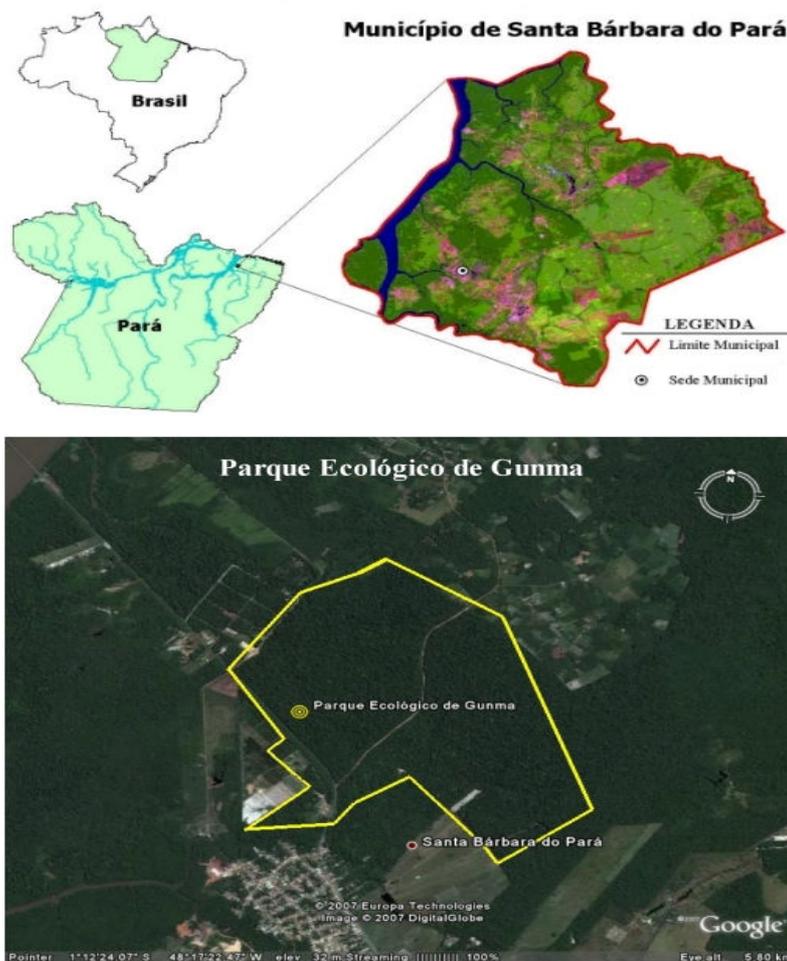


Figura 7: Imagem do Parque Ecológico de Gunma, Santa Bárbara-PA.

As trilhas e as áreas do entorno do Parque Ecológico de Gunma foram percorridas e os pontos de ocorrência registrados no GPS (*Global Positioning System*) Garmin Etrex 60 Cx a partir do contato visual e/ou auditivo com indivíduos da espécie. Quantificamos o número de indivíduos em cada arena, bem como a distância entre estes indivíduos e o tamanho de cada arena com o auxílio dos programas *Mapsource* 6.16.3 © 1999-2010 Garmin Ltd. © *Google Earth* Inc. 6.1.0.5001. A coleta de dados em campo foi realizada ao longo do

ano de 2011, durante o período ativo dos indivíduos (entre 6h e 18h) através da identificação visual e/ou auditiva de exemplares da espécie estudada com o auxílio de binóculo *Bushmaster* 10x50 e registro de som com o microfone profissional *Senheiser* ME-67 e os gravadores digitais *Marantz* PMD660 e *Tascam* DR-1. No Laboratório de Ornitologia e Bioacústica da UFPA foram utilizados os programas *AviSoft* SAS Lab Pro 4.3 © *Avisoft Bioacoustics* 2009 para a análise dos parâmetros físicos do som, em que 40 notas de cada indivíduo foram analisadas.

As análises estatísticas foram feitas com o programa *Statistica* 7.1 © *Statsoft*, Inc. 1984-2005, com o qual foram realizados os testes ANOVA e Kruskal-Wallis para dados paramétrico e não-paramétricos, respectivamente. Dentro da estatística multivariada utilizamos a Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Cluster

Para entender o quanto que os indivíduos observados cantam ao longo do dia e do ano, verificamos a frequência de canto, que foi realizada de janeiro a dezembro de 2011 na arena I. Contabilizamos o número de emissões de canto completo (quando o indivíduo emite as notas “A” e “B”) a cada 30 minutos ao longo de 12 horas (6h às 18h – período ativo). Aproximadamente 92% dessa etapa foi feita em mais de uma visita, na qual em um dia realizávamos a frequência de canto no período da tarde e no dia seguinte pela manhã.

O teste de playback consistiu, primeiramente, na escolha do indivíduo que estava vocalizando, logo após, gravamos aproximadamente 5 (cinco)

minutos desta vocalização, com a finalidade de averiguar seu estado fisiológico (pré-playback). Para essas gravações, foram utilizados os gravadores e microfones supracitados. Posteriormente, um auto-falante JWL (VWA -6110) foi posicionado à aproximadamente 3 metros do local em que o indivíduo estava emitindo o sinal sonoro, simulando a entrada de um intruso na arena. Um cabo de aproximadamente 3 (três) metros é conectado ao auto-falante e a um aparelho MP4, no qual estão armazenados os sons em formato wav, e por fim, reproduzimos estes sons e observamos sua resposta.

Realizamos dois testes de *playback* na arena A, no início do mês de outubro de 2010, no qual simulamos a entrada de um intruso em dois pontos na arena (S01°12'44.3"W048°17'28.9" e S01°12'43.9"W048°17'28.7"), em seguida, anotamos as reações provocadas nos receptores e pontuamos com 1 e 0 para a ocorrência ou ausência dos seguintes comportamentos observados como resposta: Aproximação menor que 3 metros da fonte sonora (Aprox. < 3m), aproximação menor que 1 metro da fonte sonora (Aprox. < 1m), vocalização, Movimentação e vocalização, defesa coletiva e ataque à fonte sonora.

## 5. Resultados e Discussão

### 5.1 Mapeamento das arenas

Foram contabilizadas 6 (seis) arenas e cada uma delas é composta de 2 (dois) a 4 (quatro) indivíduos (tabela 1), que se empoleiram em ramos de galhos finos localizados no extrato baixo da vegetação, em que estes vocalizam com o intuito de atrair fêmeas e de sinalizar para outros machos que aquele poleiro tem dono.

Tabela 1: Relação das arenas, suas respectivas localizações geográficas e quantidade de indivíduos.

Arenas	Coordenadas (pontos de escuta)	Nº de indivíduos
Arena A	S01°12'44.3"W048°17'28.9"	4 (A1, A2, A3 e A4)
Arena D1	S01°11'47.5"W048°17'31.7"	2 (D1-1 e D1-2)
Arena D2	S01°11'52.9"W048°17'22.7"	2 (D2-1 e D2-2)
Arena G	S01°14'25"W048°17'51.2"	2 (G1 e G2)
Arena I	S01°11'50.6"W048°18'07.5"	3 (I1, I2 e I3)
Arena M	S01°11'50.6"W048°17'54.8"	3 (M1, M2 e M3)

As arenas, geralmente, são formadas em áreas de borda e sempre próximas a igarapés e se distribuem ao longo do Parque Ecológico de Gunma, com exceção da arena G que se localiza a pouco mais de 2,5 km da sede do Parque e da arena I, que está situada no Condomínio Bom Jesus, a menos de 500 metros do limite territorial do Parque (figura 8).

