

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**Instituto de Ciências Biológicas**

**Programa de Pós-graduação em Zoologia**

Érica Demondes Tavares

**MACHOS DE UMA AVE TROPICAL CANORA AJUSTAM O SEU  
COMPORTAMENTO, MAS NÃO O SEU CANTO, EM RESPOSTA À INTRUSÃO DE  
SEU TERRITÓRIO**

Belo Horizonte

2023

Érica Demondes Tavares

**MACHOS DE UMA AVE TROPICAL CANORA AJUSTAM O SEU  
COMPORTAMENTO, MAS NÃO O SEU CANTO, EM RESPOSTA À INTRUSÃO DE  
SEU TERRITÓRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Esteves Lopes.

Coorientador: Prof. Dr. Filipe Cristovão Ribeiro da Cunha.

Belo Horizonte

2023

043

Tavares, Érica Demondes.

Machos de uma ave tropical canora ajustam o seu comportamento, mas não o seu canto, em resposta à intrusão de seu território [manuscrito] / Érica Demondes Tavares. – 2023.

27 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Esteves Lopes. Coorientador: Prof. Dr. Filipe Cristovão Ribeiro da Cunha.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

1. Zoologia. 2. Comunicação Animal. 3. Vocalização Animal. 4. Aves. I. Lopes, Leonardo Esteves. II. Cunha, Filipe Cristovão Ribeiro da. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU: 591



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

### ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

**ÉRICA DEMONDES TAVARES**

Ao vigésimo dia do mês de abril do ano de dois mil e vinte e três, às quatorze horas, ocorreu a defesa de Mestrado da Pós-Graduação em Zoologia, de autoria da Mestranda Érica Demondes Tavares intitulada: **“Machos de uma ave tropical canora ajustam o seu comportamento, mas não o seu canto, em resposta a intrusão do seu território”**. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Dr. Leonardo Esteves Lopes, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra para a discente para apresentação de seu trabalho.

Esteve presente a Banca Examinadora composta pelos membros: Pablo Vieira Cerqueira, Pedro Diniz Alves, e demais convidados. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da discente.

Após a arguição, apenas os examinadores permaneceram na sala para avaliação e deliberação acerca do resultado final, a saber: o trabalho foi **APROVADO COM ALTERAÇÕES**.

Nada mais havendo a tratar, o Presidente da Comissão encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Leonardo Esteves Lopes, Usuário Externo**, em 24/04/2023, às 13:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Diniz Alves, Usuário Externo**, em 26/04/2023, às 08:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Pablo Vieira Cerqueira, Usuário Externo**, em 26/04/2023, às 22:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer e dedicar esta dissertação às seguintes pessoas:

Minha família, como um todo, pelo apoio, carinho, paciência e ensinamentos.

Ao Professor Hugo Fernandes-Ferreira (UECE) e Filipe Figueiredo (Podcast Xadrez Verbal) pela confiança e apoio no financiamento, principalmente na coleta de dados desta pesquisa, sem os quais ela não seria possível.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelos meses de bolsa que me foram concedidos.

Ao meu orientador Leonardo Lopes e ao meu coorientador Filipe Cunha por todo o apoio, paciência, confiança e ensinamentos.

À banca por todas as contribuições e por aceitarem o convite para avaliar este trabalho.

Aos meus colegas do *Lined Seedeater Project*, pelo apoio e parceria, em especial: Dalila Ferreira, Vinicius Nicolau, Aléxia Guimarães, Alexa Diniz e Júlia Palhares.

Aos demais amigos de Minas Gerais: Marina Pereira, Luana Ferreira, Ana Flávia, Mayra, Livia Karoline e Maria Clara, por todo o apoio.

Ao meu companheiro de profissão e de vida, Werlyson Pinheiro, por todo o apoio, carinho, confiança e ensinamentos.

Aos amigos do Ceará, Jackeline Oliveira, Karem Venâncio, Millas Pinto e Gisele Sousa pelo apoio, carinho, confiança e ensinamentos.

## RESUMO

A Comunicação animal é influenciada por pressões seletivas e está associada à transmissão de informações através de sinais, incluindo os acústicos. Nas aves, a comunicação vocal pode resolver conflitos, e a complexidade é uma característica chave para essa resolução. Cantos complexos indicam qualidade individual masculina, portanto, machos de maior complexidade vocal podem causar reações mais agressivas em seus rivais, o que pode levar a um ajuste vocal dos residentes para combater a intrusão de seus territórios. Para testar se houve ajuste vocal ou comportamental por parte dos machos residentes de *Sporophila lineola*, uma ave canora tropical com diferentes dialetos que costuma vocalizar ativamente em seu território reprodutivo, foram utilizados playbacks de diferentes complexidades vocais, que simulavam diferentes rivais. Esperávamos que os machos respondessem com mais intensidade e ajustassem características de seus próprios cantos a rivais de maior complexidade vocal em comparação aos menos complexos. Os playbacks foram montados com base nos indivíduos que apresentaram os maiores e menores índices de complexidade vocal, obtidos através de uma análise de componentes principais. Os 15 indivíduos receberam dois testes que simulavam uma intrusão territorial, cada um de um tipo de complexidade. Não foram encontradas evidências de qualquer tipo de ajuste vocal ao tipo de tratamento, apenas alterações no comportamento. Os machos reagiram com mais voos sob o alto-falante ao playback de menor complexidade, especialmente durante o período de postura dos ovos. Indicando que, os residentes conseguem distinguir entre diferentes níveis de complexidade ou identificar a habilidade de luta dos seus rivais, mas preferem entrar em conflitos diretos com seus oponentes.

Palavras-chave: Comunicação. Complexidade vocal. Intrusão territorial. Playback. *Sporophila lineola*.

## ABSTRACT

Animal communication is influenced by selective pressures and is associated with the transmission of information through signals, including acoustic ones. In birds, vocal communication can resolve conflicts, and complexity is a key feature for this resolution. Complex calls indicate male individual quality, therefore, males of greater vocal complexity can cause more aggressive reactions in their rivals, which can lead to a vocal adjustment of residents to combat the intrusion of their territories. To test whether there was vocal or behavioral adjustment by the resident males of *Sporophila lineola*, a tropical songbird with different dialects that usually vocalize actively in its breeding territory, playbacks of different vocal complexities were used, which simulated different rivals. We expected that males would respond more intensely and adjust features of their own calls to more vocally complex rivals compared to less complex ones. The playbacks were assembled based on the individuals who presented the highest and lowest levels of vocal complexity, obtained through principal component analysis. The 15 individuals received two tests that simulated a territorial intrusion, each one of a different type of complexity. No evidence was found of any type of vocal adjustment to the type of treatment, only changes in behavior. Males responded with more flights under the loudspeaker to less complex playback, especially during the egg laying period. Indicating that, residents can distinguish between different levels of complexity or identify the fighting ability of their rivals, but prefer to enter into direct conflicts with their opponents.

