



Universidade Federal da Bahia

Instituto de Biologia

Curso de Ciências Biológicas

**Ajustes vocais em aves urbanas: Um estudo dos efeitos do ruído e da
abundância de indivíduos no canto da *Coereba flaveola***

Rafaela Alexandrino Sacramento

Salvador - BA

2017



Universidade Federal da Bahia

Instituto de Biologia

Curso de Ciências Biológicas

**Ajustes vocais em aves urbanas: Um estudo dos efeitos do ruído e da
abundância de indivíduos no canto da *Coereba flaveola***

Rafaela Alexandrino Sacramento

TCC apresentado ao Instituto de Biologia
da Universidade Federal da Bahia como
exigência obtenção do grau de Bacharel
em Ciências Biológicas

Salvador - BA

2017

Data da defesa: 1 de setembro de 2017

Banca examinadora:

Orientador: Prof. Hilton Ferreira Japyassú

Universidade Federal da Bahia

Prof. Henrique Batalha Filho

Universidade Federal da Bahia

Prof. Ricardo Dobrovolski

Universidade Federal da Bahia

Agradecimentos

Agradeço ao Núcleo de Etologia e Evolução (NuEvo) e aos meus colegas nuevíssimos que dividiram seus conhecimentos comigo, que me deram sugestões e me ajudaram nas saídas de campo do trabalho.

Agradeço ao meu orientador Hilton Japyassú, por toda atenção e pelas sugestões que contribuíram para melhorar esse projeto. Obrigada por compartilhar sua experiência e conhecimentos comigo.

Agradeço à minha co-orientadora Gabrielle Winandy, por toda sua paciência, disposição, pelas sugestões e ajuda durante as saídas de campo e análises. Obrigada por compartilhar comigo sua experiência e amor pelo estudo de aves. Sua imensa cooperação e incentivo foram fundamentais para a realização desse trabalho.

Agradeço à minha família, por sempre me apoiarem, me aconselharem, me incentivarem e torcerem pelo meu sucesso. Muitas das conquistas na minha vida foram alcançadas graças ao suporte dela e, por isso, sou muito agradecida.

Agradeço aos professores Henrique Batalha Filho e Ricardo Dobrovolski por terem aceitado o convite de participar da banca de avaliação desse trabalho.

Índice

Introdução Geral	1
Resumo	5
Abstract.....	6
Introdução	7
Material e Métodos	10
Resultados	13
Discussão	15
Conclusão	18
Referências	19
Conclusões Gerais	23
Referências Bibliográficas	24
Anexo: Normas da revista	

Introdução Geral

A vocalização é a principal forma de comunicação das aves. Ela é vantajosa já que não necessita de contato visual e, por isso, pode ser usada à longas distâncias. Ela também é capaz de transmitir a mensagem para mais de um indivíduo simultaneamente. Além disso, ao contrário de sinais visuais, os sons podem atingir trechos isolados em habitats densos como, por exemplo, florestas (Catchpole e Slater, 2008). Assim, a comunicação vocal é uma forma eficiente que as aves possuem de interagir, enviar sinais e reconhecer indivíduos da mesma ou de diferentes espécies (Gil e Brumm, 2014)

A vocalização das aves pode acontecer principalmente através de duas formas, sendo elas os chamados e os cantos. Chamados podem ser bem variados a depender da espécie. Eles são mais simples e curtos, sendo usados principalmente na identificação entre indivíduos, para transmitir alertas de predadores, sinalizar agressão ou alimento (Gil e Brumm, 2014). Já os cantos são mais complexos e longos e, as várias versões de um mesmo canto compõe o repertório de uma espécie. Cantos são constituídos de diversas unidades (sílabas ou notas) que se unem formando frases (Catchpole e Slater, 2008) e estão relacionados com a função de defesa de território e atração de parceiros sexuais (Gil e Brumm, 2014; Suthers, 2004; Williams, 2004).