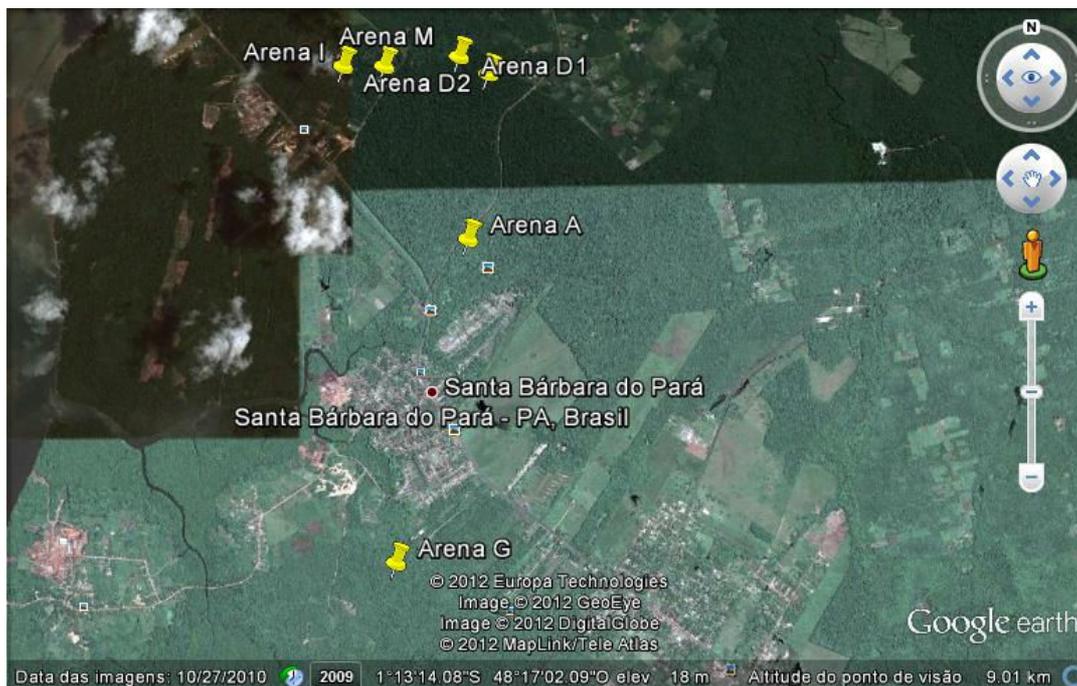


Figura 8: Mapa de distribuição das arenas.

Calculamos a área de cada arena e verificamos que a arena I possui a maior área com  $1314 \text{ m}^2$  (figura 9), seguida pela arena A com  $1286 \text{ m}^2$  e a menor delas foi a arena G com  $86 \text{ m}^2$  (figura 10).

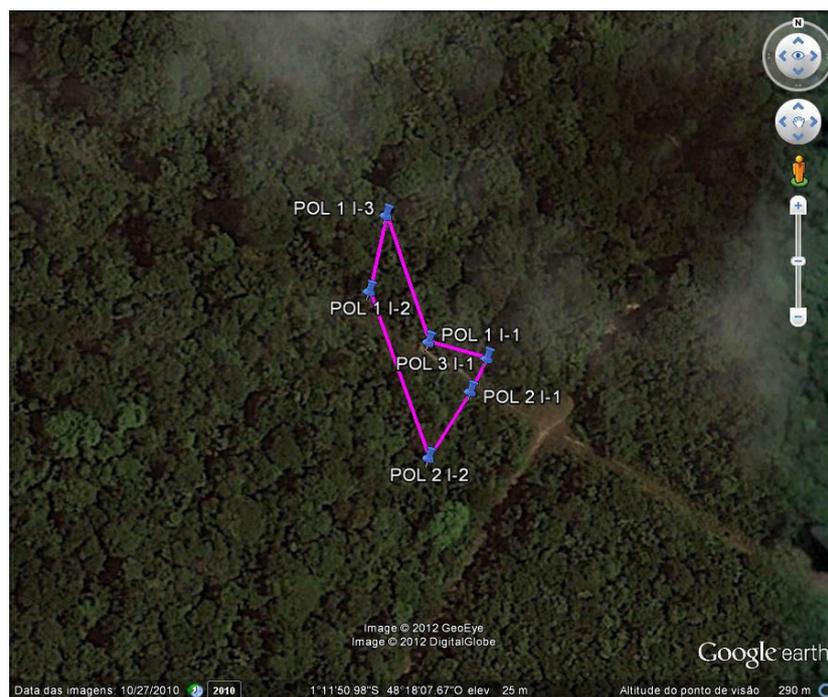


Figura 9: Mapa de distribuição dos poleiros dos indivíduos na arena I. POL 1: primeiro poleiro; POL 2: segundo poleiro; POL 3: terceiro poleiro; I-1, I-2 e I-3: os indivíduos.



Figura 10: Mapa de distribuição dos poleiros dos indivíduos na arena G. POL 1: primeiro poleiro; POL 2: segundo poleiro; G-1 e G-2: os indivíduos.

A distância relativa entre os poleiros dos indivíduos variou entre 7 e 72 metros. Esta variação de distância pode estar relacionada com as distâncias mínima e máxima audível, para que o canto de um indivíduo não se sobreponha ao do seu vizinho e a fêmea consiga diferenciá-lo e localizá-lo. A posição de cada indivíduo dentro da arena pode estar relacionada com a questão hierárquica, em que os dominantes situam-se em poleiros mais centrais, enquanto que demais se localizam nas regiões periféricas (Bro-Jørgensen & Durant, 2002). Assim como a posição dentro da arena, a quantidade de poleiros pode também estar relacionada a esta questão, pois indivíduos que possuem mais poleiros podem tanto ser os dominantes (com uma área maior) ou os periféricos que ainda não se estabeleceram e estão em disputa para garantir seu espaço. A partir deste fato, propomos uma hipótese para ser testada futuramente: verificar se o número de poleiros e de encontros agonísticos sofridos por um indivíduo pode estar relacionado com a dominância dentro da arena.

## 5.2 Frequência de emissão de canto

Após a coleta destes dados, verificamos que os indivíduos começaram sua atividade por volta de 5 minutos antes do nascer do sol e cessaram a emissão do canto cerca de 35 minutos antes do pôr-do-sol. Observamos que ao longo do dia alguns fatores abióticos, principalmente luminosidade e pluviosidade podem influenciar o número de emissão de canto. Em

aproximadamente 90% das observações, os indivíduos tiveram sua atividade vocal interrompida após chuva forte.

O período de menor atividade vocal corresponde aos meses de Dezembro a Maio e a maior atividade ocorre de Junho a Novembro (figura 11). O período em que a atividade vocal é menos intensa coincide com a época de maior incidência de chuvas, já o período de maior atividade é concomitante aos meses mais quentes e ensolarados do ano na região de Belém e talvez este fato possa influenciar o nível de atividade ao longo do ano. E para averiguar este dado com mais precisão, propomos mais adiante medir tais fatores abióticos (luminosidade, temperatura e umidade) e correlacioná-los com o número de emissão de canto ao longo do ano.

Calculamos a média de emissão de canto para cada mês do ano de 2011 e verificamos que os machos da arena I, apresentam maior atividade vocal no mês de julho (média igual a 43,7 cantos por minuto), enquanto que o mês de menor atividade foi fevereiro em que não houve nenhum registro sonoro durante o período de realização da frequência de canto. A quantidade de emissão de canto é praticamente constante entre Dezembro e Janeiro e crescente a partir de Março. Entre Junho e Outubro não há uma variação expressiva e a partir de Novembro a média de emissão sonora começa a decair (figura 11). Além disso, calculamos também a média de emissão de canto dos meses de Dezembro a Maio (igual a 9 cantos por minuto) e de Junho a Novembro (igual a 40 cantos por minuto) e constatamos que neste último, período correspondente à estação seca, os indivíduos apresentaram atividade

vocal cerca de 4 vezes mais intensa do que na estação chuvosa. Houve uma grande variação na emissão de canto em cada mês, porém esta variação foi praticamente equivalente em todos os meses, com exceção de Fevereiro, pois não ocorreu nenhum registro sonoro (figura 11). Além disso, verificamos que os indivíduos, ao longo do dia entre 8h e 10h30min, emitiram uma média superior a 35 cantos por minuto, já no período da tarde essa média só foi alcançada entre 14h e 14h30min e entre 15h e 15h30min. A partir desse momento, a média de emissão sonora decaiu até zero entre 17h30min e 18h (figura 12).

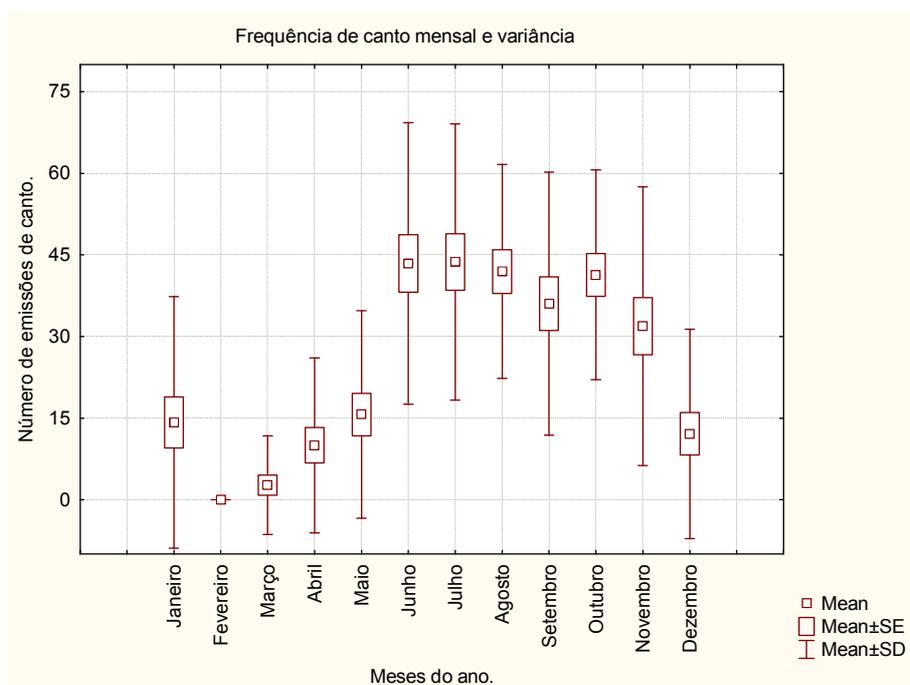


Figura 11: Média, erro padrão e desvio padrão da frequência de canto realizada na arena I ao longo do ano de 2011.

