
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

BÁRBARA MOREIRA FERNANDES

**INFLUÊNCIA DE RUÍDOS URBANOS E SONS DE
PREDADORES SOBRE A ALIMENTAÇÃO E
MOVIMENTAÇÃO DE SABIÁ-BARRANCO (*Turdus
leucomelas*)**



Rio Claro - SP
2023

BÁRBARA MOREIRA FERNANDES

**INFLUÊNCIA DE RUÍDOS URBANOS E SONS DE PREDADORES
SOBRE A ALIMENTAÇÃO E MOVIMENTAÇÃO DE
SABIÁ-BARRANCO (*Turdus leucomelas*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de Bacharela em
Ciências Biológicas

Orientador: Dr. Augusto Florisvaldo Batisteli

Coorientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Pizo Ferreira

Rio Claro - SP
2023

F363i	Fernandes, Bárbara Moreira Influência de ruídos urbanos e sons de predadores sobre a alimentação e movimentação de sabiá-barranco (<i>Turdus leucomelas</i>) / Bárbara Moreira Fernandes. -- Rio Claro, 2023 29 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro Orientador: Augusto Florisvaldo Batisteli Coorientador: Marco Aurélio Pizo 1. Comportamento. 2. Predação (Biologia). 3. Ruído urbano. 4. Urbanização. 5. Ecologia animal. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

BÁRBARA MOREIRA FERNANDES

**INFLUÊNCIA DE RUÍDOS URBANOS E SONS DE PREDADORES
SOBRE A ALIMENTAÇÃO E MOVIMENTAÇÃO DE
SABIÁ-BARRANCO (*Turdus leucomelas*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro,
da Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, para obtenção do grau de
Bacharela em Ciências Biológicas

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Augusto Florisvaldo Batisteli (orientador)

Prof. Dr. Marco Aurélio Pizo Ferreira (coorientador)

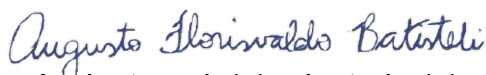
Prof. Dr. Ana Cristina Vara Crestani

Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro

Aprovado em: 08 de Novembro de 2023



Assinatura do discente



Assinatura do(a) orientador(a)



Assinatura do(a) coorientador(a)

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Simone e Flávio, que sempre foram os maiores incentivadores em toda minha trajetória.

A Julia Pachel, minha querida amiga, minha tutora, meu elo com os colegas e professores e que sempre esteve ao meu lado desde o início da graduação.

Ao Dr. Augusto Batisteli, pela disposição e paciência em todos os momentos, estando sempre presente.

Ao Dr. Marco Aurélio Pizo Ferreira, que esteve sempre a par do experimento e me deu suporte intelectual. Também agradeço pelo estágio realizado sob sua orientação, que ao final resultou nesse TCC.

Ao Ayrton, técnico do Jacarezário, pela colaboração e suporte durante os experimentos.

Também a todos os colegas de curso que de alguma forma, me auxiliaram, e meus dois amigos Angel e Kiwili, por me convencer a escrever mesmo quando estava sem ânimo.

E por fim, a todos os funcionários e professores do Instituto de Biociências, pelo reconhecimento e apoio de minha condição TEA, nas pessoas de Simone Calil Barcellos Leite, Prof. Dr. Cláudio Von Zuben e a Profa. Dra. Laurence Marianne V. Culot.

Sem o apoio e carinho de todos vocês, não teria chegado ao final desta jornada, preparada para novos desafios que virão.

RESUMO

A comunicação sonora é de extrema importância para as aves, sendo que o ambiente acústico desempenha grande influência no comportamento desses animais. Estudos recentes mostram que ruídos antropogênicos podem trazer consequências negativas para as aves, como uma diminuição da riqueza de espécies e o aumento da predação de ninhos. No entanto, poucos estudos avaliaram experimentalmente a reação de aves a pistas sensoriais ligadas à poluição sonora e ao risco de predação com relação aos comportamentos mais elementares das aves, como locomoção e alimentação. O objetivo deste estudo foi avaliar se diferentes tipos de sons afetam o comportamento de alimentação e movimentação de indivíduos de *Turdus leucomelas* (Vieillot 1818). Trinta indivíduos cativos foram filmados por um intervalo de 10 min expostos a quatro tipos de sons: um ruído urbano (soprador de folhas), o som de um potencial predador (falcão quiquiri *Falco sparverius*), o som de uma ave não predadora (pombão *Patagioenas picazuro*), e o som de uma torneira aberta, e a um período controle (sem nenhum som). Os vídeos foram posteriormente assistidos para determinar o número de saltos e a frequência de alimentação de cada indivíduo. Houve diferença causada pelos tratamentos com relação à frequência de alimentação e à movimentação. Os sons de falcão, soprador e torneira fizeram com que as aves realizassem menos movimentos e menos alimentações do que durante o controle, enquanto o som da ave não predadora não ocasionou mudanças nos comportamentos deles em relação ao controle. Considerando que os sabiás estudados foram criados em cativeiro desde os primeiros dias de vida, os resultados obtidos sugerem que o reconhecimento do falcão como predador tem um forte componente inato, e que certos ruídos urbanos podem produzir efeito negativo similar ao de pistas de um predador. Esse estudo demonstrou como sons naturais e antropogênicos influenciam em comportamentos de uma espécie de ave urbana, colaborando para esclarecer um provável mecanismo pelo qual a poluição sonora afeta a avifauna.

Palavras-chave: Comportamento; Predação; Ruído antropogênico; Urbanização.