A vocalização de uma espécie pode ser afetada por diversos fatores como o contexto social da população, morfologia do indivíduo, abundância de indivíduos, além de clima, vegetação e ruído do meio, por exemplo (Hansen *et al.*, 2005; Morton, 1975; Narango e Rodewald, 2015; Kirschel *et al.*, 2009; Slabbekoorn e Smith, 2002). Como consequência desses fatores, tanto cantos quanto chamados de indivíduos de uma mesma espécie podem ser muito distintos. Essas variações ocorrem em elementos da vocalização como a frequência, duração, amplitude, ritmo e composição de frases e notas dos cantos e chamados (Gil e Brumm, 2014; Hamao *et al.*, 2011; Mendes *et al.*, 2011; Narango e Rodewald, 2015; Nemeth *et al.*, 2013; Ripmeester *et al.*, 2010).

Com a expansão das cidades na atualidade, o ruído se tornou um fator bastante presente e importante. Por isso, aves urbanas necessitam realizar ajustes em sua vocalização para que ela não seja sobreposta pelo ruído e garantir que a mensagem tenha sucesso em

atingir seu receptor (Gil e Brumm, 2014). Diversos estudos (Brumm, 2004; Dowling *et al.*, 2012; Hamao *et al.*, 2011; Hu e Cardoso, 2009; Huffeldt e Dabelsteen, 2013; Luther *et al.*, 2015; Mendes *et al.*, 2011; Narango e Rodewald, 2015; Nemeth *et al.*, 2013; Parris e Schneider, 2008; Ripmeester *et al.*, 2010; Slabbekoorn e Boer-Visser, 2006; Wood e Yezerinac, 2006) investigaram vocalização em aves sob a influência dos níveis de ruído da cidade e demonstraram mudanças em suas variáveis espectrais e temporais. Isso também indica que o ruído pode ser uma importante pressão seletiva na evolução do canto das aves (Brenowitz 1982; Ryan e Brenowitz 1985; Waser e Brown, 1986).

Dentre as modificações causadas pelo ruído urbano, a mais encontrada pelas pesquisas é o aumento da frequência mínima (Dowling *et al.*, 2012; Hamao *et al.*, 2011; Hu e Cardoso, 2009; Huffeldt e Dabelsteen, 2013; Luther *et al.*, 2015; Narango e Rodewald, 2015; Salaberria e Gil, 2010; Slabbekoorn e Boer-Visser, 2006; Slabbekoorn e Peet, 2003; Slabbekoorn e Smith, 2002; Wood e Yezerinac, 2006) que é justamente consequência da tentativa de evitar o mascaramento pela poluição sonora de baixa frequência. Assim, o aumento da frequência mínima ocorre em várias espécies de aves, principalmente naquelas espécies que vocalizam em frequências mais baixas (Halfwerk *et al.*, 2011).

No entanto, em alguns casos, modificações como aumento da frequência do canto e chamado têm a desvantagem de exigir um custo energético maior do indivíduo (Brumm, 2004). Além disso, apesar de evitar o mascaramento pelo ruído, o aumento da frequência do canto compromete o desempenho vocal de várias espécies (Halfwerk *et al.*, 2011; Luther *et al.*, 2015). A espécie *Parus major* (Linnaeus, 1758), por exemplo, consegue ajustar a frequência dos seus cantos em presença de ruído e foi bem sucedida em se adaptar a cidades. Porém, esses ajustes também são desvantajosos para a seleção de parceiros sexuais dessas aves, já que cantos emitidos em baixa frequência indicam fertilidade e fidelidade à fêmea (Halfwerk *et al.*, 2011). Com isso, as espécies que têm dificuldade de se adaptar a essas mudanças são menos sucedidas em estabelecer e defender territórios, atrair parceiros sexuais e reproduzir (Proppe *et al.*, 2013; Warren *et al.*, 2006) e também podem ter dificuldade na detecção de predadores (Blumstein, 2014; Gil e Brumm, 2014). Em outras palavras, essas aves possuem uma menor chance de sobreviver em locais ruidosos e, por esse motivo, várias espécies evitam proximidades de locais com nível de ruído elevado como estradas com grande movimento de veículos (Arévalo e Newhard, 2011). Consequentemente, isso contribui para a diminuição da

abundância, riqueza e biodiversidade nesses locais, causando uma homogeneização de espécies (Proppe *et al.*, 2013).