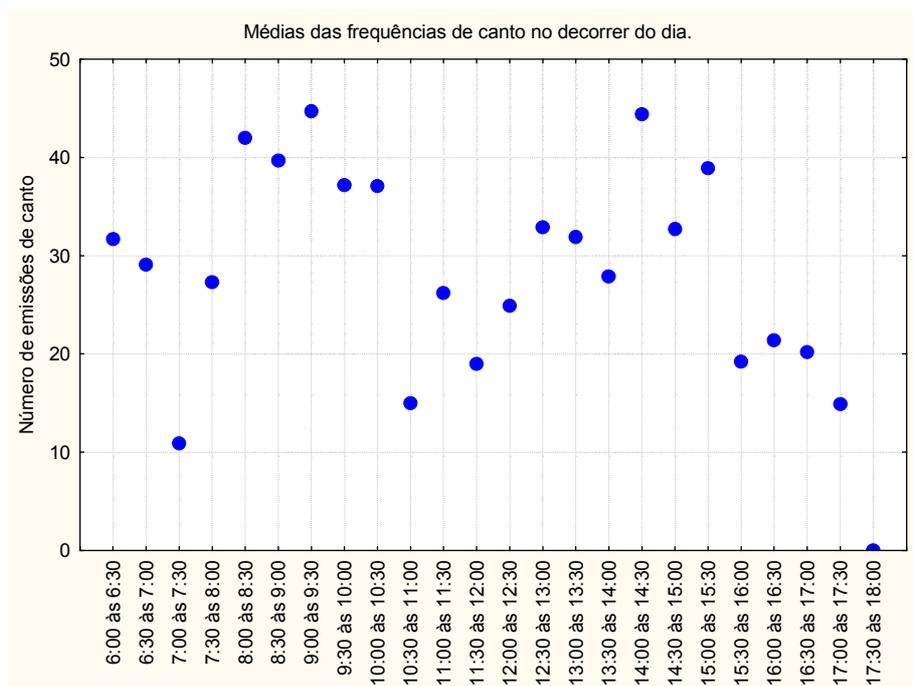


Figura 12: Gráfico das médias de emissão de canto dos indivíduos de *Phaethornis superciliosus* na arena I ao longo do dia.

### 5.3 Teste de *playback*

No primeiro teste, o auto-falante estava em um ponto a aproximadamente 3 metros do poleiro de um dos machos residentes (S01°12'44.3"W048°17'28.9") e ao reproduzirmos o som de outro indivíduo, o macho residente, entre 3 e 5 segundos, encontrou a fonte sonora. Houve intensa movimentação e vocalização em torno do auto-falante, culminando com o ataque físico do macho residente à fonte sonora (tabela 2). O outro teste foi realizado em outro ponto (S01°12'43.9"W048°17'28.7") da arena, a pouco mais de 8 metros do ponto anterior, em que o auto-falante foi posicionado à cerca de 4 metros do poleiro no qual o macho residente estava vocalizando, e no momento da reprodução do canto do provável intruso, em questão de 5

segundos, todos os 4 indivíduos da arena se deslocaram em direção à fonte sonora e voando em duplas, movimentaram-se e vocalizaram intensamente, porém sem atacá-la (tabela 3). A movimentação que ocorreu no primeiro teste aconteceu de maneira aleatória, pois não houve nenhum padrão de distância e nem de posição em relação à fonte sonora, já no segundo teste, a movimentação foi aparentemente “ordenada” em que os 4 machos residentes voaram em duplas ao redor da fonte a uma distância relativamente constante de quase 60 centímetros por aproximadamente 1 minuto (tabela 3). O fato de que no teste de *playback* 2 ter ocorrido o recrutamento dos demais machos, sugere que, provavelmente, há uma relação de dominância entre os machos residentes da arena e para uma análise mais precisa desta questão, sugerimos como projeto futuro a realização de novos testes de *playback* normal e modificado (alterando alguns parâmetros).

Tabela 2: Tabela de pontuação do *playback* 1.

Aprox. < 3m	Aprox.< 1m	Vocalização	Movimentação e vocalização	Defesa coletiva	Ataque a fonte de <i>playback</i>
1	1	1	1	0	1

Tabela 3: Tabela de pontuação do *playback* 2.

Aprox. < 3m	Aprox.< 1m	Vocalização	Movimentação e vocalização	Defesa coletiva	Ataque a fonte de <i>playback</i>
1	1	1	1	1	0

Após os experimentos de *playback*, prosseguiram-se as análises dos parâmetros físicos do som, em que os sonogramas gerados (figuras 13 e 14) com os cantos espontâneos e com os cantos gravados após o teste de *playback* foram comparados estatisticamente. Com base nestes dados, averiguamos que todos os parâmetros testados apresentaram diferenças significativas (figuras 15, 16 e 17). Observamos que a frequência máxima diminuiu e a mínima aumenta e, com isso, a amplitude das notas diminuiu, além disso, a faixa de frequência ficou mais curta e o intervalo entre as notas diminuiu e conseqüentemente, o ritmo de emissão das notas fica mais intenso.

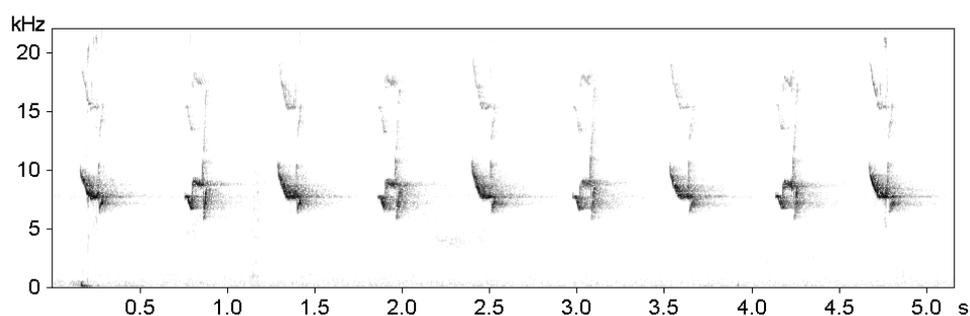


Figura 13: Sonograma do canto espontâneo de um indivíduo de *P. superciliosus* da arena A.

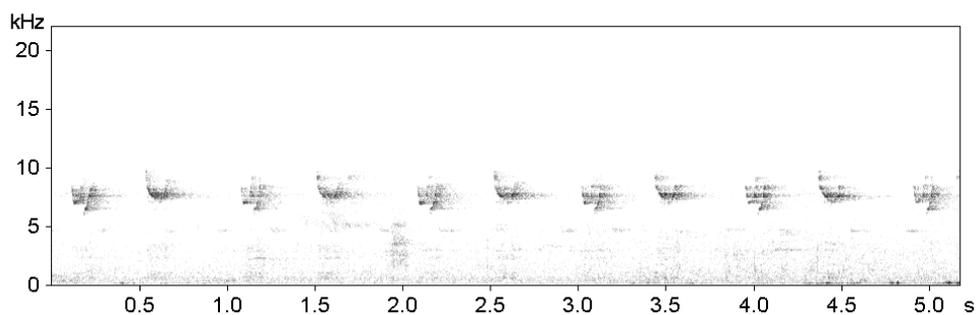


Figura 14: Sonograma do canto de um indivíduo de *P. superciliosus* após o *playback* na arena A.