ABSTRACT

Sound communication is extremely important for birds, and the acoustic environment has a great influence on the behavior of these animals. Recent studies show that anthropogenic noise can have negative consequences for birds, such as a decrease in species richness and an increase in nest predation. However, few studies have experimentally evaluated the reaction of birds to sensory cues linked to noise pollution and the risk of predation in relation to more elementary bird behaviors, such as locomotion and feeding. The objective of this study was to evaluate whether different types of sounds affect the feeding and movement behavior of individuals of the Pale-breasted Thrush *Turdus leucomelas* (Vieillot 1818). Thirty captive individuals were filmed for a 10-min interval exposed to four types of sounds: an urban noise (leaf blower), the sound of a potential predator (the American Kestrel *Falco sparverius*), the sound of a non-predator bird (the Picazuro Pigeon *Patagioenas picazuro*), and the sound of an open tap, and a control period (without any sound). The videos were later watched to determine the number of jumps and feeding frequency of each individual. There was a difference caused by the treatments in relation to feeding frequency and movement. The falcon, blower and tap sounds caused the birds to make fewer movements and feed less than during the control, while the sound of the non-predator bird did not induce changes in their behavior in relation to control. The results indicate that the use of playback of different sounds affects the feeding and movement behavior of guava thrush individuals in different ways. Considering that the birds studied were reared in captivity from the first days of life, the results obtained suggest that the recognition of the falcon as a predator has a strong innate component, and that certain anthropogenic noises can produce a negative effect similar to that of predator's cues. This study demonstrated how natural and anthropogenic sounds influence the behavior of an urban bird, collaborating to clarify a likely mechanism by which noise pollution affects avifauna para esclarecer um provável mecanismo pelo qual a poluição sonora affects avifauna .

Keywords: Anthropogenic noise; Behavior; Predation; Urbanization.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	07
2	OBJETIVOS.....	09
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
3.1	Coleta de dados.....	10
3.2	Análises estatísticas.....	11
4	RESULTADOS	13
4.1	Alimentação.....	13
4.2	Movimentação.....	14
4.3	Teste de correlação.....	16
5	DISCUSSÃO.....	18
6	CONCLUSÕES.....	22
	REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

As aves são amplamente difundidas em diversos tipos de habitat, ocorrendo tanto em áreas naturais quanto em áreas de urbanização extrema. No entanto, as comunidades de aves podem ser muito diferentes entre locais perturbados e não perturbados pela ação antrópica, tanto em abundância quanto em riqueza de espécies (Marzluff 2001). Fatores como a disponibilidade de alimento, presença/ausência de predadores, mudança na disponibilidade de habitat e doenças afetam diretamente a biologia das aves em ambientes modificados (Marzluff, 1997).

A comunicação sonora é de extrema importância para as aves, que utilizam-se da emissão de vocalizações específicas para, por exemplo, a atração de parceiros ou avisar a outros indivíduos da presença de ameaças (Warren *et al.*, 2006). Também é notória a capacidade das aves de detectar padrões sonoros de outras aves capazes de predação adultos ou filhotes (Miller, 1952). Os desdobramentos da presença de predadores no ambiente podem ser grandes mesmo quando eles não causam baixas populacionais às presas, pois a simples presença deles pode modificar o comportamento das mesmas. Tais mudanças são tão importantes que podem ser tratadas em um campo específico da ecologia, chamado ecologia do medo (“*ecology of fear*”) (Zanette & Clinchy, 2019). Dessa forma, o ambiente acústico desempenha grande influência na formação dos sistemas de comunicação animal (Warren *et al.*, 2006).

Embora a comunidade de predadores seja geralmente mais simplificada nas cidades em relação às áreas naturais, nas áreas urbanas existem novas potenciais fontes de perturbação, como barulho de carros, construções, alarmes e outros ruídos artificiais (Santiago-Alarcon & Delgado, 2017). A presença desses sons desconhecidos gera um aumento drástico nos níveis de som nas áreas urbanas em relação a áreas não-urbanas (Warren *et al.*, 2006). Estudos recentes mostram que, em áreas urbanas, ruídos antropogênicos podem trazer consequências negativas para as aves, como uma diminuição da riqueza de espécies e o aumento da predação de ninhos (Marzluff *et al.*, 2000).

A urbanização crescente gera novos cenários ambientais aos quais os animais precisam se adaptar, e diversos estudos demonstram os primeiros exemplos de resposta adaptativa em certos comportamentos, como das vocalizações das aves em resposta aos ruídos urbanos (Brumm & Todt, 2002; Slabbekoorn & Peet, 2003).

No entanto, ainda há poucos estudos que testaram experimentalmente a influência da poluição sonora nos comportamentos mais elementares das aves, como locomoção e alimentação.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar como o ruído urbano e o som de predadores afeta o comportamento de alimentação e movimentação de indivíduos da espécie sabiá-barranco *Turdus leucomelas* (Vieillot, 1818). As hipóteses são de que, na presença de ruídos urbanos ou de sons de predadores, as aves exibirão 1) menor frequência de movimentação e 2) menor frequência de ingestão de alimento.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Coleta de dados

O experimento foi realizado com 30 sabiás-barranco (*Turdus leucomelas*) mantidos em cativeiro no Jacarezário da UNESP de Rio Claro, SP. Esses animais foram capturados ainda filhotes em 2021 e são mantidos como parte do projeto de pós-doutorado “A urbanização seleciona comportamentos ou plasticidade comportamental?” (autorizações SISBIO no 78615-1, Comitê de Ética no Uso de Animal – CEUA UNESP nº 1329).