Key-words: Communication. Vocal complexity. Territorial intrusion. Playback. *Sporophila lineola*.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>2 MÉTODOS</b>	<b>10</b>
2.1 Área de estudo	10
2.2 Espécie modelo	11
2.3 Captura, marcação e medidas	11
2.4 Gravação pré-playback	11
2.5 Análise de complexidade vocal	11
2.6 Montagem dos playbacks	14
2.7 Testes de intrusão territorial	14
2.8 Análise dos dados	16
<b>3 RESULTADOS</b>	<b>17</b>
<b>4 DISCUSSÃO</b>	<b>18</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>21</b>
<b>MATERIAL SUPLEMENTAR 1</b>	<b>26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A comunicação animal está sujeita a diversas pressões seletivas, incluindo seleção sexual, social, e natural (Beco *et al.*, 2021). Durante a comunicação, os animais transmitem informações uns aos outros por meio de sinais (Green & Marler, 1979), os quais variam de acordo com os tipos de interações em que estão envolvidos (Clutton-Brock & Albon, 1979), tais como corte, defesa do território, e alerta contra predadores (Bradbury & Vehrencamp, 1998). Tais sinais podem ser apresentados na forma de *displays* visuais (Bekoff, 1977; Triefenbach & Zakon, 2008), químicos (Larsson; Dodson, 1993) e/ou acústicos (Edds-Walton, 1997).

A comunicação do tipo acústica é utilizada por grande parte dos grupos animais, especialmente as aves (Vielliard, 2004), sinalizando informações sobre a localização, atributos individuais e intenções dos emissores dos sinais, podendo ser empregada para despertar e coordenar atividades sociais (Podos & Webster, 2022). A complexidade dessas vocalizações tem sido apontada como uma característica chave do sinal que está sendo transmitido (Madhavan & Brouwer, 2022). Isso porque cantos mais complexos podem representar sinais honestos da qualidade individual, pois exigem maior capacidade neural e energética por parte dos seus emissores (Spencer *et al.*, 2003).

No contexto intersexual, a complexidade vocal pode ter um papel muito importante (Gustison & Bergman, 2016). Isso porque, em geral, fêmeas de aves canoras demonstram maior preferência por machos que possuem vocalizações mais complexas (Byers & Kroodsma, 2009; Mountjoy & Lemon, 1991), o que sugere que elas se utilizam da complexidade vocal como meio de avaliar a qualidade masculina (Darolová *et al.*, 2012). Dentro do contexto intrasexual, a complexidade vocal pode ser utilizada para testar rivais e obter respostas sobre a qualidade dos mesmos (Mountjoy & Lemon, 1991), sinalizar motivação para luta (Searcy & Beecher, 2009) ou demonstrar habilidades competitivas (Cate *et al.*, 2002). Por esse motivo, intrusos que vocalizam de forma mais complexa costumam causar reações mais agressivas nos machos donos de território, pois estes intrusos estariam mais propensos a realizar cópula extra par com a fêmea residente (Hill *et al.*, 2018).

Durante relações agonísticas, o macho residente pode ajustar parâmetros de sua resposta vocal de acordo com o padrão vocal de rivais (Naguib & Mennill, 2010). Tais ajustes incluem alterações na complexidade vocal, a qual pode ser avaliada, por exemplo, pelo número de diferentes tipos de sílabas que um indivíduo produz (Blumstein & Armitage, 1997; Manser *et*

*al.*, 2014; Searcy & Yasukawa, 1990) ou mesmo pela taxa de emissão de cantos (Benedict *et al.*, 2012).

Apesar dos supostos benefícios de se ajustar parâmetros vocais por ocasião da invasão do seu território, algumas espécies parecem não exibir este comportamento (Hesler *et al.*, 2011; Souriau *et al.*, 2021). Dessa maneira, é necessário analisar também outras formas de se responder à intrusão territorial, como por exemplo, respostas comportamentais. Portanto, é preciso entender qual o papel da complexidade vocal na determinação do tipo de resposta territorial em diferentes grupos animais, permanecendo esta questão ainda pouco entendida.

Para a avaliação do papel da complexidade vocal na determinação do tipo de resposta territorial em animais, o canto dos pássaros é considerado um modelo adequado (Gil & Gahr, 2002). Dentro desse contexto, selecionamos *Sporophila lineola* como espécie modelo para este estudo, pois machos de *S. lineola* defendem territórios de aproximadamente 50 metros de raio ao redor do ninho e vocalizam ativamente durante a maior parte do dia, provavelmente para prevenir a invasão do território por outros machos (Martins *et al.*, 2021), ou atrair as fêmeas (Collins, 2004).

Esse estudo testa a hipótese de que, durante a estação reprodutiva, machos de *S. lineola*, ajustam a complexidade de seus cantos e modificam seu comportamento de acordo com a complexidade do canto de intrusos. Para isso simulamos, com o uso de playback, a invasão dos territórios reprodutivos por machos com vocalizações de diferentes níveis de complexidade. Esperamos que intrusos com cantos mais complexos causarão respostas vocais e comportamentais mais intensas por parte dos machos territoriais quando comparados com as respostas causadas por cantos menos complexos.

## **2 MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

O estudo foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal (-19,8808°S, -44,4136°O, 750 metros acima do nível do mar), Minas Gerais, sudeste do Brasil. O campus possui uma área de cerca de 1500 ha, constituída por fragmentos de floresta semidecídua, pastagens e plantações (Lopes & Marçal, 2016), em uma região de transição entre o Cerrado e a Mata Atlântica (IBGE, 2004). O clima é Cwa de acordo com o sistema de classificação de Köppen (Alvares *et al.*, 2014), indicando um clima subtropical com inverno seco e ameno e verão quente e úmido (Lopes & Marçal, 2016).

## 2.2 Espécie modelo

*Sporophila lineola* (Thraupidae) é uma ave canora migrante intratropical, amplamente distribuída na América do Sul, onde é encontrado em diversos tipos de áreas abertas, incluindo áreas degradadas (Ridgely & Tudor, 2009). A espécie possui três núcleos reprodutivos: Caatinga, Cerrado/Mata Atlântica e Chaco (Cunha *et al.*, 2022). Estes núcleos supostamente correspondem a três variações dialetais, uma na Caatinga do nordeste brasileiro, outra no Cerrado/Mata Atlântica do sudeste do Brasil e uma terceira no Chaco da Argentina e Bolívia (Areta & Almirón, 2009). Possui em seu canto uma série de trinados, geralmente no início da vocalização, seguido da outra parte do canto, que tem diferentes tipos de sílabas. Os indivíduos migram para uma ampla região no norte da América do Sul, onde invernam (Cunha *et al.*, 2022). É uma espécie socialmente monogâmica, que frequentemente exhibe fidelidade ao sítio reprodutivo, com um tamanho da ninhada de dois a três ovos (Ferreira & Lopes, 2017).

## 2.3 Captura, marcação e medidas

A espécie é monitorada desde 2014 pelo Projeto Bigodinho (*Lined Seedeater Project*), uma parceria entre a Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal, e a *Wageningen University & Research*. Até o momento, mais de 800 indivíduos já foram capturados em redes de neblina e marcados individualmente com anilhas metálicas e coloridas. Indivíduos ainda não marcados foram capturados durante este estudo, anilhados, e tiveram suas medidas corporais, incluindo o tamanho do tarso e asa, aferidas (Eck *et al.*, 2011).