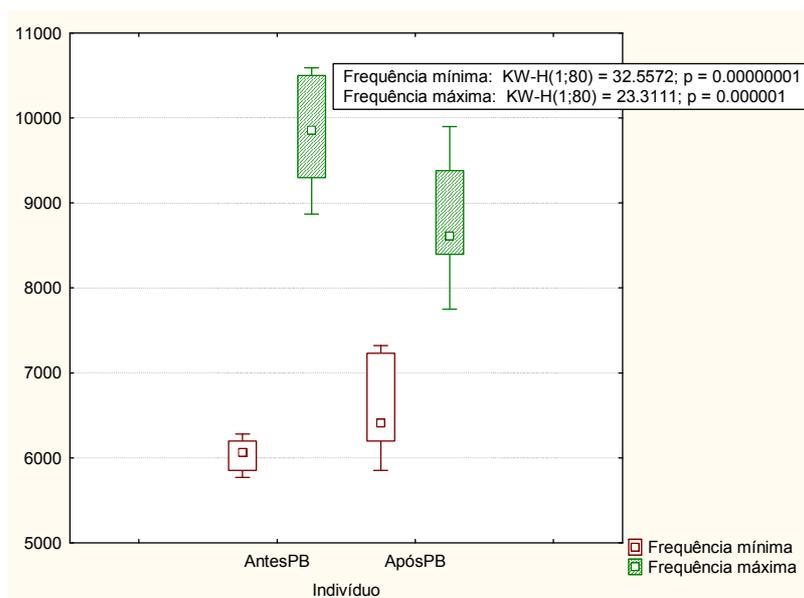


Figura 15: Frequência máxima e mínima do canto de um indivíduo de *P. superciliosus* na arena 3. 1: antes do *playback*; 2: após o *playback*.

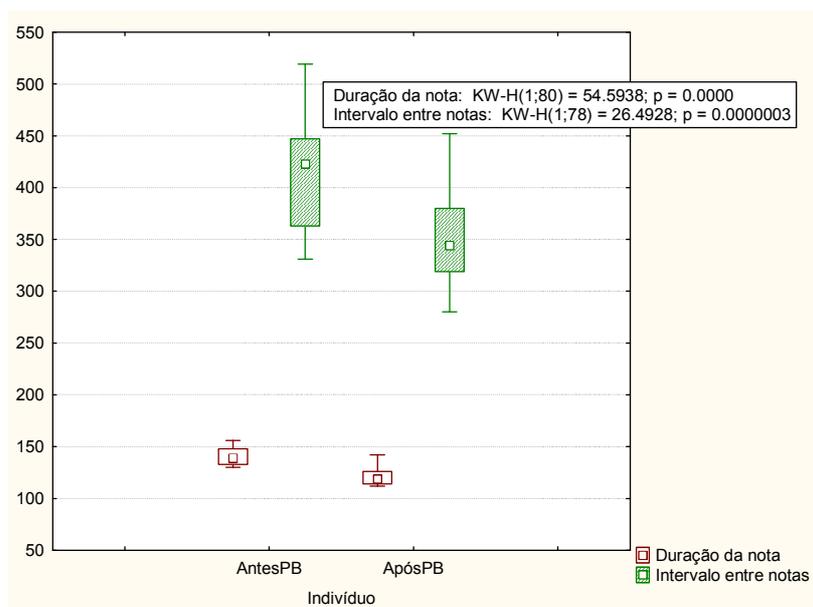


Figura 16: Duração e intervalo entre as notas do canto de um indivíduo de *P. superciliosus* na arena 3. 1: antes do *playback*; 2: após o *playback*.

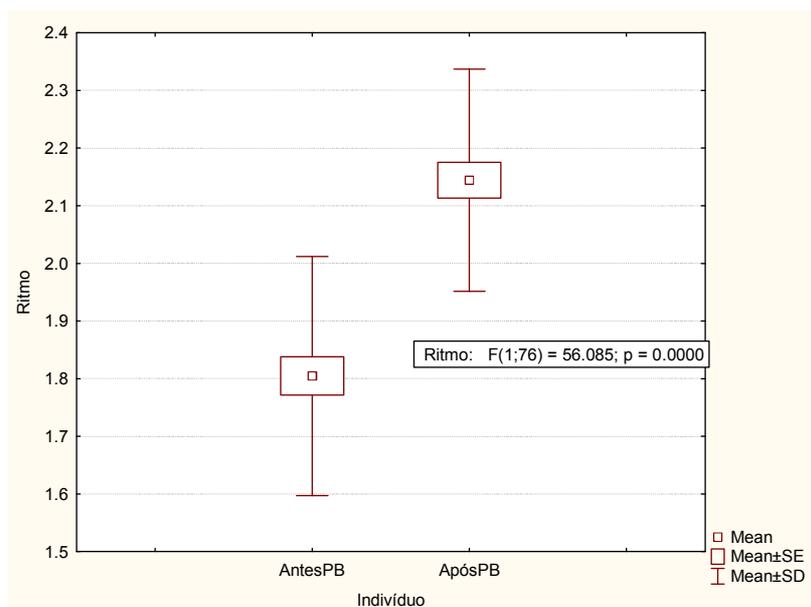


Figura 17: Ritmo de emissão de notas de indivíduos de *Phaethornis superciliosus* na arena A do PEG. AntesPB: antes do teste de *playback*; ApósPB: após o teste de *playback*

#### 5.4 Repertório vocal e variação individual

Verificamos que a espécie *P. superciliosus* apresenta o canto estereotipado e composto de duas notas (A e B) puras e moduladas, emitidas geralmente de maneira alternada (figura 18).

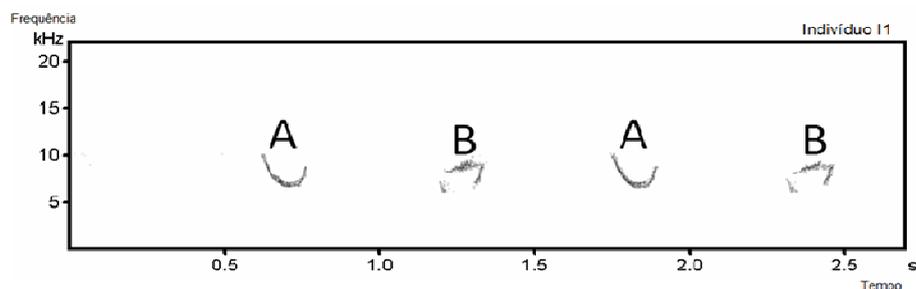


Figura 18: Sonograma do canto de um indivíduo da espécie *Phaethornis superciliosus* situado na arena I do PEG.

Apesar de estereotipado, os cantos dos indivíduos diferiram significativamente em todos os parâmetros físicos analisados: frequência máxima e mínima, duração das notas, intervalo entre as notas e o ritmo de emissão (figuras 19, 20 e 21).

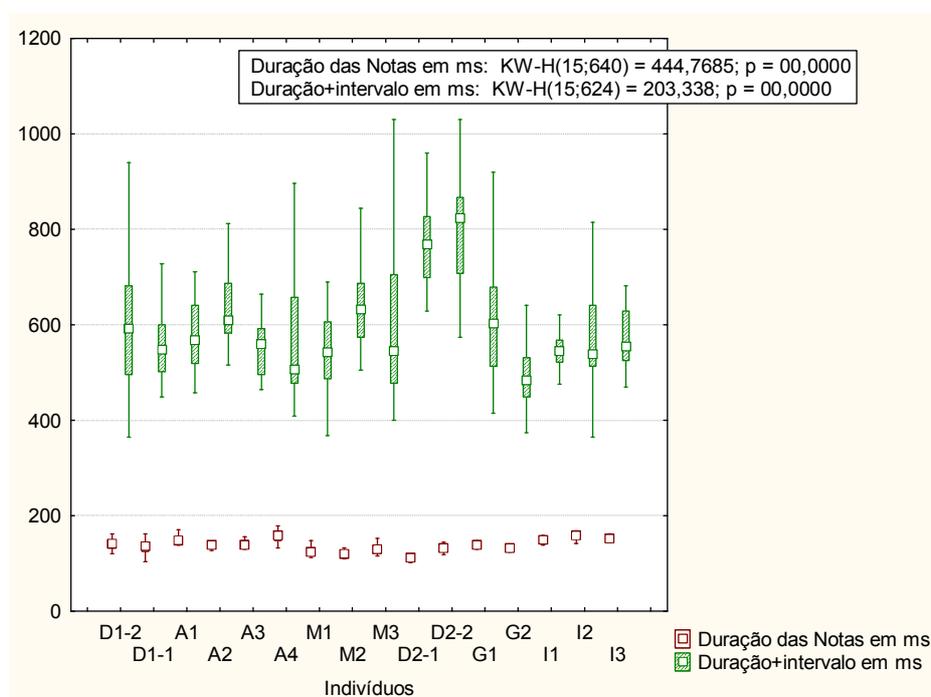


Figura 19: Gráfico da duração das notas e intervalo entre as notas do canto de 16 indivíduos de *Phaethornis superciliosus* dispostos em 6 arenas no PEG. Eixo X: indivíduos; Eixo Y: tempo em milissegundos.