Figura 1 - Indivíduo de sabiá-barranco (*Turdus leucomelas*) utilizado no experimento



Os experimentos foram realizados no mesmo local onde as aves são mantidas, sempre no período da manhã (08:30–12:00h). Os experimentos tiveram duração de 15 minutos e foram filmados com uma câmera GoPro posicionada a 1 m das gaiolas dos indivíduos em teste. Os vídeos foram posteriormente assistidos para a coleta dos dados comportamentais. Logo abaixo da câmera, foi posicionado um dispositivo sonoro para emissão dos sons a serem utilizados em cada teste.

Cada indivíduo foi exposto a todos os tipos de tratamento sonoro, um por vez. Para o controle, os sabiás foram filmados sem tratamento sonoro, apenas com os sons do ambiente. Os demais sons de cada tratamento foram a) ruídos urbanos, tendo como referência o som de um soprador de folha (de agora em diante, “soprador”; b) o som de uma torneira aberta (“torneira”), simulando um córrego; c) vocalização de um potencial predador dos sabiás, no caso, um falcão-quiriquiri *Falco sparverius* (“falcão”) e d) vocalização de uma ave não-predadora (“pombão”, *Patagioenas picazuro*) para avaliar como estes afetam o comportamento das aves.

Para otimização do tempo de amostragem, foram filmados a cada teste seis indivíduos em suas gaiolas individuais e isolados visualmente um do outro. Cada sexteto de indivíduos foi filmado enquanto exposto a um tipo de som por dia. O primeiro som a ser tocado para cada sexteto foi determinado por sorteio, e a ordem dos sons para cada sexteto foi sendo rotacionada para cada grupo a cada dia na sequência, também sorteada, “pombão”-“torneira”-“soprador”-“falcão”. Os controles foram todos filmados no mesmo dia antes dos testes com os sons experimentais.

Depois das gravações, os vídeos foram assistidos para contabilizar o número de saltos e número de vezes que as aves se alimentaram. Os cinco minutos iniciais das gravações foram considerados como período de aclimação e foram descartados das análises. A movimentação foi quantificada a partir do número de saltos dados entre os poleiros e paredes da gaiola no intervalo restante de 10 minutos, e a alimentação pela quantidades de vezes que elas se alimentaram neste mesmo intervalo de tempo.

3.2 Análises estatísticas

Foram realizados testes de correlação entre o comportamento de cada indivíduo em dois sons consecutivos para avaliar se, ao tocar diversos sons em sequência, um som interferiu no comportamento da ave durante a execução do próximo som. As análises foram realizadas no software R (R Core Team 2022).

Uma vez que cada indivíduo foi observado cinco vezes, testamos se os diferentes sons afetaram o comportamento dos animais através de modelos lineares mistos, sendo um modelo tendo como variável resposta a frequência de movimentação e outro modelo tendo como variável resposta a frequência de eventos de alimentação. A variável independente de ambos os modelos foi o tipo de

tratamento, contendo cinco categorias (controle, soprador, torneira, ave predadora e ave não-predadora).

A identidade de cada indivíduo foi incluída nesses modelos como fator aleatório, uma vez que cada indivíduo pode ter seu próprio patamar de atividade e de resposta aos experimentos. Os modelos construídos foram comparados modelos nulos através de uma ANOVA e, para analisar quais tratamentos influenciam a frequência de comportamento de forma par-a-par, foram realizados testes de post-hoc de Tukey. Os resultados são apresentados no texto como média $\pm$ desvio padrão e as análises consideraram $\alpha = 0,05$.

4 RESULTADOS

4.1 Alimentação

A média geral de alimentação, calculada a partir de todos os testes, foi de $49,43 \pm 197,76$ eventos durante o intervalo de 10 minutos. Houve diferença causada pelos tratamentos com relação à frequência de alimentação ($F = 14,388$; $P < 0,001$) (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados do teste post-hoc de Tukey comparando par-a-par a frequência de alimentação de sabiás-barranco (*Turdus leucomelas*) em função de diferentes tratamentos envolvendo a execução de diferentes sons e um controle, sem nenhum som reproduzido. EP: erro padrão, gl: graus de liberdade.