## 2.4 Gravações pré-playback

Após a chegada dos machos à área de estudo, no início de dezembro de 2021, os cantos espontâneos de 15 indivíduos foram registrados em gravações de um minuto ( $\bar{x}=10,6$  cantos por indivíduo). Para isso foi utilizado um gravador portátil (Zoom H4N) com microfone direcional acoplado (Sennheiser ME-67). A partir desse banco de vocalizações reunido foi estimado o índice de complexidade vocal desses indivíduos (ver abaixo).

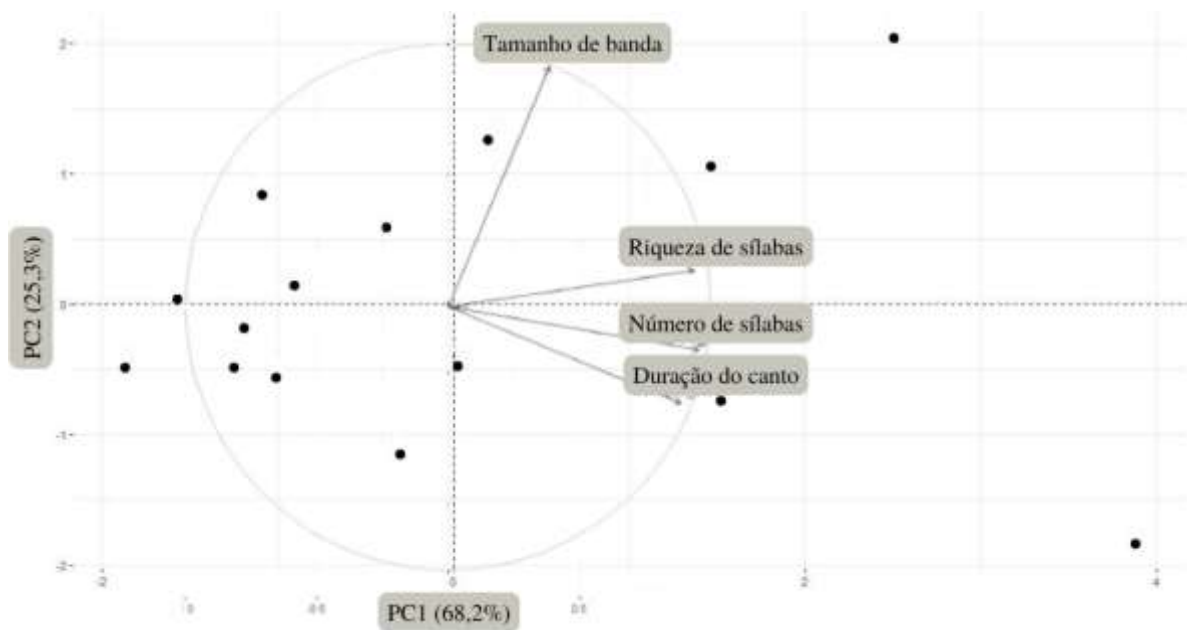
## 2.5 Análise de complexidade vocal

Para estimar a complexidade vocal dos cantos, foram medidas as seguintes variáveis: número de sílabas do canto, número de tipos de sílabas do canto, duração do canto, e tamanho de banda (diferença entre frequências mínimas e máximas do canto) (Hill *et al.*, 2018) com o *software* Raven Pro (Charif *et al.*, 2010). Todas as variáveis foram medidas através da

visualização dos espectrogramas com as seguintes configurações: formato: WAV; 44,1 kHz; 16 bits; janela *Hann*; tamanho: 512. Foram utilizadas as mesmas configurações em outras análises realizadas e imagens geradas pelo *software* Raven Pro (Charif *et al.*, 2010).

A análise de complexidade vocal foi primeiramente realizada para conduzir a montagem dos playbacks, permitindo avaliar os níveis de complexidade vocal da população analisada. A complexidade dos cantos de cada indivíduo foi estimada através de uma análise de componentes principais – *PCA* (veja detalhes abaixo). A *PCA* é uma ferramenta de extração de informações relevantes dos dados, utilizada para revelar sua estrutura e filtrar ruídos (Kurita, 2019).

A *PCA* foi realizada com o pacote “factoextra” no *software* R (R Core Team, 2018). A dimensionalidade dos dados foi reduzida e as quatro variáveis foram diminuídas em dois componentes principais (Medina & Francis, 2012). Todas as variáveis se organizaram no eixo principal (Figura 1, Tabela 1). Os valores de PC1 explicaram a variância de 68,2% dos dados, enquanto os valores de PC2 explicaram 25,3%. Juntos, os dois principais componentes explicaram mais de 90% da variância dos dados.



**Figura 1.** Distribuição das variáveis utilizadas para calcular o índice de complexidade vocal. A análise foi realizada com base nos valores médios dos cantos de cada indivíduo. Os 15 indivíduos de *Sporophila lineola* utilizados na *PCA* estão representados pelos pontos escuros.

As variáveis número de tipos de sílabas, número de sílabas e duração do canto mostraram maior correlação com o PC1. Já o tamanho de banda se mostrou fracamente correlacionada com essas três primeiras variáveis, correlacionando-se predominantemente com

o PC2 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Auto vetores de cada variável vocal utilizada para calcular o índice de complexidade vocal em cada componente principal.

Variáveis	PC1	PC2
Número de sílabas	0.95	-0.16
Riqueza de sílabas	0.93	0.13
Duração do canto	0.88	-0.31
Tamanho de banda	0.38	0.91

Os valores de PC1 foram considerados como o índice de complexidade vocal individual (Badyaev *et al.*, 2002). Dessa maneira, indivíduos com os índices mais altos exibiram vocalizações mais complexas do que indivíduos com os índices mais baixos (Tabela 2).

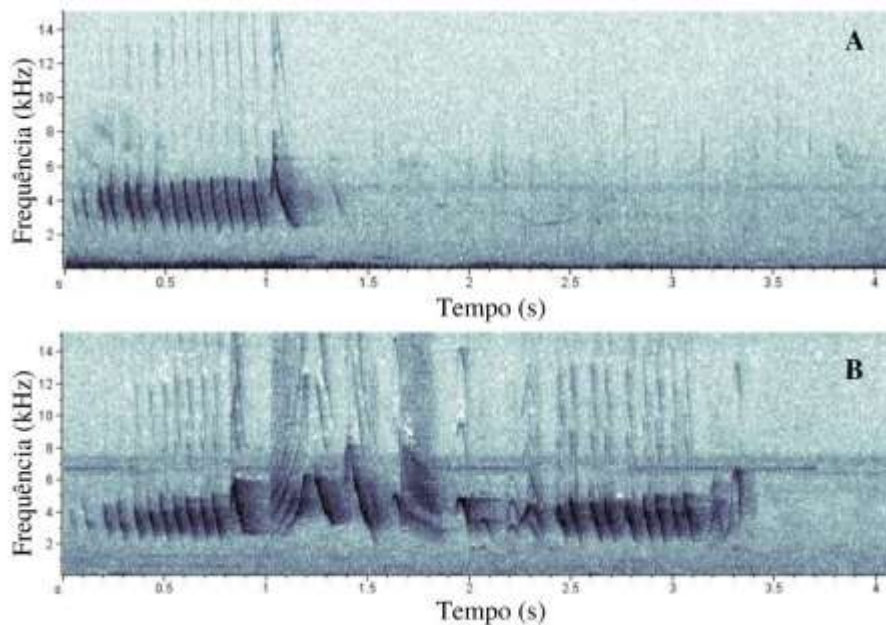
**Tabela 2.** Valores médios de cada variável e valores do PC1 (índice de complexidade vocal) para cada indivíduo. Os valores destacados mostram os indivíduos com os maiores (1, 2, 3 e 4) e menores (12, 13, 14, 15) índices de complexidade vocal.