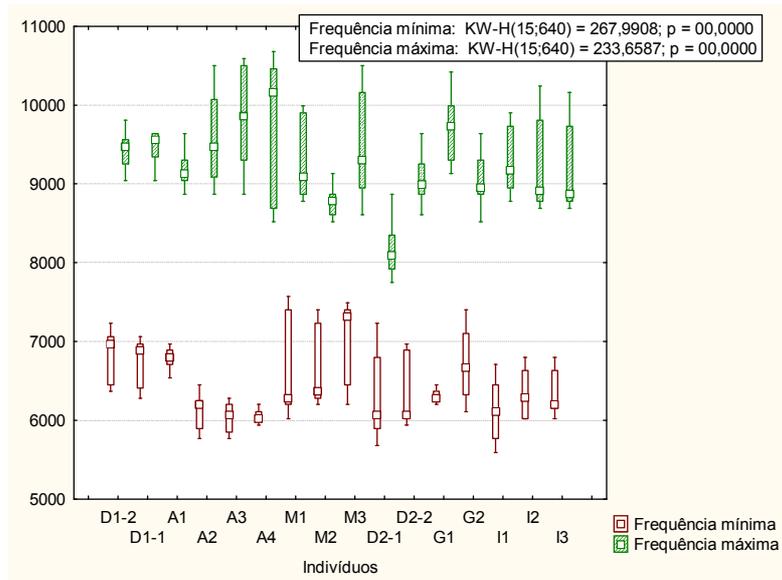


Figura 20: Gráfico da Frequência mínima e máxima das notas do canto de 16 indivíduos de *Phaethornis superciliosus* dispostos em 6 arenas no PEG. Eixo X: indivíduos; Eixo Y: Frequência em Hz.

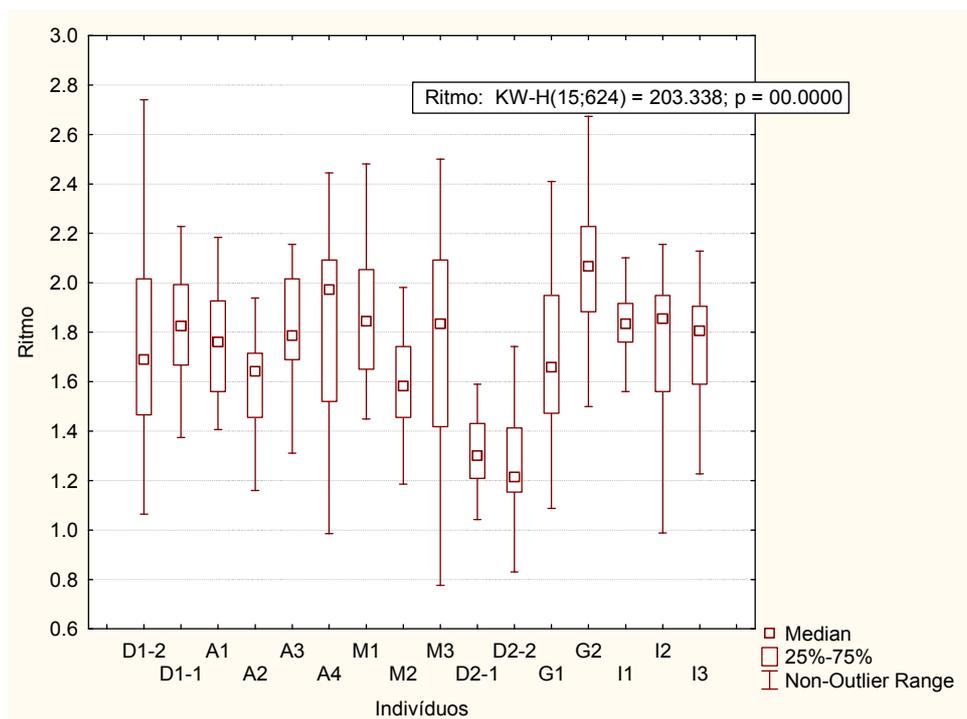


Figura 21: Gráfico do ritmo de emissão de notas do canto de 16 indivíduos de *Phaethornis superciliosus* dispostos em 6 arenas no PEG. Eixo X: indivíduos; Eixo Y: ritmo de emissão de notas em notas/segundo.

Averiguamos a partir da Análise de Componentes Principais (PCA) que o intervalo entre as notas foi parâmetro que mais variou, seguido do ritmo, frequência máxima, duração das notas e frequência mínima, ou seja, todos os parâmetros são importantes na diferenciação sonora desta população, na qual a frequência mínima apresentou uma variância que foi evidenciada apenas no segundo fator (tabela 4).

Tabela 4: Relação das variáveis com a principal componente. Fator 1: 57,63%; Fator 2: 26,11%. (Intervalo entre notas= -0,93; Ritmo de emissão= 0,88; Frequência máxima= 0,79; Duração das notas= 0,77; Frequência mínima= 0,93).

Variáveis	Fator 1	Fator 2
Frequência mínima	-0,13	0,93
Frequência máxima	0,79	-0,22
Duração das notas	0,77	-0,40
Intervalo entre as notas	-0,93	-0,27
Ritmo de emissão	0,88	0,40

Ao gerarmos o gráfico de projeção de vetores e em seguida o gráfico de dispersão da PCA baseado nos parâmetros físicos supracitados, em que o primeiro e o segundo fatores apresentaram 57,6% e 26,1%, respectivamente, constatamos que os indivíduos G2, M1, M3, D1-1, D1-2 e A1 apresentaram valores similares no ritmo de emissão das notas, enquanto que A2, A3, A4, G1,

I1, I2 e I3 na frequência máxima e duração das notas. Por fim, D2-1 e D2-2 diferenciam-se principalmente dos demais em função do intervalo entre as notas e M2 pela frequência mínima (figura 22 e 23).

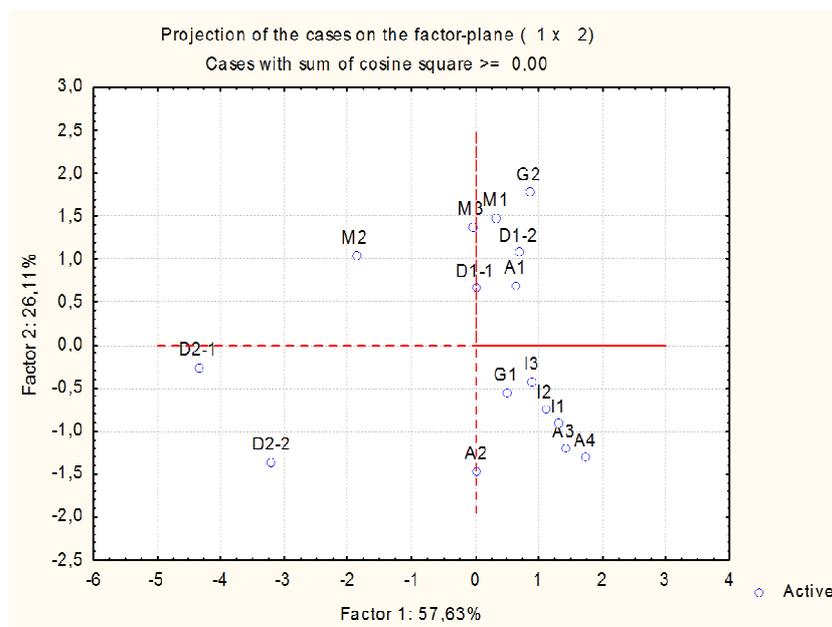


Figura 22: Diagrama de dispersão da Análise Principal de Componentes com base nos parâmetros físicos analisados: Frequência máxima e mínima, duração das notas, intervalo entre as notas e ritmo de emissão. Eixo x: fator 1; Eixo y: fator 2 com suas respectivas porcentagens.