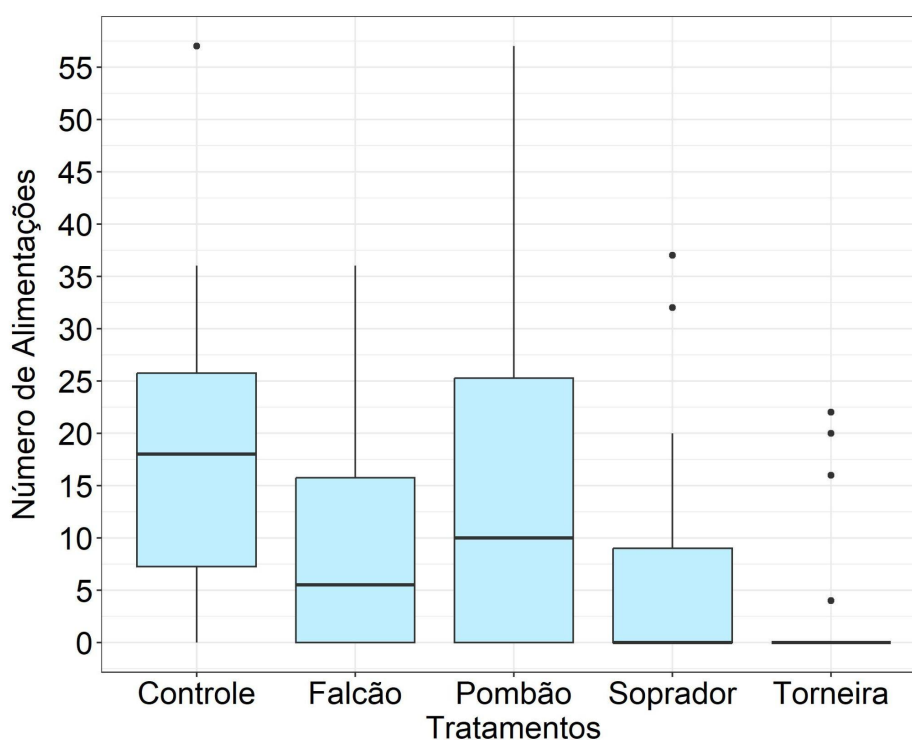
Tipos de som	Estimativa	EP	gl	t	p
Controle vs. Falcão	1,597	0,479	116	3,337	0,009*
Controle vs. Pombão	0,695	0,479	116	1,452	0,595
Controle vs. Soprador	2,387	0,479	116	4,987	<,001*
Controle vs. Torneira	3,211	0,479	116	6,710	<,001*
Falcão vs. Pombão	-0,902	0,479	116	-1,884	0,331
Falcão vs. Soprador	0,790	0,479	116	1,650	0,468
Falcão vs. Torneira	1,614	0,479	116	3,373	0,008*
Pombão vs. Soprador	1,692	0,479	116	3,534	0,005*
Pombão vs. Torneira	2,516	0,479	116	5,257	<,001*
Soprador vs. Torneira	0,825	0,479	116	1,723	0,424

O tratamento controle diferiu dos tratamentos Falcão, Soprador e Torneira, apresentando uma maior frequência de alimentação, com relação aos três tratamentos (Figura 2, Tabela 1). O tratamento Falcão ocasionou mais eventos de alimentação do que o tratamento Torneira (Figura 2, Tabela 1), indicando que o som da torneira apresentou efeitos negativos no comportamento de alimentação mais

intensos que o som de predador, ou seja, os sabiás não apresentaram reação neutra ao som da torneira aberta (Figura 2, Tabela 1).

O tratamento Pombão não diferiu do controle e do falcão, mas apresentou uma diferença significativa dos tratamentos Soprador e Torneira, em ambos os casos, com uma estimativa positiva. Ou seja, o som do Pombão esteve associado a uma maior frequência de alimentação em relação aos dois últimos tratamentos citados (Figura 1, Tabela 1).

Figura 2 – Taxas de alimentação em cada tratamento.



4.2 Movimentação

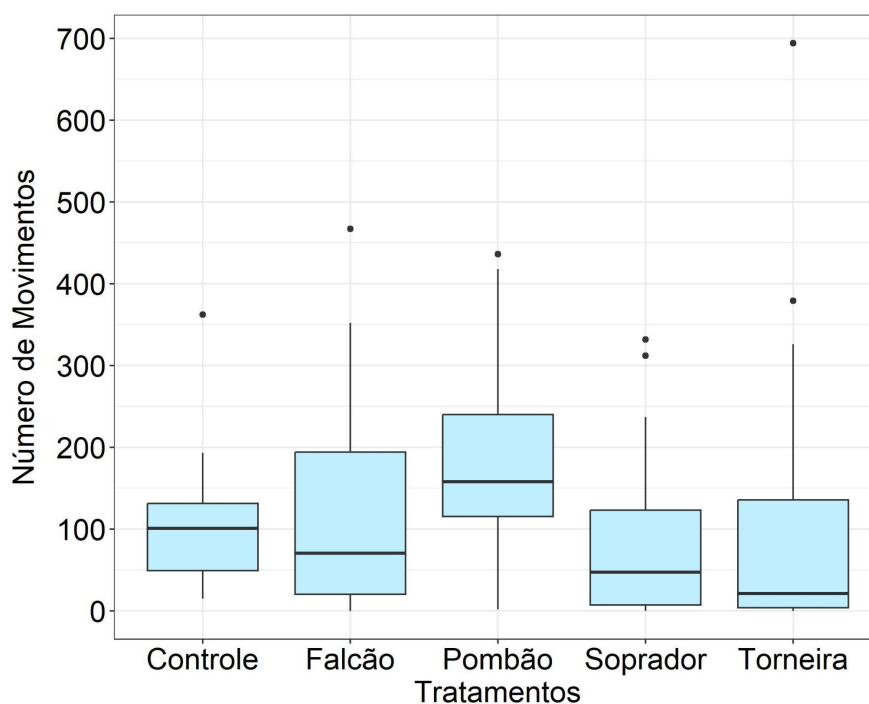
A média geral da frequência de eventos de movimentação, calculada a partir de todos os testes, foi de $142,7 \pm 570,8$ movimentos no intervalo de 10 min. Houve diferença causada pelos tratamentos com relação à frequência de alimentação ($F = 5,6427$; $P < 0,001$), e os resultados do teste post-hoc de Tukey estão apresentados abaixo (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultados do teste post-hoc de Tukey comparando par-a-par a movimentação de sabiás-barranco (*Turdus leucomelas*) em função de diferentes tratamentos envolvendo a execução de diferentes sons e um controle, sem nenhum som reproduzido. EP: erro padrão, gl: graus de liberdade.