Indivíduos	Número de Sílabas	Riqueza de Sílabas	Duração do Canto	Tamanho de banda	PC1
<b>1</b>	28.00	10.33	6.568	2.077	<b>3.892</b>
<b>2</b>	21.60	12.00	2.878	3.609	<b>2.510</b>
<b>3</b>	22.80	8.700	3.276	2.127	<b>1.510</b>
<b>4</b>	21.90	8.500	2.587	3.084	<b>1.467</b>
5	18.40	5.900	1.972	3.109	0.195
6	17.40	7.700	2.107	1.990	0.023
7	18.20	6.400	2.053	1.628	-0.317
8	15.50	6.300	1.882	2.593	-0.371
9	12.90	5.300	2.208	2.351	-0.909
10	16.20	4.800	1.564	1.912	-1.011
11	15.00	3.800	1.430	2.739	-1.094
<b>12</b>	15.80	3.700	1.561	2.171	<b>-1.192</b>
<b>13</b>	14.60	4.000	1.840	1.990	<b>-1.255</b>
<b>14</b>	13.10	4.000	1.356	2.188	<b>-1.574</b>
<b>15</b>	14.20	2.900	1.137	1.886	<b>-1.874</b>

## 2.6 Montagem dos playbacks

Dos indivíduos gravados no início da estação reprodutiva, quatro se destacaram por apresentar os cantos com maior complexidade e quatro por apresentar os cantos com menor complexidade. Os cantos desses oito indivíduos foram utilizados para montar oito playbacks distintos, cada um deles composto por diferentes cantos de um mesmo indivíduo.

Cada playback tinha uma duração de 120 segundos ( $\bar{x}=11,6$  cantos por playback), com intervalos de aproximadamente oito segundos entre um canto e outro, imitando ao máximo as características de uma vocalização natural de *S. lineola*, incluindo o volume. Dessa maneira, foram produzidos quatro playbacks padronizados de cada um dos dois tipos de canto considerados: mais complexos e menos complexos (Figura 2). A montagem e edição dos playbacks foi realizada no *software* Audacity (Audacity Team, 2014).



**Figura 2.** Espectrogramas dos cantos de indivíduos de *Sporophila lineola*. Estes exemplos foram retirados de dois, dos oito playbacks utilizados nos testes de intrusão territorial. É possível notar diferenças na quantidade de sílabas e duração do canto entre machos da mesma população. **A** – Canto do indivíduo (15), com menor complexidade. **B** – Canto do indivíduo (2), com maior complexidade.

## 2.7 Testes de intrusão territorial

Antes do início dos testes de intrusão, cada macho territorial foi gravado por um período de pelo menos cinco minutos. Geralmente esses indivíduos estavam próximos ao ninho e se aproximavam do aut falante nos primeiros instantes da reprodução. Foram testados somente indivíduos com a plumagem preta e branca, característica de indivíduos adultos (machos jovens

e subadultos são pardos, similares às fêmeas). A partir dessas gravações foi possível comparar os cantos de antes e depois de cada playback, permitindo verificar se houve um ajuste na resposta vocal e comportamental do macho focal a cada diferente tipo de playback.

Para a reprodução dos playbacks, estabeleceu-se uma distância de pelo menos 1 km entre o macho registrado nas gravações e o macho territorial. Com essa distância foi possível eliminar o efeito de discriminação do vizinho estranho, um fenômeno recorrente em pássaros canoros, que geralmente exibem respostas agressivas mais brandas em relação a seus vizinhos do que em relação a estranhos (Jaska *et al.*, 2014).

Os playbacks foram reproduzidos a cerca de dois metros do ninho do macho territorial, durante o período de postura dos ovos ou logo no início da incubação (três primeiros dias). É durante o período de postura, quando a fêmea está fértil, que ocorre o risco de cópula extra par e, por isso, machos residentes costumam apresentar reações comportamentais e vocais mais agressivas em relação a intrusos (Tobias & Seddon, 2000). Todos os indivíduos foram testados nos dois estágios do ninho (postura e incubação). Uma vez que *S. lineola* é uma espécie adaptada à áreas degradadas tolerante a aproximação de pessoas, assumiu-se que a presença dos pesquisadores não interferiu no comportamento dos indivíduos.

Cada macho foi testado com os dois tratamentos de playback em um mesmo ninho, mas com um intervalo de pelo menos 24 horas entre um playback e outro (Salazar *et al.*, 2021; Souriau *et al.*, 2021). Os testes geralmente aconteciam no período da manhã e a ordem de reprodução de cada tratamento foi randomizada através de sorteios. Os playbacks foram reproduzidos em *loop* até que o macho territorial se aproximasse do alto-falante (WAE Outdoor 04 Plus), momento a partir do qual os playbacks foram reproduzidos por mais 120 segundos (Dijkstra *et al.*, 2007). Nos casos em que o macho não se aproximou do alto falante após cinco minutos, o teste foi abortado e reiniciado no dia seguinte.

Observações comportamentais com o auxílio de binóculos foram realizadas durante os 120 segundos de playback, buscando quantificar a intensidade da resposta comportamental do macho territorial a intrusos com diferentes padrões vocais. Para isso foram quantificadas as seguintes variáveis: número total de voos sob o alto-falante e menor distância de aproximação ao alto-falante. Estas distâncias foram estimadas com o auxílio de bandeirolas fincadas no chão em distâncias regulares do playback (dois, cinco, e 10 metros) (Salazar *et al.*, 2021). Terminado o playback, as vocalizações do macho territorial foram então gravadas da mesma forma realizada anteriormente, durante um período de 5 minutos, objetivando avaliar se ocorreu algum

ajuste da sua complexidade em resposta ao intruso.

## 2.8 Análise dos dados

As variáveis resposta vocais analisadas foram: (i) número de sílabas do canto; (ii) riqueza de sílabas; (iii) duração do canto e (iv) número total de cantos. As respostas comportamentais analisadas foram: (v) número total de voos (quantidade de voos que o indivíduo realizou sob o alto-falante durante os experimentos) e a (vi) distância mais próxima do playback (menor distância que o macho focal chegou do alto-falante durante os experimentos). As variáveis explicativas analisadas foram: (i) tipo de tratamento (menos ou mais complexo) e (ii) estágio do ninho (postura e/ou incubação). A interação entre os estágios de nidificação e tipo de tratamento foi incluída nos modelos.