Por outro lado, o número de indivíduos em um território é outro fator, ainda pouco estudado, que também pode ter efeitos na vocalização de aves (Hamao *et al.*, 2011; Narango e Rodewald, 2015; Penteriani, 2003; Ripmeester *et al.*, 2010). Muitas espécies de aves são territoriais e, com isso, o aumento da abundância de indivíduos na área as torna mais agitadas e competitivas (Dabelsteen e Pedersen 1990; Ripmeester *et al.*, 2010). Essa mudança comportamental durante a defesa de territórios acaba sendo expressa nas suas vocalizações (Dabelsteen e Pedersen, 1990; Narango e Rodewald, 2015; Penteriani, 2003). Segundo o estudo de Penteriani (2003), por exemplo, a duração de chamados de corujas da espécie *Bubo bubo* (Linnaeus, 1758) é indicativa da qualidade de território ou/e do macho que vocaliza. Porém, os resultados desse estudo demonstraram que isso só ocorre em densidades de indivíduos mais altas, pois quando a presença de corujas no local é menor, a competitividade diminui e assim os indivíduos realizam chamados mais curtos para que o custo energético seja reduzido.

No caso das espécies de aves que conseguem se adaptar ao ambiente da cidade, a presença de grande quantidade de alimento antrópico (Chace e Walsh, 2006; Chamberlain *et al.*, 2005; Ciach e Fröhlich, 2017; Tomiałojć, 1998), combinadas com a eventual ausência de predador da espécie (Aderies *et al.*, 2007; Tomiałojć, 1998) e com uma menor competição por ausência das espécies que não se adaptam às condições urbanas (Proppe *et al.*, 2013), pode causar o crescimento da população dessas espécies urbanas (Aderies *et al.*, 2007; Tomiałojć, 1998). Portanto, a abundância de indivíduos também pode ser um fator diferencial na vocalização de aves urbanas e mais investigações necessitam ser realizadas sobre esse tema.

O trabalho a seguir foca no estudo da influência do ruído e da abundância de indivíduos sobre cantos de aves urbanas. A investigação do canto das aves em função de níveis de ruído somente havia sido abordada juntamente com a influência do número de indivíduos em um território apenas por três trabalhos anteriores (Hamao *et al.*, 2011; Narango e Rodewald, 2015; Ripmeester *et al.*, 2010). Por isso, os efeitos desses dois fatores simultaneamente, assim como a correlação entre eles ainda é pouco conhecida. A espécie estudada, *Coereba flaveola* (Linnaeus, 1758), é uma das aves mais distribuídas ao longo da América Latina (Plass e

Wunderle Jr., 2013; Terborgh e Faaborg, 1973; Wiki Aves, 2017) e é muito comum em quase toda extensão do Brasil, incluindo cidades (Sick, 1997; Wiki Aves, 2017). Sendo assim, a pesquisa a seguir busca, através do estudo dos efeitos do ruído e da abundância no canto de *C. flaveola*, compreender melhor como esses dois fatores presentes no meio urbano afetam a plasticidade vocal das aves urbanas.