Tipos de som	Estimativa	EP	gl	t	p
Controle vs. Falcão	0,311	1,3	116	0,240	0,999
Controle vs. Pombão	-2,986	1,3	116	-2,300	0,152
Controle vs. Soprador	2,490	1,3	116	1,918	0,313
Controle vs. Torneira	2,140	1,3	116	1,648	0,470
Falcão vs. Pombão	-3,297	1,3	116	-2,539	0,089
Falcão vs. Soprador	2,179	1,3	116	1,678	0,451
Falcão vs. Torneira	1,828	1,3	116	1,408	0,623
Pombão vs. Soprador	5,476	1,3	116	4,217	<,001*
Pombão vs. Torneira	5,125	1,3	116	3,947	0,001*
Soprador vs. Torneira	-0,351	1,3	116	-0,270	0,998

Observa-se que o tratamento Pombão diferiu dos tratamentos Soprador e Torneira, em ambos os casos com uma estimativa positiva, ou seja, no tratamento Pombão houve maior frequência de movimento em relação aos outros dois tratamentos (Figura 3, Tabela 2). Nenhuma das outras comparações par-a-par diferiram entre si, incluindo as comparações dos tratamentos com o controle.

Figura 3 – Taxas de movimentação em cada tratamento.



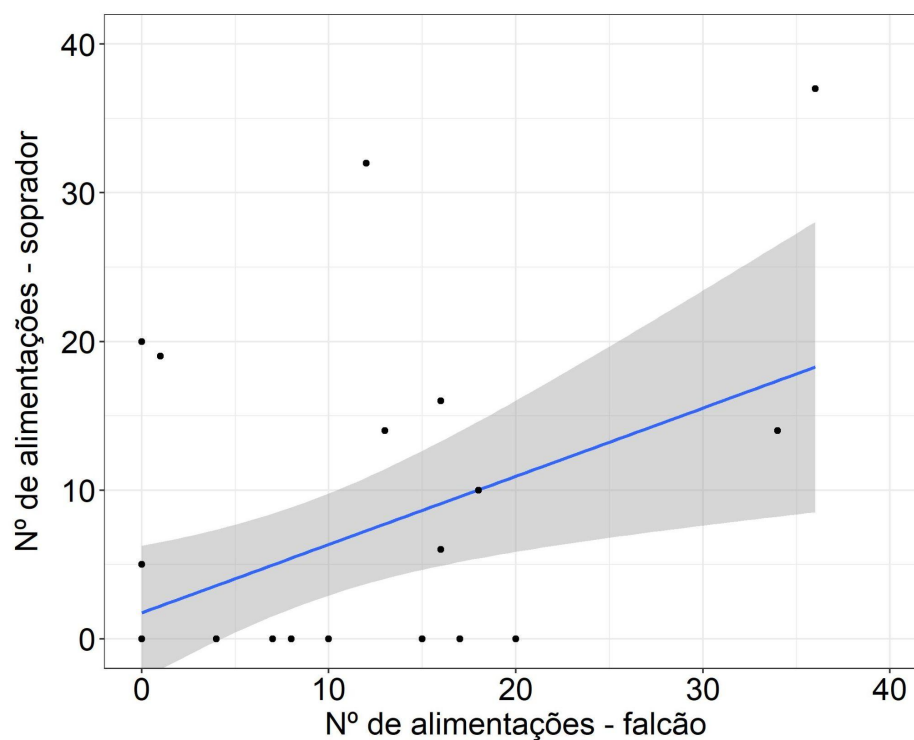
4.3 Teste de correlação

Quando analisado o efeito de um som no comportamento de alimentação das aves sobre o comportamento observado durante o som subsequente, houve correlação positiva no par falcão-soprador (Figura 4, Tabela 3), mas não houve correlação entre os pares de som pombão-torneira e torneira-falcão (Tabela 3). Para o comportamento de movimentação, nenhum dos pares de sons apresentou correlação significativa (Tabela 3).

Tabela 3 – Testes de correlação entre os comportamentos de movimentação e alimentação de cada indivíduo de sabiá-barranco *Turdus leucomelas* (n = 30) verificados durante a emissão de dois sons tocados consecutivamente. r: coeficiente de correlação de Pearson

Sons	Movimentação		Alimentação	
	r	p	r	p
Pombão - Torneira	0,098	0,604	0,181	0,337
Torneira - Falcão	0,219	0,243	0,237	0,206
Falcão - Soprador	-0,215	0,253	0,467	0,009*

Figura 4 – Correlação entre o comportamento de alimentação obtido nos tratamentos soprador e falcão.



5 DISCUSSÃO

Os indivíduos apresentaram diferentes padrões de reação quanto a cada tratamento e a cada comportamento analisado. Os resultados obtidos comparando os sons supostamente ameaçadores (falcão e soprador) com o controle mostram que o comportamento de alimentação dos sabiás foi mais afetado que o de movimentação. No comportamento animal, alimentar-se é um ato que se beneficia da tranquilidade, estudos já evidenciaram que animais em forrageamento modificam seu comportamento individual com base no risco de predação (Ward *et al.*, 2000; Yousaf *et al.*, 2020). Os resultados deste experimento fornecem uma pista sobre o mecanismo pelo qual áreas com intenso ruído urbano afetam negativamente a presença de algumas aves (Barbosa *et al.*, 2020).

O playback de alguns dos sons foi percebido de forma eficaz e intimidadora pelos sabiás, pois eles se alimentaram menos na presença dos sons supostamente ameaçadores tocados, falcão e soprador. O som do pombão não influenciou os comportamentos dos sabiás, uma vez que eles apresentaram uma frequência de alimentação e de movimentação similar ao controle ao ouvir o som da ave não-predadora. Ou seja, podemos afirmar que este som funcionou bem como um som neutro.