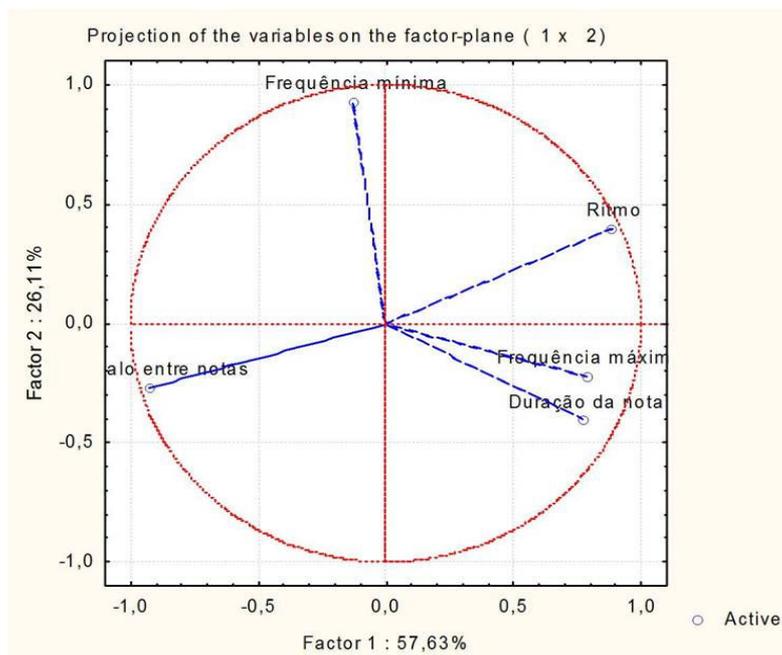


Figura 23: Projecção dos vetores das variáveis nos componentes principais. Eixo x: fator 1; Eixo y: fator 2 com suas respectivas porcentagens.

Esta diferenciação inter-individual pode estar relacionada à seleção sexual, pois como esta espécie não é conspícua e não apresenta *display* ou exibição de corte baseada em sinais visuais muito elaborados (com exceção do balançar da cauda e da cabeça no momento em que emite seu canto), o canto pode ser o fator primordial para a atração das fêmeas, bem como para a identificação de indivíduos provenientes de outras arenas. Realizamos uma análise de conglomerados com base nos parâmetros físicos supracitados e verificamos que os indivíduos pertencentes à mesma arena tendem a ficar agrupados (figura 24). Ao observarmos o dendrograma, constatamos a formação de um grande grupo, com apenas o indivíduo D2-1 não se agrupando com os demais, em função do intervalo entre as notas. O grupo maior subdivide-se em dois subgrupos menores, um formado pelos indivíduos I1, I2,

I3, A2, A3, A4 e G1 o qual se diferenciou basicamente pela frequência máxima e duração das notas e um segundo subgrupo composto pelos indivíduos A1, G2, D1-1, D1-2, D2-2, M1, M2 e M3 que se diferenciaram dos demais em função do ritmo de emissão das notas (ver figuras 22, 23 e 24). Além disso, essas diferenças podem ter relação com a hierarquia dentro da arena, visto que em metade das arenas amostradas há um indivíduo que se diferencia dos seus vizinhos, como por exemplo, os indivíduos A1, G2 e D2-2 não agruparam com seus respectivos adjacentes, portanto este padrão de agrupamento pode está relacionado com a formação do sistema hierárquico de cada arena, em que o dominante se diferencia dos demais. Para averiguar com mais precisão este padrão de dominância dentro das arenas sugerimos futuramente estudos mais aprofundados nesta questão.

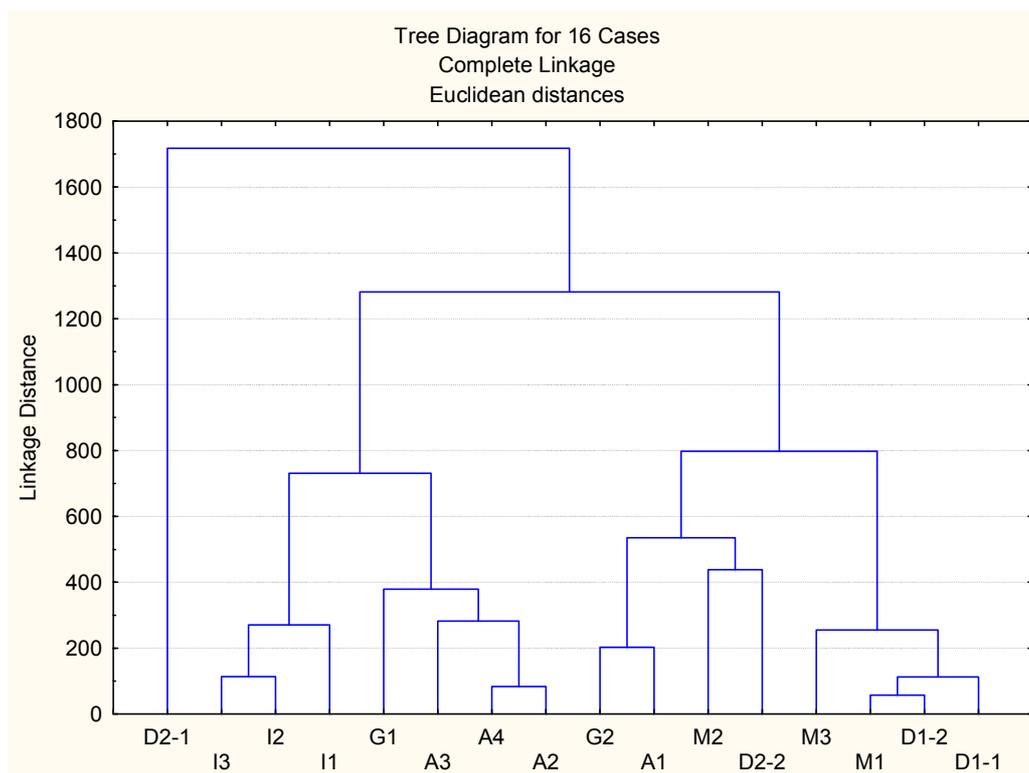
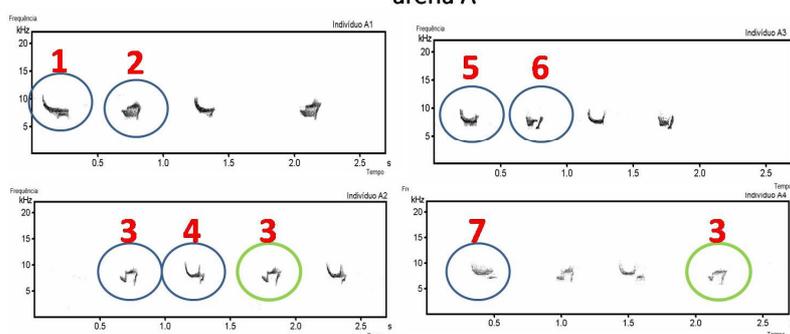


Figura 24: Dendrograma dos 16 indivíduos dispostos em 6 arenas no PEG com base nos seguintes parâmetros: frequência máxima e mínima, duração das notas, intervalo entre as notas e o ritmo de emissão.

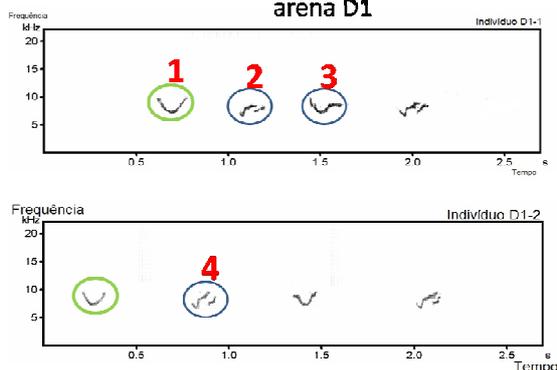
Após a confecção dos sonogramas de todos os indivíduos analisados observamos que esta população apresentou diferenças e algumas semelhanças em relação à modulação das notas emitidas. O compartilhamento de notas entre indivíduos vizinhos pode estar relacionado à imitação e pode ser uma evidência de aprendizagem vocal (Vielliard, 1983) e padrão semelhante foi encontrado por Silva & Vielliard (2006) em *Colibri serrirostris*, em que machos vizinhos apresentaram similaridade na estrutura das notas. Este padrão pode ser gerado em função do contato auditivo com os vizinhos, os quais poderão influenciar diretamente no tamanho do repertório da espécie, bem como na

estrutura física das notas. Entretanto, estes mesmos indivíduos que formam a mesma arena também apresentam notas de estrutura física bem diferentes, mostrando o compartilhamento parcial de notas e desta forma os indivíduos conseguem se diferenciar uns dos outros. Porém, ao compararmos sonogramas de indivíduos de arenas distintas verificamos que as notas apresentam diferenças na estrutura física, tal fato pode estar relacionado ao padrão de distribuição das arenas, pois, provavelmente, não há um constante contato auditivo entre os machos de arenas distintas (figura 25).