Os dados foram analisados de duas formas diferentes, utilizando-se os valores médios e os valores brutos. Os valores médios consistem na média de todos os cantos que o indivíduo realizou durante cada gravação. Os valores brutos são os valores de cada canto realizados por um indivíduo, sem a extração de uma média. Para estimar se houve ajuste na complexidade vocal entre as gravações de antes e depois de cada playback, foi calculado o valor de delta para cada variável, valor este obtido pela subtração dos valores médios ou brutos das gravações após o playback, dos valores médios ou brutos, respectivamente, obtidos das gravações de antes do playback. Os valores obtidos foram considerados os valores do ajuste, os quais foram utilizados nas análises descritas abaixo.

A análise dos dados foi executada no *software* R (R Core Team, 2018), utilizando-se o pacote “lme4” (Bates *et al.*, 2014). Para testar se as variáveis resposta variaram de acordo com a relação entre o tipo de playback e o estágio do ninho, foram utilizados modelos lineares (*LM*), modelos lineares de efeitos mistos (*LMER*), modelos lineares generalizados mistos (*GLMM*), e modelos lineares generalizados (*GLM*), a depender do tipo de distribuição dos dados. A identidade dos machos foi incluída como efeito aleatório, a fim de se evitar a pseudoreplicação.

Para as variáveis vocais que apresentaram distribuição normal, foram utilizados *LM* e *LMER*. Para as variáveis vocais e comportamentais que apresentaram distribuição *Poisson*, foram utilizados *GLM* e *GLMM*. Para a variável: Distância mais próxima do alto-falante, foi utilizado um modelo do tipo *CLM* – *Cumulative link models*, implementado com o pacote “*ordinal*” (Christensen, 2019), por se tratar de dados ordinais de distância.

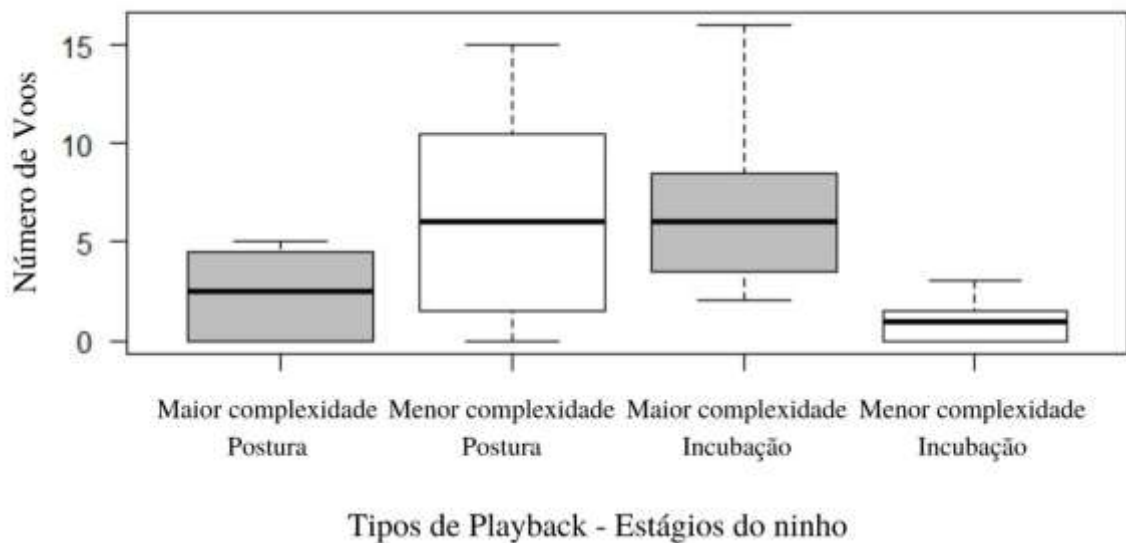
### 3 RESULTADOS

Embora mais de 40 experimentos de intrusão tenham sido realizados, alguns indivíduos (n=3) responderam a apenas um dos dois tipos de playback, enquanto outros (n=4) tiveram seus ninhos predados no dia do segundo teste, o que fez com que esses indivíduos fossem descartados das análises. Dessa maneira, ao final dos experimentos, apenas 15 indivíduos puderam ser submetidos aos dois testes de intrusão territorial.

Contrariamente às nossas previsões, não foram encontradas evidências de ajuste na resposta vocal dos indivíduos residentes em relação ao grau de complexidade vocal dos intrusos (Tabela 3, Tabelas S1, S2 e S3, ver material suplementar 1). Uma diferença significativa, no entanto, foi encontrada para a quantidade de voos realizados em relação ao tipo de playback, sugerindo que a espécie é capaz de ajustar seu comportamento (Tabela 3, Figura 3).

**Tabela 3.** Resultados dos modelos lineares e generalizados mistos com base nos valores médios do delta dos cantos (n=30) e utilizando dados de testes realizados durante os períodos de postura e incubação. Diferenças significativas foram destacadas em negrito.

<b>Variável Resposta LMMs</b>	<b>Efeitos fixos</b>	<i>Estimate</i>	<i>Std-error</i>	<i>df</i>	<i>t value</i>	<i>p-value</i>	<i>Variance</i>	<i>Std.Dev</i>
Número de sílabas	Tipo de playback	-2.592	3.323	26.00	-0.780	0.442	0.00	0.00
Riqueza de sílabas	Tipo de playback	-1.457	1.582	26.00	-0.921	0.365	0.00	0.00
Duração do canto	Tipo de playback	-0.704	0.676	26.00	-1.040	0.308	0.00	0.00
<b>GLMMs</b>	<b>Efeitos fixos</b>	<i>Estimate</i>	<i>Std-error</i>	<i>df</i>	<i>z-value</i>	<i>p-value</i>	<i>Variance</i>	<i>Std.Dev</i>
Número de cantos após playback	Tipo de playback	0.142	0.309	25.00	0.459	0.647	0.062	0.250
Número de voos	Tipo de playback	2.881	0.876	25.00	3.289	<b>0.001</b>	0.463	0.680
<b>CLMs</b>	<b>Efeitos fixos</b>	<i>Estimate</i>	<i>Std-error</i>	<i>df</i>	<i>z-value</i>	<i>p-value</i>	<i>Variance</i>	<i>Std.Dev</i>
Distância mais próxima do alto-falante	Tipo de playback	-0.409	1.352	-	-0.303	0.762	-	-



**Figura 3.** Boxplot do número de voos realizados pelos indivíduos testados em relação aos tipos de playback (maior e menor complexidade) e os estágios do ninho (postura e incubação). O número de voos teve variações significativas em relação aos playbacks e estágios do ninho avaliados.

A relação entre o tipo de playback e estágio do ninho foi significativa para a quantidade de voos que os indivíduos realizaram. Durante a incubação os machos realizaram mais voos ao playback de maior complexidade. Durante a postura dos ovos os indivíduos voaram mais quando o playback de menor complexidade foi reproduzido.