Ao contrário do esperado, o som de torneira influenciou o comportamento das aves de forma similar aos sons representantes de ruído urbano e, no caso da alimentação, o efeito induzido pela torneira foi mais intenso que o do som de ave-predadora, ou seja, não gerou reação neutra. Trabalhos recentes demonstraram que sons abióticos naturais podem afetar a comunicação e o forrageio em um nível similar aos sons antropogênicos. O som de ondas quebrando causa um efeito negativo e prejudicial na performance acústica em papagaios em comparação aos efeitos de sons antropogênicos (Davidson *et al.*, 2017). De fato, Gomes *et al.* (2021a) afirmam que o ambiente acústico natural é um eixo de nicho ecológico subestimado. De acordo com Brumm *et al.* (2006), indivíduos de tentilhão-comum (*Fringilla coelebs*), em locais próximos à cachoeiras e torrentes, cantaram períodos mais longos de tipos de cantos repetidas do que aqueles em áreas mais calmas, sugerindo que sons ambientes que geram barulho também podem afetar o comportamento das aves.

Tanto pássaros quanto morcegos evitam áreas com altos níveis de sons naturais, sendo que os pássaros evitam frequências que se sobrepõem às de seu canto e os morcegos evitam frequências mais altas de maneira mais geral (Gordon *et al.* 2021b). Também foi descoberto, com o uso de lagartas de argila, que níveis sonoros intensos diminuem o comportamento de forrageamento dos pássaros e os morcegos parecem mudar as estratégias de caça à medida que os níveis de som aumentam (Gordon *et al.* 2021b).

Outros estudos também demonstraram que o efeito de sons naturais influenciou na ecologia de outros animais, como redução da abundância de aranhas através de playback de sons de rios (Gomes *et al.*, 2020); no aumento do assentamento de peixes em recifes degradados com o uso de sons de recifes de corais saudáveis (Gordon *et al.*, 2019); e o ruído dos riachos combinado com vocalização de atração emitida por machos, atraiu mais rãs fêmeas da espécie *Amolops torrentis* indicando que o ruído gerado pela torrente pode funcionar como uma dica que pode ser usada pelas fêmeas para aumentar a atratividade das vocalizações.

Os resultados indicaram que os sons escolhidos para representar ameaça apresentaram um bom funcionamento. Os sons de predador e de ruído urbano causaram um impacto negativo no comportamento dos sabiás-barranco, representado pela redução na frequência de alimentação e movimentação. A correlação positiva entre o par de som falcão-soprador nos indica que o som de falcão tocado antes do som de soprador, influenciou de forma diretamente proporcional nos resultados obtidos com relação ao tratamento soprador, ou seja, ao obter uma menor frequência de alimentação ao tocar o som do falcão, foi obtida uma menor frequência de alimentação no grupo subsequente ao tocar o som do soprador.

O efeito negativo do soprador no comportamento das aves poderia ser uma mera consequência da correlação mencionada acima em decorrência da ordem dos sons tocados, uma vez que o som do soprador foi sempre executado após o som do falcão. Embora a reação de cada sexteto de aves ao som do falcão e do soprador tenha sido registrada em dias diferentes, as aves ouviam os sons tocados para outros sextetos no recinto. Logo, o som do falcão pode ter ocasionado uma reação continuada, que teria afetado a reação dos sabiás ao som do soprador. No entanto, há alguns argumentos contrários a essa interpretação. Primeiro, a reação de medo e

as chamadas de alarme dos sabiás ao som de um soprador real nas proximidades do recinto, observada em momentos fora do contexto do experimento, indicava que esse som traz perturbação (observação pessoal). Dessa forma, foi solicitado ao responsável pela manutenção do local que, durante os experimentos, não fosse utilizado esse aparelho. Segundo, houve um período de aclimação de cinco minutos, que poderia ter colaborado para reduzir o efeito de um tratamento sobre o outro. Por último, a mesma correlação não foi observada entre o som de torneira e o próximo som (falcão), ainda que o primeiro tenha induzido uma reação negativa mais intensa que a do próprio som de falcão.

Os sabiás estudados foram criados desde filhotes em ambientes controlados e não tiveram nenhuma experiência anterior com falcões. Ao ouvir este som, no entanto, eles apresentaram alteração no seu comportamento de alimentação, em comparação ao efeito do controle. Sandoval e Wilson (2022) afirmam que há um componente inato na resposta a um tipo especial de vocalização que sinaliza a presença de alimentos ou de predadores por várias espécies de aves e que, para isso, as características estruturais que distinguem esses chamados de outras vocalizações são importantes. Nosso resultado corrobora a afirmação de que este comportamento de defesa e reconhecimento do falcão como predador tem um componente inato.

De forma similar aos resultados encontrados nesse estudo, ruídos afetam negativamente a frequência de eventos de forrageio em diversos grupos de animais. Por exemplo, no peixe esgana-gata *Gasterosteus aculeatus* em cativeiro: ao serem expostos a ruído branco apresentaram aumento nos erros de manipulação de comida e uma discriminação reduzida entre alimento e itens não alimentares (Purser & Radford 2011). Sabe-se também que o estresse crônico, gerado por constante estímulo repetitivo negativo pode prejudicar o comportamento de alimentação na codorna japonesa (*Coturnix japonica*) em resposta a ruídos como voz humana, campainha e latido de cachorro (Favreau-Peigné *et al.*, 2014).