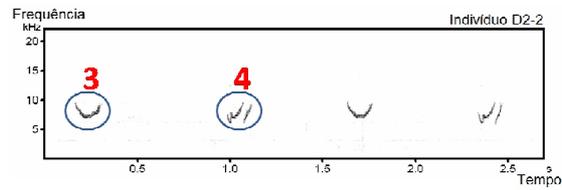
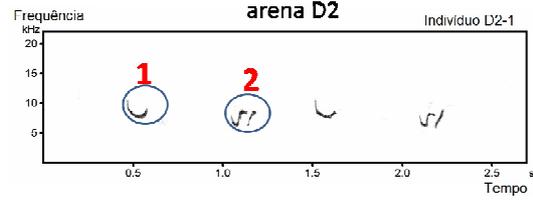
#### Sonograma dos indivíduos da arena A



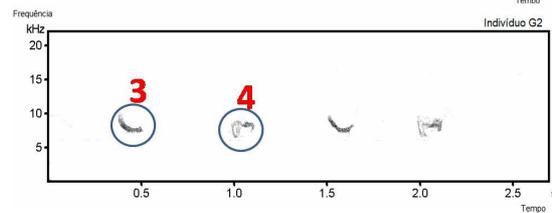
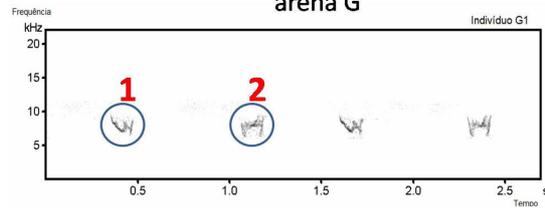
#### Sonograma dos indivíduos da arena D1



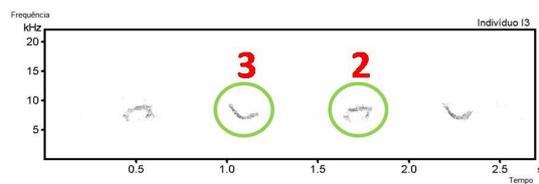
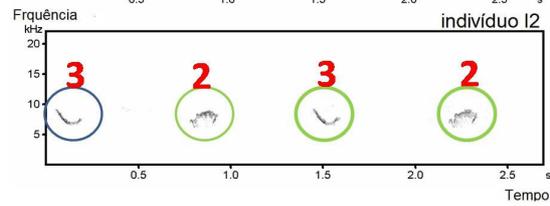
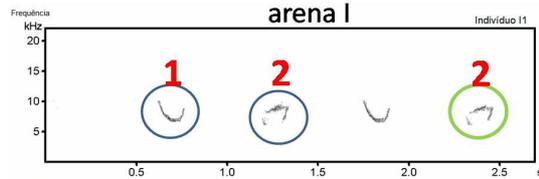
### Sonograma dos indivíduos da arena D2



### Sonograma dos indivíduos da arena G



### Sonograma dos indivíduos da arena I



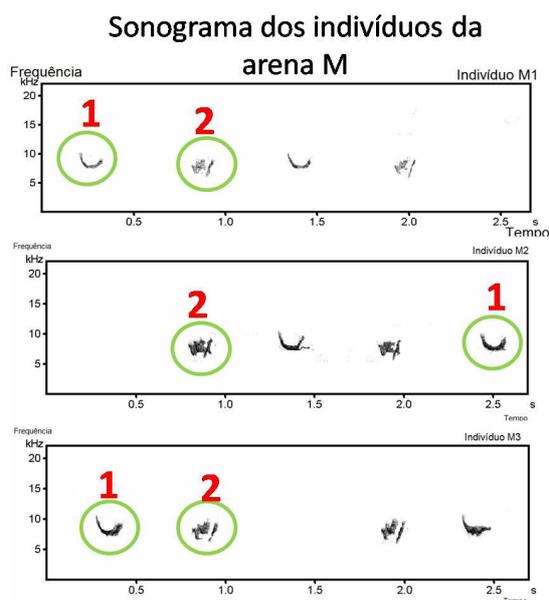


Figura 25: Sonogramas de todos os indivíduos analisados separados por arenas. As notas com círculos azuis são diferentes; as notas com círculos verdes são compartilhadas.

Após a observação dos sonogramas, podemos verificar que o repertório vocal da população estudada é de 21 tipos de notas, as quais podem ou não ser compartilhadas entre os indivíduos vizinhos, em que o indivíduo D1-1 emitiu três tipos de notas e os demais emitiram apenas duas. Através dessas observações podemos constatar que somente uma arena (arena M), composta de três indivíduos, em que estes apresentaram dois tipos de notas distintas, houve o compartilhamento de todos os tipos de notas, em contrapartida, duas arenas, compostas de dois indivíduos cada uma e com quatro tipos de notas diferentes cada uma, não apresentaram compartilhamento nenhum (arenas D2 e G). Nas arenas A e D1, em que a primeira é composta de quatro indivíduos que emitiram sete tipos de notas e a segunda com dois indivíduos com repertório de quatro tipos de notas, houve compartilhamento de 1 tipo de nota

(tipo 3 na arena A e tipo 1 na D1) e, por fim, a os indivíduos da arena I que apresentaram um compartilhamento total de um tipo de nota (tipo 2), além disso, os indivíduos I2 e I3 compartilharam outro tipo de nota (tipo 3) (tabela 5).

Tabela 5: Arenas, número de indivíduos, número de tipo de notas dos indivíduos de cada arena e os tipos de notas compartilhadas.

<b>Arena</b>	<b>Nº de tipos de notas.</b>	<b>Nº de Indivíduos da arena.</b>	<b>Tipos de notas compartilhadas.</b>
<b>A</b>	7	4	O tipo 3 foi compartilhado entre os indivíduos A2 e A4.
<b>D1</b>	4	2	O tipo 1 foi compartilhado entre os indivíduos.
<b>D2</b>	4	2	Nenhum tipo de nota foi compartilhado.
<b>G</b>	4	2	Nenhum tipo de nota foi compartilhado.
<b>I</b>	4	3	O tipo 2 e o tipo 3 foram compartilhados por todos os indivíduos.
<b>M</b>	2	3	Todos os tipos de notas foram compartilhados.

## 6. Conclusões

### **Mapeamento**

Todas as arenas se localizam próximas a igarapés e em área de borda e o número de poleiros fixos varia de no mínimo 1 a no máximo 3. Nesta população a distância entre os indivíduos variou de 7 a 72 metros e a área total das arenas variou entre 1314 m<sup>2</sup> (arena I), a qual é composta de 3 indivíduos e 86 m<sup>2</sup> (arena G), que é constituída por 2 indivíduos. O número de indivíduos em cada arena variou de 2 a 4 machos residentes.

### **Frequência de canto**

Os indivíduos começaram sua atividade aproximadamente 5 minutos antes do nascer do sol e cessaram a emissão do canto cerca de 35 minutos antes do pôr-do-sol. O período de maior atividade vocal corresponde ao segundo semestre, como podemos verificar através do cálculo das médias de emissão de canto em que no primeiro semestre foi de 9 e no segundo semestre de 40 cantos por minuto. Não houve nenhum registro de emissão sonora em fevereiro, provavelmente devido ao período de chuvas intensas, ao contrário do mês de julho que estes números foram os mais expressivos do ano.

### **Playback**

Os indivíduos da espécie *Phaethornis superciliosus* apresentaram forte resposta ao teste que foi realizado com o intuito de observar a reação destes indivíduos a sinais sonoros proveniente de outros machos, os quais responderam com comportamentos agressivos, vocalizando e investindo contra

o alto-falantes, este fato sugere que a defesa de território tenha uma importância relevante para a espécie, visto que a reprodução está relacionada com os territórios de exibição (poleiros), ou seja, a manutenção destes locais pode aumentar as chances de reprodução; Este comportamento expressa uma forma de defesa do território. Após a análise das gravações pós *playback* verificamos que todos os parâmetros analisados apresentaram diferenças globais significativas, em que a frequência máxima diminui e a mínima aumenta e, com isso, a amplitude das notas diminui, além disso, a faixa de frequência ficou mais curta e o intervalo entre as notas diminuiu e conseqüentemente, o ritmo de emissão das notas fica mais intenso.