Resumo

Cantos cumprem um papel essencial para comunicação das aves e suas adaptações. Quando condizentes com fatores do ambiente, os cantos podem ser decisivos para o sucesso de várias espécies. Dentre esses fatores, o ruído vem sendo investigado já que a poluição sonora no meio urbano causa ajustes em cantos e chamados de muitas aves. A abundância de aves, apesar de ter sido pouco estudada, também pode ser um fator que afeta a vocalização. Nas cidades, os ajustes vocais talvez ocorram como consequência de uma maior competitividade causada pelo aumento da abundância da espécie no local. Esse estudo realizado na cidade de Salvador, testou a influência da abundância de indivíduos e do ruído em variáveis espectrais e temporal do canto de *Coereba flaveola*, assim como a correlação entre esses dois fatores. Foi encontrada uma relação positiva significativa entre a frequência mínima dos cantos e o ruído do meio, sugerindo que essa espécie ajusta a frequência do canto em resposta ao ruído urbano. Por outro lado, não houve relação significativa entre as variáveis do canto e a abundância, o que pode ter ocorrido por causa da baixa abundância de indivíduos nos pontos de contagem. Essa baixa abundância nos pontos de contagem é provavelmente consequência do hábito de vida solitária e do comportamento territorial dessa espécie. Dessa forma, é provável que os efeitos da abundância nos cantos estejam relacionados com o nível de sociabilidade das espécies. Assim, como ainda há contradições sobre efeitos desses fatores nos cantos, mais estudos do canto dessa e de outras aves são necessários para uma melhor compreensão dos padrões de variação vocal das espécies e para uma melhor avaliação dos mecanismos pelos quais as aves estão se adaptando ao meio urbano.

PALAVRAS CHAVE: ajuste vocal, canto de aves, *Coereba flaveola*, abundância de aves, detecção de sons, frequência mínima, meio urbano, ruído.

Abstract

Songs have an essential role to the bird communication and their adaptations. When matching environmental factors, songs can be decisive to the success of several species. Among these factors, noise has been investigated since the noise pollution of urban environment causes changes in songs and calls of many species. The bird abundance, although has not been much studied, also can be a factor that affects vocalization. In cities, vocal adjustments may occur as consequence of a higher competitiveness caused by the abundance increase of the species in the location. This study was performed in the city of Salvador and tested the influence of the abundance of the individuals and the noise on spectral and temporal elements of the *Coereba flaveola* song, as well as the correlation between these two factors. A significant positive correlation was found between the minimum frequency of the songs and environmental noise, which suggest that this species adjusts the song frequency as a response to the urban noise. However, there was no significative correlation between the song elements and the abundance, which may occurred because of the low abundance of individuals in the counting points. This low abundance in the counting points is probably a consequence of the solitary habit and the territorial behavior of this species. This way, it is likely that the abundance effects on the songs are related to the sociability level of the species. Therefore, since there are still contradictions about the effects of these factors on the songs, more studies of these and other bird songs are necessary to a better compression of the species vocal variation patterns and to a better evaluation of the mechanisms which birds are using to get adapted to the urban environment.

KEY WORDS: bird abundance, bird song, *Coereba flaveola*, minimum frequency, noise, sound detection, urban environment, vocal adjustments.

INTRODUÇÃO

A vocalização é parte essencial na interação e sobrevivência das aves, ocorrendo tanto em forma de curtos e simples chamados quanto em sua versão mais longa e complexa a qual denomina-se de canto. Chamados podem ser de vários tipos a depender da espécie, sendo utilizados normalmente como identificação entre indivíduos, alerta de predadores, sinais de agressão e associados a alimento (Gil & Brumm 2014). Cantos, por sua vez, existem em várias versões em uma mesma espécie, compondo um repertório característico. Eles são compostos por unidades de sílabas ou notas que juntas formam frases (Catchpole & Slater 2008) e estão mais relacionados à defesa de território e atração de parceiros sexuais (Gil & Brumm 2014; Suthers 2004; Williams 2004).

Dessa forma, além de ter diversas variedades e funcionalidades, a comunicação focada em cantos e chamados é bastante vantajosa para as aves já que pode ser utilizada sem necessidade de contato visual e pode atingir longas distâncias mesmo em habitats densos (Catchpole & Slater 2008). Apesar de possuir essas vantagens quando comparado com outros meios de comunicação, a vocalização se torna menos eficiente a medida que aumentam seja a distância entre quem envia e quem recebe a mensagem, seja o ruído do ambiente. Nessas condições, a qualidade dos sinais emitidos podem ser alterados, sendo degradados e/ou sobrepostos pelo ruído do meio (Gil & Brumm 2014; Lengagne 1999; Mundry & Sommer 2004). Como consequência dessas dificuldades na comunicação, as aves podem ser mal sucedidas no estabelecimento e defesa de territórios, na atração de parceiros sexuais e na reprodução (Proppe et al. 2013; Warren et al. 2006). Além disso, ruídos também podem interferir na detecção de predadores, pois elas podem ser distraídas pelos sons do meio ou não conseguir distinguir sinais dos predadores dos ruídos do ambiente, o que diminui as chances de sobrevivência de várias espécies de aves (Blumstein 2014; Gil & Brumm 2014).