Em outro exemplo, o sucesso de ataques à presa durante o forrageio de morcegos da espécie *Myotis myotis*, medido pelo pouso no local correto de emissão do som de uma presa, diminuiu, e o tempo de busca aumentou drasticamente com a simulação da proximidade à autoestrada através de uma escala de volumes de tráfego (Siemers & Schaub 2011). No mesmo estudo, o longo tempo de busca indicou que os morcegos tiveram que voar perto da respectiva plataforma para ainda

detectar e localizar o leve farfalhar da presa no ruído, ou seja, eles experimentaram uma distância de detecção reduzida sob o ruído do tráfego (Siemers & Schaub 2011). Os estudos citados vão de encontro aos resultados dos testes feitos com os sabiás, demonstrando que a alimentação é um comportamento sensível a ruídos antropogênicos.

Outros comportamentos não estudados, como aqueles ligados à autodefesa, também podem ser afetados por ruídos. Wale *et al.* (2013) em um estudo com caranguejos (*Carcinus maenas*) evidenciou que ao serem expostos ao *playback* de barulho de navios, os caranguejos demoravam mais para retornar ao abrigo, o que pode prejudicar o sucesso de defesa. Além disso, experimentos realizados em laboratório com animais domésticos e selvagens mostraram que os ruídos (naturais e antropogênicos) causam estresse, evidenciado a partir consequências fisiológicas como danos no DNA, alterações na expressão genética e mudanças em vários processos celulares relacionados a manutenção do funcionamento neural, imunológico, fisiológico e de desenvolvimento (Kight & Swaddle 2011), e também geram condição corporal reduzida (Gomes, 2021b). Esses diversos efeitos negativos dos ruídos contribuem para explicar como sons gerados pelo tráfego de veículos e sons industriais afetam a composição e a abundância de animais que se comunicam vocalmente (Goodwin *et al.*, 2011; Bayne *et al.*, 2008).

6 CONCLUSÕES

O estudo demonstrou que o uso do playback gera respostas comportamentais nos indivíduos e que diferentes sons afetam de formas distintas o comportamento de alimentação e movimentação de indivíduos de sabiá-barranco. As hipóteses de que, na presença de ruídos urbanos ou de sons de predadores, as aves exibiriam menor frequência de movimentação e menor frequência de ingestão de alimento foram corroboradas apenas para este último comportamento, uma vez que a movimentação dos sabiás durante o experimento com esses sons não diferiu do controle.

Os resultados obtidos mostram que o som de uma ave não predadora induz respostas neutras. No entanto, o som de torneira, que foi utilizado para simular o som de um ambiente natural, como um córrego, influencia o comportamento das aves de forma similar ao ruído urbano e ao som da ave-predadora, gerando menor frequência de movimentação e de ingestão de alimentos. Por terem sido utilizados indivíduos criados em ambiente controlado desde filhotes, os resultados também sugerem que o comportamento de reconhecimento do falcão e possivelmente de outras aves similares como um risco potencial é inato.

As conclusões deste estudo ajudam a entender como diferentes sons, naturais e urbanos, afetam o comportamento de uma espécie comum em ambientes urbanos. Se considerarmos que outras espécies da avifauna urbana reagem de forma similar, os resultados sugerem uma ligação direta entre o nível de ruídos e a performance das espécies quanto à aquisição de alimento, potencialmente restringindo a ocorrência de determinadas espécies em áreas urbanas. Considerando os resultados obtidos, sugere-se que existam mais políticas públicas e projetos de mitigação da poluição sonora no ambiente urbano, de forma a minimizar o efeito de ruídos urbanos sobre o comportamento da avifauna local.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Karlla Vanessa de Camargo; RODEWALD, Amanda D.; RIBEIRO, Milton C.; JAHN, Alex E. Noise level and water distance drive resident and migratory bird species richness within a Neotropical megacity. **Landscape and Urban Planning**, v. 197, p. 103769, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103769>. Acesso em: 21 set. 2023.

BAYNE, Erin M.; HABIB, Lucas; BOUTIN, Stan. Impacts of chronic anthropogenic noise from energy-sector activity on abundance of songbirds in the boreal forest. **Conservation Biology**, v. 22, n. 5, p. 1186-1193, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00973.x>. Acesso em: 18 set. 2023.

BRUMM, Henrik; SLATER, Peter J. B.. Ambient noise, motor fatigue, and serial redundancy in chaffinch song. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, [S.L.], v. 60, n. 4, p. 475-481, 28 mar. 2006. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s00265-006-0188-y>. Acesso em: 21 set. 2023.

BRUMM, Henrik; TODT, Dietmar. Noise-dependent song amplitude regulation in a territorial songbird. **Animal behaviour**, v. 63, n. 5, p. 891-897, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/anbe.2001.1968>. Acesso em: 06 abr. 2023.

DAVIDSON, Benjamin M.; ANTONOVA, Gabriela; DLOTT, Haven; BARBER, Jesse R.; FRANCIS, Clinton D. Natural and anthropogenic sounds reduce song performance: insights from two emberizid species. **Behavioral Ecology**, v. 28, n. 4, p. 974-982, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/beheco/arx036>. Acesso em: 20 set. 2023.

FAVREAU-PEIGNÉ, Angélique; CALANDREAU, Ludovic; CONSTANTIN, Paul; GAULTIER, Bernard; BERTIM, Aline, Cécile Arnould, Agathe Laurence, Marie-Annick Richard-Yris, Cécilia Houdelier, Sophie Lumineau, Alain Boissy, Christine Leterrier. Emotionality modulates the effect of chronic stress on feeding behaviour in birds. **PLoS One**, v. 9, n. 2, p. e87249, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087249>. Acesso em: 18 set. 2023.