#### 4 DISCUSSÃO

Machos de *S. lineola* responderam prontamente à invasão dos seus territórios, aproximando-se do playback. Entretanto, contrariamente ao predito, os machos territoriais não ajustaram suas respostas vocais de acordo com os tipos de playback, não sendo encontradas diferenças significativas entre os cantos de antes e depois dos playbacks. Estudos com o Rouxinol-Oriental (*Luscinia luscinia*) e com o Melro-preto (*Turdus merula*), também não mostraram ajustes vocais. (Hesler *et al.*, 2011; Souriau *et al.*, 2021). A maioria dos estudos realizados até hoje, no entanto, demonstrou ajustes nas respostas vocais, com respostas mais agressivas sendo motivadas pelos playbacks de maior complexidade em comparação aos de menor complexidade vocal (Geberzahn & Aubin, 2014; Hill *et al.*, 2018; Leedale *et al.*, 2015; Searcy & Yasukawa, 1990).

Mudanças em outras características vocais não analisadas aqui podem de fato ter ocorrido, como a intensidade do canto. Um estudo com o Rouxinol-comum (*Luscinia*

*megarhynchos*) mostrou aumentos superiores a cinco decibéis nos cantos em resposta a simulações de intrusão territorial (Brumm & Todt, 2004). Além disso, os testes de intrusão neste trabalho foram realizados durante os estágios de postura e incubação dos ovos. Alguns estudos realizaram os testes antes da postura, e/ou durante a construção do ninho (Hesler *et al.*, 2011; Hill *et al.*, 2018; Moseley *et al.*, 2013), períodos considerados mais críticos em relação a fertilidade da fêmea (Hesler *et al.*, 2011), ou em outros estágios, como na eclosão dos ovos, ou quando os ninhegos já estavam emplumados e prestes a deixar o ninho (Hill *et al.*, 2018; Hof & Podos, 2013). Portanto, a falta de ajustes vocais pode ter também alguma relação com os estágios em que os testes foram realizados.

Por outro lado, foram encontrados efeitos significativos na resposta comportamental dos machos, mostrando que há uma relação entre o tipo de playback e a quantidade de voos realizados sobre o alto-falante. Os machos reagiram com mais voos quando o playback de menor complexidade foi reproduzido, padrão esse que ocorreu apenas durante o período de postura dos ovos. Já no estágio de incubação, o aumento do número de voos foi motivado pelo playback de maior complexidade. Aumentos na quantidade de voos em resposta à reprodução de playbacks já foram relatados em estudos anteriores (Budka *et al.*, 2019; DuBois *et al.*, 2011), mas diferem do que encontramos, pois normalmente a resposta mais agressiva é motivada por playbacks de maior complexidade vocal durante o estágio de postura, período em que o macho deve exibir intenções mais agressivas a um intruso considerado vocalmente mais forte (Hesler *et al.*, 2011). De maneira inversa, esperava-se reações menos intensas durante o período de incubação, visto que, a possibilidade de cópula extra par do rival com a fêmea residente já ter passado.

Entrar em disputas com rivais tidos como mais fortes envolvem custos como o de perder a parceira, ovos ou filhotes, ou mesmo risco de ferimentos graves os quais podem resultar em morte (Logue *et al.*, 2010). Dessa maneira, propomos que indivíduos teoricamente podem avaliar, através das características vocais dos oponentes, o custo desses conflitos, podendo, caso necessário, evitá-los (Jablonszky *et al.*, 2021). Não ajustar a própria complexidade vocal em relação ao tipo de playback pode camuflar também suas próprias limitações de desempenho vocal (Cramer & Price, 2007), dessa forma, entrar em conflitos diretos pode ser mais vantajoso para esconder o próprio nível de complexidade vocal, que pode ser menor em relação ao rival.

Neste estudo encontramos que machos de *Sporophila lineola* podem analisar a complexidade vocal de intrusos para avaliar riscos. No entanto, mudam o comportamento, mas não ajustam o próprio canto em resposta à intrusão do território. É preciso entender melhor

como funcionam os mecanismos de sinalização em aves canoras. Mudanças no comportamento podem ser um meio mais adequado para avaliar melhor as interações entre indivíduos no contexto intrasexual. É necessário entender melhor porque alguns indivíduos reagem de forma mais intensa a rivais de maior complexidade vocal enquanto outros parecem ser repelidos por eles. Pode-se concluir que existem estratégias alternativas de defesa do território perante rivais, e essas distintas estratégias podem ser explicadas por mecanismos como, intenções agressivas, riscos de embates, e/ou custos energéticos.

## REFERÊNCIAS

- Alvares, C.A., J.L. Stape, P.C. Sentelhas, J.L.M. Gonçalves, Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- Areta, J. I.; Almirón, D. Comentarios sobre la presencia, voces y alimentación del Corbatita Overo *Sporophila lineola* a orillas de los ríos Paraná e Iguazú en Misiones, Argentina. **Cotinga**; v.31, p. 59-62. 2009.
- Audacity team. Audacity(R): Free Audio Editor and Recorder (Version 2.3.2) [Computer program]. Available from <http://audacity.sourceforge.net/>, 2014.
- Badyaev, A. V.; Hill, G. E.; Weckworth, B. V. Species divergence in sexually selected traits: increase in song elaboration is related to decrease in plumage ornamentation in finches. **Evolution**, v. 56, n. 2, p. 412–419, fev. 2002.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, n. 1, p. 1–48. 2015.
- Beco, R. *et al.* Ecology and behavior predict an evolutionary trade-off between song complexity and elaborate plumages in antwrens (Aves, Thamnophilidae). **Evolution**, v. 75, n. 10, p. 2388–2410, out. 2021.
- Bekoff, M. Social Communication in Canids: Evidence for the evolution of a stereotyped mammalian display. **Science**. v. 197, p. 1097-1099. 1977.
- Benedict, L.; Rose, A.; Warning, N. Canyon wrens alter their songs in response to territorial challenges. **Animal Behaviour**, v. 84, n. 6, p. 1463–1467, dez. 2012.
- Blumstein, D. T.; Armitage, K. B. Does sociality drive the evolution of communicative complexity? A comparative test with ground-dwelling Sciurid alarm calls. **The American Naturalist**, v. 152, n. 2, p. 179-200, ago. 1997.
- Bradbury, J. W., and S. L. Vehrencamp. Principles of animal communication. **Sinauer Press**, Sunderland, MA. 1998.
- Brumm, H.; Todt, D. Male–male vocal interactions and the adjustment of song amplitude in a territorial bird. **Animal Behaviour**, v. 67, n. 2, p. 281–286, fev. 2004.
- Budka, M. *et al.* Experienced males modify their behaviour during playback: the case of the Chaffinch. **Journal of Ornithology**, v. 160, n. 3, p. 673–684, jul. 2019.
- Byers, B. E., & Kroodsma, D. E. Female mate choice and songbird song repertoires. **Animal Behaviour**, v. 77, n. 1, p. 13–22. 2009.
- Cate, C. T., Slabbekoorn, H., & Ballintijn, M. R. Birdsong and male—male competition:

- Causes and consequences of vocal variability in the collared dove (*Streptopelia decaocto*). **Advances in the Study of Behavior**, v. 31, p. 31–75, 2002.
- Charif, R.A; Waack, A.M; Strickman, L.M. Raven Pro 1.4 User's Manual. **Cornel lab of Ornithology**. Ithaca, NY. 379 p. 2010.
- Christensen, R.H.B. “ordinal—Regression Models for Ordinal Data.” R package version 2019.12-10, URL <http://www.cran.r-project.org/package=ordinal/>.
- Clutton-Brock, T. H.; Albon, S. D. The roaring of red deer and the evolution of honest advertisement. **Behaviour**, v. 69, n. 3–4, p. 145–170, jan. 1979.
- Collins, S. Vocal fighting and flirting: the functions of birdsong. Em: Marler P, Slabberkoorn H. **Nature's Music: the science of birdsong**. Elsevier academic press, San Diego, CA. p. 39–79. 2004.
- Cramer, E. R. A.; Price, J. Red-winged blackbirds *Agelaius phoeniceus* respond differently to song types with different performance levels. **Journal of Avian Biology**, v. 38, n. 1, p. 122–127, jan. 2007.
- Cunha, F. C. R.; Lopes, L. E.; Selezneva, A. Revealing migration schedule and potential breeding grounds of Lined Seedeaters using citizen science data. **Emu - Austral Ornithology**, v. 122, n. 3-4, p. 167–175, jul. 2022.
- Darolová, A., Krištofik, J., Hoi, H., & Wink, M. Song complexity in male marsh warblers: Does it reflect male quality? **Journal of Ornithology**, v. 153, n. 2, p. 431–439. 2012.
- Dijkstra, T.; Korsten, P.; Komdeur, J. Is UV signalling involved in male-male territorial conflict in the blue tit (*Cyanistes caeruleus*)? A new experimental approach. **Behaviour**, v. 144, n. 4, p. 447–470, 2007.
- Dubois, A. L.; Nowicki, S.; Searcy, W. A. Discrimination of vocal performance by male swamp sparrows. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 65, n. 4, p. 717–726, abr. 2011.
- Eck, Siegfried et al. **Measuring birds**. Deutsche Ornithologen-Gesellschaft. 2011.
- Edds-Walton, P. L. Acoustic communication signals of mysticete whales. **Bioacoustics**, v. 8, n. 1–2, p. 47–60, jan. 1997.
- Ferreira, D. DE F.; Lopes, L. E. Natural history of the Lined Seedeater *Sporophila lineola* (Aves: Thraupidae) in southeastern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 51, n. 23–24, p. 1425–1435, 26 jun. 2017.
- Geberzahn, N.; Aubin, T. How a songbird with a continuous singing style modulates its song when territorially challenged. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 68, n. 1, p. 1–12, 1 jan. 2014.
- Gil, D., & Gahr, M. The honesty of bird song: Multiple constraints for multiple traits. **Trends**

- in **Ecology & Evolution**, v. 17, n. 3, p. 133–141. 2002.
- Green, S.; Marler, P. The analysis of animal communication. Em: Marler, P.; Vandenberg, J. G. (Eds.). **Social Behavior and Communication**, Boston, MA: Springer US. p. 73–158. 1979.
- Gustison, M. L., & Bergman, T. J. Vocal complexity influences female responses to gelada male calls. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, Article 19680. 2016.
- Hesler, N.; Mundry, R.; Dabelsteen, T. Does song repertoire size in Common Blackbirds play a role in an intra-sexual context? **Journal of Ornithology**, v. 152, n. 3, p. 591–601, jul. 2011.
- Hill, S. D. *et al.* Fighting talk: complex song elicits more aggressive responses in a vocally complex songbird. **Ibis**, v. 160, n. 2, p. 257–268, abr. 2018.
- Hof, D., & Podos, J. Escalation of aggressive vocal signals: A sequential playback study. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 280, n. 1768, p. 20131553. 2013.
- IBGE. **Mapa de biomas do Brasil: primeira aproximação**. Brasília, Brasil: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004.
- Jablonszky, M. *et al.* The effect of social environment on bird song: listener-specific expression of a sexual signal. **Behavioral Ecology**, v. 32, n. 3, p. 395–406, jun. 2021.
- Jaška, P.; Linhart, P.; Fuchs, R. Neighbour recognition in two sister songbird species with a simple and complex repertoire – a playback study. **Journal of Avian Biology**, v. 46, p. 151–158, mar. 2015.
- Kurita, T. Principal Component Analysis (PCA). Em: **Computer Vision: A Reference Guide**. Cham: Springer International Publishing. p. 1–4. 2019.
- Larsson, P.; Dodson, S. Invited review: chemical communication in planktonic animals. **Invited review: chemical communication in planktonic animals**, v. 129, n. 2, p. 129–155, 1993.
- Leedale, A. E.; Collins, S. A.; De Kort, S. R. Blackcaps (*Sylvia atricapilla*) increase the whistle part of their song in response to simulated territorial intrusion. **Ethology**, v. 121, n. 4, p. 403–409, abr. 2015.
- Logue, D. M., Abiola, I. O., Rains, D., Bailey, N. W., Zuk, M., & Cade, W. H. Does signalling mitigate the cost of agonistic interactions? A test in a cricket that has lost its song. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 277, n. 1693, p. 2571–2575. 2010.
- Lopes, L. E.; Marçal, B. De F. Avifauna do Campus Florestal da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. **Atualidade Ornitológicas On-line**, v. 193, p. 41-56, 2016.