#### **Repertório vocal e Diferenças individuais de canto**

O repertório da espécie é composto por duas notas (A e B) que são emitidas de maneira alternada. Os cantos diferem significativamente na população estudada em todos os parâmetros físicos analisados (frequência máxima e mínima, duração das notas, intervalo entre as notas e o ritmo de emissão) e os parâmetros que mais variaram foi o intervalo entre as notas seguido do ritmo de emissão das notas, frequência máxima, duração das notas e frequência mínima. Estas diferenças se estabelecem sem prejudicar o reconhecimento específico para que os indivíduos da mesma arena, bem como os de arenas distintas possam se reconhecer. Tais diferenças se refletem em nível de modulação das notas, nas quais a população estudada apresentou 21 tipos de notas distintas, em que cada macho apresentou um repertório individual de dois tipos de notas, com exceção do indivíduo D1-1, que emitiu

três tipos de notas. Houve compartilhamento total em apenas uma arena (arena M), entretanto duas arenas não apresentaram compartilhamento de nenhum tipo de nota (arenas D2 e G). O compartilhamento de um tipo de nota ocorreu em duas arenas (arenas A e D1) e dois tipos de notas foram comuns apenas na arena I. Nossos achados mostram que há maior semelhança entre os cantos de indivíduos da mesma arena do que de arenas mais distantes. É uma evidência de aprendizagem vocal e talvez uma característica da arena, o que permite o reconhecimento individual e da arena. Estudos posteriores podem comprovar a evolução do canto e da arena para averiguar se há variação intraindividual, intra-arena, intra e inter-populacional e se estas diferenças se refletem na estrutura social e seleção sexual da espécie.

## 7. Referências bibliográficas

Alberts, S. C. (1994). Vigilance in Young baboons: effects of habitat, age, sex and maternal rank on glance rate. *Animal behavior*, 47:749-755.

Alcock, J. (2009). *Animal behavior: an evolutionary approach*. 9<sup>th</sup> ed. Sinauer.

Almeida, S. S; Amaral, D. D; & Silva, A. S, 2003. *Inventário florístico e análise fitossociológica dos ambientes do Parque Ecológico do Gunma, Município de Santa Bárbara, PA:1-185*. Relatório Técnico Final. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.

Barash, D.P. (1971). Lek behavior in the Broad-tailed hummingbird. *The Wilson bulletin*, 84(2).

Bradbury, J. W. (1981). The evolution of leks. In R. D. Alexander & D. W. Tinkle (Orgs.), *Natural selection and social behavior*, pp. 138-169. New York: Chiron Press.

Bradbury, J. W. & Gibson, R. M. (1983). Leks and mate choice. In P. Bateson (Org.), *Mate choice* (pp. 109–138). Cambridge: Cambridge University Press.

Bradley, C. F. & Bridget, J. M. S. (2005). Territory defence in tropical birds: are females as aggressive as males?. *Behavior Ecology and Sociobiology*, 58:414–422.

Bro-Jørgensen, J. & Durant, S.M. (2003). Mating strategies of topi bulls: getting in the centre of attention. *Animal Behaviour* 65:585-594.

Brown, J. S. (1999). Vigilance, patch use and habitat selection: Foraging under predation risk. *Evolutionary Ecology Research*, 1:49–71.

Cameron, E. Z. & Du Toit, J. T. (2005). Social influences on vigilance behavior in giraffes, *Giraffa camelopardalis*. *Animal behavior*, 69:1337-1344.

Cross, I. (2009). The evolutionary nature of musical meaning. *Musicae Scientiae, Special issue*, pp. 179-200.

Dastagir, S.; Di minni, K.; Pritsky, J.; Saadati, H. (1997). *Evolution of leks*. Department of Biology, College of Arts and Science, New York University. New York, NY, U.S.A.

DuVal, E.H. & Kempnaers, B. (2008). Sexual selection in a lekking bird: the relative opportunity for selection by female choice and male competition. *The Royal Society*, 275: 1995-2003.

Endler, J. A. (1993). Some general comments on the evolution and design of animal communication systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 340(1292), 215-225.

Fandiño-Mariño, H. (1989). *A comunicação Sonora do anu-branco: avaliações eco-etológicas e evolutivas*. Campinas-SP. Editora da UNICAMPI.

Höglund, J. & Alatalo, R. V. (1995). *Leks*. Princeton: Princeton University Press.

Gonzáles, C. & Ornelas, J.F. (2009). Song variation and persistence of songs neighborhoods in a lek hummingbird. *The Condor*, 111(4):633-640.

Gowati, P. A. & Mock, D. W. (1985). Avian monogamy. *Ornithological monographs* 37.

Hasselquist, D. & Sherman, P.W. (2000). Social mating systems and extrapair fertilizations in passerine bird. *Behavior ecology*, 12(4):457-466.

Höglund, J. & Alatalo, R. V. (1995). *Leks*. Princeton: Princeton University Press.

Jablonka, E. & LAMB M. J. (2009) *Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história de vida*. Companhia das Letras. São Paulo.

Johnsgard, P.A. (1994). *Arena bird: sexual selection and behavior*. Washington: Smithsonian.

Krebs, J. R. & Davies, N. B. (1996). *Introdução à Ecologia Comportamental* (3ª ed.). São Paulo: Atheneu Editora.

Kroodsma, D. E. & Miller, E. H. (1996). *Ecology and Evolution acoustic communication in birds* Cornell University Press, Ithaca.

Kumar, A. (2003) Acoustic Communication in Birds: Differences in songs and calls, their production and biological significance. *Journal Resonance*.

McCracken, K. G. & Sheldon, F.H. (1997). Avian vocalizations and phylogenetic signal. *Evolution*.

Parker, P. G. & Burley, N. T. (1998). Avian reproductive tactics: Female and male perspectives. *Ornithological monographs* 49.

Payne, R.B. (1984). Sexual selection, lek and arena behavior, and sexual size dimorphism in birds. *Ornithological monographs* 33.

Pizo, M.A. & Silva, W.R. (2001). The dawn lek of the Smallow-Tailed Hummingbird. *Wilson bulletin*, 13(4):388-397.

Pough, F. H.; Janis, C. M. & Heiser, J. B. *A vida dos vertebrados*. Atheneu editora. São Paulo. 2008.

Reynolds, J.D. (1996). Animal breeding systems. *Elsevier Science* 11(2).

Roux, A.; Cherry, M. I.; Gyax, L.; Manser, M. B. (2009). Vigilance behavior and fitness consequences: comparing a solitary foraging and an obligate group-foraging mammal. *Behavior ecology and sociobiology*, 63:1097-1007.

Sakata, H. & Katayama, N. (2001). Ant defence system: A mechanism organizing individual responses into efficient collective behavior. *Ecological Research*, 16:395–403.

Seather, S.A; Fiske, P; Kalas, J.A. (2001). Male mate choice, sexual conflict and strategic allocation of copulations in a lekking bird. *The Royal society*, 268: 2097-2102.

Saether, S.A. (2002). Female calls in lek-mating birds: indirect mate choice, female competition for mates, or direct mate choice. *Behavior Ecology* 13(3):344-352.

Sick, H.L. (1997). *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

Silva, M. L. & Vielliard, J. M. E. A (2006). Entropy calculations for measuring bird song diversity: the case of the white-vented violet-ear (*colibri serrirostris*) (Aves, Trochilidae). *Razprave IV. razreda SAZU*, XLVII-3.

Silva, M. L. & Vielliard, J. M. E. A (2011) aprendizagem vocal em aves: evidências comportamentais e neurobiológicas. In: Grauben Assis, Regina Brito

e William Lee Martin (Org.). *Estudos do Comportamento II*. Belém: Editora da UFPA, in press.

Snow, D. (1962). A field study of the Black and White Manakin, *Manacus manacus*, in Trinidad. *Zoologica* 47(8):65-103.

Snow, D. W. (1963). The evolution of manakin display. *Proceedings of the International Ornithological Congress*, 13:553-561

Stiles, G.F. & Wolf, L.L. (1979). Ecology and evolution of lek mating behavior in the Long-Tailed Hermit Hummingbird. *Ornithological monographs* 27.

Vielliard, J. M. E. (1983). Catálogo sonográfico dos cantos e piados dos beija-flores do Brasil, 1.- Bol. Museu de Biologia "Mello Leitão", *Série Biologia*, 58, 1-20.

Vielliard, J. M. E. (1987). O uso da bioacústica na observação de aves. // *Encontro Nac. Anilhad. Aves*, Rio de Janeiro, pp. 98-121.

Vielliard, J. M. E. V. (2004). A diversidade de sinais e sistemas de comunicação sonora na fauna brasileira. In: *I Seminário Música Ciência e Tecnologia, 2005, São Paulo. Anais do I Seminário Música Ciência e Tecnologia*, vol. 1.

Wynne-Edwards V C. (1962). *Animal dispersion in relation to social behaviour*. Edinburgh: Oliver & Boyd, 653 p. [Univ. Aberdeen, Aberdeen, Scotland]

Waterman, J. M.; Roth, J. D. (2007). Interspecific associations of cape ground squirrels with two mongoose species: benefit or cost?. *Behavior ecology and sociobiology*.