GOODWIN, Sarah E.; SHRIVER, W. Gregory. Effects of traffic noise on occupancy patterns of forest birds. **Conservation Biology**, v. 25, n. 2, p. 406-411, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01602.x>. Acesso em: 18 set. 2023.

GOMES, Dylan GE; HESSELBERG, Thomas; BARBER, Jesse R. Phantom river noise alters orb-weaving spider abundance, web size and prey capture. **Functional Ecology**, v. 35, n. 3, 2020. Disponível em:

<https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:f6720aaa-1517-4012-944e-07f6f0558bca>. Acesso em: 21 set. 2023.

GOMES, Dylan GE; FRANCIS, Clinton D.; BARBER, Jesse R. Using the past to understand the present: coping with natural and anthropogenic noise. **BioScience**, v. 71, n. 3, p. 223-234, 2021a. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa161>. Acesso em: 18 set. 2023.

GOMES, D. G. E.; TOTH, C. A.; COLE, H. J.; FRANCIS, C. D.; BARBER, J. R. Phantom rivers filter birds and bats by acoustic niche. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, p. 3029, 2021b. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8144611/>. Acesso em: 18 set. 2023.

GORDON, Timothy AC; RADFORD, Andrew N.; DAVIDSON, Isla K.; BARNES, Kasey; MCCLOSKEY, Kieran; NEDELEC, Sophie L.; MEEKAN, Mark G.; MCCORMICK, Mark I.; SIMPSON, Stephen D. Acoustic enrichment can enhance fish community development on degraded coral reef habitat. **Nature communications**, v. 10, n. 1, p. 5414, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13186-2>. Acesso em: 21 set. 2023.

KIGHT, Caitlin R.; SWADDLE, John P. How and why environmental noise impacts animals: an integrative, mechanistic review. *Ecology letters*, v. 14, n. 10, p. 1052-1061, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01664.x>. Acesso em: 21 set. 2023.

MARZLUFF, John M.. **Effects of urbanization and recreation on songbirds**. Fort Collins, Co: U.s. Dept. Of Agriculture, 1997. 14 p. Disponível em: <https://www.fs.usda.gov/research/treearch/21690>. Acesso em: 06 abr. 2023.

Marzluff JM (2001) Worldwide urbanization and its effects on birds. In: Marzluff JM, Bowman R, Donnelly R (eds) *Avian ecology in an urbanizing world*. Kluwer, Norwell, Massachusetts, pp 19–47. Acesso em: 26 set. 2023.

MILLER, Loye. Auditory recognition of predators. **The Condor**, v. 54, n. 2, p. 89-92, 1952. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1364595>. Acesso em: 04 abr. 2023.

PURSER, Julia; RADFORD, Andrew N. Acoustic noise induces attention shifts and reduces foraging performance in three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). **PloS one**, v. 6, n. 2, p. e17478, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017478>. Acesso em: 21 set. 2023.

SANDOVAL, Luis; WILSON, David R. Neotropical birds respond innately to unfamiliar acoustic signals. **The American Naturalist**, v. 200, n. 3, p. 419-434, 2022.

Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/720441>. Acesso em: 21 set. 2023.

SANTIAGO-ALARCON, D., & DELGADO-V, C. A. (2017). Warning! Urban threats for birds in Latin America. *Avian ecology in Latin American cityscapes*, 125-142.

SIEMERS, Björn M.; SCHAUB, Andrea. Hunting at the highway: traffic noise reduces foraging efficiency in acoustic predators. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 278, n. 1712, p. 1646-1652, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.2262>. Acesso em: 21 set. 2023.

SLABBEKOORN, Hans; PEET, Margriet. Birds sing at a higher pitch in urban noise. **Nature**, [s.l.], v. 424, n. 6946, p. 267-267, jul. 2003. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/424267a>. Acesso em: 06 abr. 2023.

WALE, Matthew A.; SIMPSON, Stephen D.; RADFORD, Andrew N. Noise negatively affects foraging and antipredator behaviour in shore crabs. **Animal Behaviour**, v. 86, n. 1, p. 111-118, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2013.05.001>. Acesso em: 21 set. 2023.

WARD, Jane F.; AUSTIN, Roger M.; MACDONALD, David W. A simulation model of foraging behaviour and the effect of predation risk. **Journal of Animal Ecology**, v. 69, n. 1, p. 16-30, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2000.00371.x>. Acesso em: 18 set. 2023.

WARREN, Paige S.; KATTI, Madhusudan; ERMANN, Michael; BRAZEL, Anthony. Urban bioacoustics: it's not just noise. **Animal behaviour**, v. 71, n. 3, p. 491-502, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2005.07.014>. Acesso em: 04 abr. 2023.

ZANETTE, Liana Y.; CLINCHY, Michael. Ecology of fear. **Current Biology**, [s.l.], v. 29, n. 9, p. 309-313, maio 2019. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2019.02.042>. Acesso em: 06 abr. 2023.

YOUSAF, Muhammad Abrar; NOREEN, Misbah; MAQBOOL, Muhammad F.; IRFAN, Amina; AHMAD, Ishfaq; MEMOONA. Foraging Behavior of Birds at Morning and Evening Times: A Preliminary Study. **BioScientific Review**, v. 2, n. 1, p. 28-39, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.32350/BSR.0201.04>. Acesso em: 18 set. 2023.