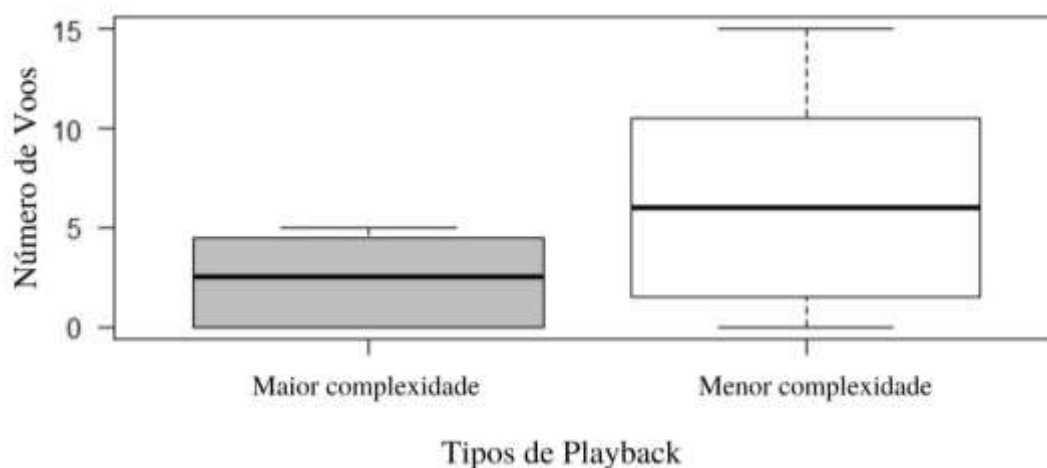
- Madhavan, M., & Brouwer, L. Territorial males adjust their songs according to intruder song complexity. 16p. M.Sc. Thesis. Wageningen University & Research, Wageningen. 2022.
- Manser, M. B. *et al.* Vocal complexity in Meerkats and other Mongoose species. Em: Naguib, M. *et al.* (Eds.). **Advances in the Study of Behavior**, Academic Press, v. 46, p. 281–310. 2014.
- Martins, G. DE M.; Cunha, F. C. R.; Lopes, L. E. Territorial behavior of the migratory Lined Seedeater during the breeding season. **Ornithology Research**, v. 29, n. 3, p. 133-139, 2021.
- Medina, I., & Francis, C. D. Environmental variability and acoustic signals: A multi-level approach in songbirds. **Biology Letters**, v. 8, n. 6, p. 928–931. 2012.
- Moseley, D. L., Lahti, D. C., & Podos, J. Responses to song playback vary with the vocal performance of both signal senders and receivers. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 280, n. 1768, p. 20131401. 2013.
- Mountjoy, J.; Lemon, R. Song as an attractant for male and female European starlings, and the influence of song complexity on their response. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 28, p. 97–100, fev. 1991.
- Naguib, M.; Mennill, D. J. The signal value of birdsong: empirical evidence suggests song overlapping is a signal. **Animal Behaviour**, v. 80, n. 3, p. e11–e15, set. 2010.
- Podos, J., & Webster, M. S. Ecology and evolution of bird sounds. **Current Biology**, v. 32, n. 20, R1100–R1104. 2022.
- R core team. R: A language and environment for Statistical computing (Internet). R Foundation for Statistical computing, Viena, Áustria. Disponível em: <<https://www.r-project.org>>
- Ridgely R. S; Tudor, G. **Field guide to the songbirds of South America: the passerines**. Austin (TX): University of Texas Press. 2009.
- Salazar, S. M. *et al.* Male aggressiveness and risk-taking during reproduction are repeatable but not correlated in a wild bird population. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 75, n. 7, p. 108, jul. 2021.
- Searcy, W. A., & Beecher, M. D. Song as an aggressive signal in songbirds. **Animal Behaviour**. v. 78, n. 6, p. 1281–1292. 2009.
- Searcy, W. A.; Yasukawa, K. Use of the song repertoire in intersexual and intrasexual contexts by male red-winged blackbirds. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 27, n. 2, p. 123–128, ago. 1990.
- Souriau, A. *et al.* No evidence for a role of trills in male response to territorial intrusion in a complex singer, the Thrush Nightingale. **Journal of Ornithology**, v. 162, n. 3, p. 865–878, jul. 2021.

- Spencer, K. A. *et al.* Song as an honest signal of developmental stress in the zebra finch (*Taeniopygia guttata*). **Hormones and Behavior**, v. 44, n. 2, p. 132–139, ago. 2003.
- Tobias, J.; Seddon, N. Territoriality as a paternity guard in the European robin, *Erithacus rubecula*. **Animal Behaviour**, v. 60, n. 2, p. 165–173, ago. 2000.
- Triefenbach, F. A.; Zakon, H. H. Changes in signalling during agonistic interactions between male weakly electric knifefish, *Apteronotus leptorhynchus*. **Animal Behaviour**, v. 75, n. 4, p. 1263–1272, abr. 2008.
- Vielliard, J. M. E. A diversidade de sinais e sistemas de comunicação sonora na fauna brasileira. **Seminário Música Ciência Tecnologia**, v. 1, n. 1, 5 nov. 2004.

**Material suplementar 1 – Demais análises realizadas utilizando valores médios e brutos dos cantos realizados antes e após os playbacks.**

**Tabela S1.** Resultados dos modelos lineares e generalizados para variáveis vocais e comportamentais em relação aos tipos de playback. Foram utilizados os valores de delta da média (valores médios) dos cantos que os indivíduos realizaram após os playbacks. Os dados são dos testes realizados no estágio de postura dos ovos (n=15). Diferenças significativas foram destacadas em negrito.

<b>Variável resposta LMs</b>	<b>Efeitos fixos</b>	<b>Estimate</b>	<b>Std-error</b>	<b>df</b>	<b>t value</b>	<b>p-value</b>
Número de sílabas	Tipo de playback	0.291	2.542	11.00	0.115	0.911
Riqueza de sílabas	Tipo de playback	-0.483	1.013	11.00	-0.477	0.643
Duração do canto	Tipo de playback	-0.430	0.626	11.00	-0.688	0.506
<b>GLMs</b>	<b>Efeitos fixos</b>	<b>Estimate</b>	<b>Std-error</b>	<b>df</b>	<b>z value</b>	<b>p-value</b>
Número de voos	Tipo de playback	1.642	0.828	11.00	1.983	<b>0.047</b>
Número de cantos pós playback	Tipo de playback	0.125	0.123	11.00	1.017	0.309
<b>CLMs</b>	<b>Efeitos fixos</b>	<b>Estimate</b>	<b>Std-error</b>	<b>df</b>	<b>z value</b>	<b>p-value</b>
Distância mais próxima do alto-falante	Tipo de playback	0.507	2.006	-	0.253	0.800



**Figura S1.** Boxplot do número de voos realizados pelos indivíduos em resposta aos diferentes tipos de playback (maior e menor complexidade vocal), ver tabela 1. Dados de testes realizados durante o período de postura. O número de voos variou significativamente entre os tipos de playbacks.

**Tabela S2.** Resultados dos modelos lineares mistos das variáveis vocais em relação aos tipos de playback. Foram considerados os valores de delta de todos os cantos (dados brutos) que os indivíduos realizaram após os playbacks. Os dados são dos testes realizados nos estágios de postura e incubação (n=210).

<b>Variável resposta LMMs</b>	<b>Efeitos fixos</b>	<i>Estimate</i>	<i>Std-error</i>	<i>df</i>	<i>t value</i>	<i>p-value</i>	<i>Variance</i>	<i>Std.Dev.</i>
Número de sílabas	Tipo de playback	-2.227	2.170	13.00	-1.026	0.323	0.822	0.907
Riqueza de sílabas	Tipo de playback	-1.163	1.104	13.00	-1.054	0.311	0.577	0.76
Duração do canto	Tipo de playback	-0.615	0.459	13.00	-1.339	0.204	0.072	0.268

**Tabela S3.** Resultados dos modelos lineares mistos das variáveis vocais em relação aos tipos de playback. Foram considerados os valores de delta de todos os cantos (dados brutos) que os indivíduos realizaram após os playbacks. Os dados são dos testes realizados no estágio de postura dos ovos (n=105).

<b>Variável resposta LMMs</b>	<b>Efeitos fixos</b>	<i>Estimate</i>	<i>Std-error</i>	<i>df</i>	<i>t value</i>	<i>p-value</i>	<i>Variance</i>	<i>Std.Dev.</i>
Número de sílabas	Tipo de playback	0.857	4.157	11.00	0.206	0.840	6.663	2.581
Riqueza de sílabas	Tipo de playback	0.595	1.683	11.00	0.354	0.730	1.351	1.162
Duração do canto	Tipo de playback	0.110	0.769	11.00	0.144	0.888	0.230	0.479