No ambiente urbano, onde os níveis de poluição sonora podem ser bastante elevados por causa da atividade humana, as aves estão constantemente sob efeito de elevados níveis de ruído no ambiente. Por esse motivo, muitas espécies de aves podem ter dificuldade ou serem incapazes de sobreviver em cidades, o que altera a abundância, riqueza e biodiversidade nesses locais, contribuindo para homogeneização de espécies (Proppe et al.

2013). Um estudo em áreas florestadas próximas a estradas com grande trânsito de veículos (Arévalo & Newhard 2011), demonstra que a abundância e riqueza de espécies diminuiu significativamente com o aumento de ruído das estradas, o que indica que muitas aves tendem a evitar esses locais. Por isso, as espécies de aves que conseguem se adaptar ao ambiente ruidoso da cidade geralmente são aquelas que realizam ajustes na vocalização para que seu canto e chamado não sejam sobrepostos pela poluição sonora (Gil & Brumm 2014).

Para aquelas espécies de aves que conseguem se adaptar ao meio urbano, a cidade pode se tornar a fonte de uma grande quantidade de alimento antrópico (Chace & Walsh 2006; Ciach & Fröhlich 2017), o que pode aumentar a densidade desses indivíduos principalmente em parques e em pontos de alimentação de aves (Chace & Walsh 2006; Chamberlain et al. 2005; Tomiałojć 1998). Além disso, há vários casos em que o predador da espécie não está presente, facilitando ainda mais o crescimento da população (Aderies et al. 2007; Tomiałojć 1998). Dessa forma, por ser um meio onde existe uma maior disponibilidade de alimento e menor predação, a cidade tende a ser um local com maior abundância e menor biodiversidade de espécies (Aderies et al. 2007). Como consequência do aumento na abundância de indivíduos, a vocalização das aves também pode ser afetada, já que muitas espécies são territoriais. Por isso, com aumento da quantidade de indivíduos presentes, as aves podem se tornar mais agitadas, competitivas e agressivas com as vizinhas (Dabelsteen & Pedersen 1990; Ripmeester et al. 2010), o que se reflete em chamados e cantos que enfatizem mais seu território (Dabelsteen & Pedersen 1990; Narango & Rodewald 2015).

Sendo a abundância e o ruído fatores que podem influenciar significativamente a vocalização de aves, alguns estudos vem investigando os cantos e chamados sob vários níveis desses fatores no contexto urbano. Diversas pesquisas encontraram diferenças na frequência, ritmo, amplitude, duração, frases e notas que compõem o canto e chamado das aves em níveis distintos de ruído (Brumm 2004; Dowling et al. 2012; Hamao et al. 2011; Hu & Cardoso 2009; Huffeldt & Dabelsteen 2013; Luther et al. 2015; Mendes et al. 2011; Narango & Rodewald, 2015; Nemeth et al. 2013; Parris & Schneider 2008; Ripmeester et al. 2010; Slabbekoorn & Boer-Visser 2006; Wood & Yezerinac 2006) e alguns também investigaram a influência da densidade de indivíduos (Narango & Rodewald 2015; Penteriani 2003; Hamao et al. 2011; Ripmeester et al. 2010).

Hamao et al. (2011), Ripmeester et al. (2010) e Narango e Rodewald (2015), investigaram a influência do ruído e número de machos na vocalização nas espécies *Parus major* (Linnaeus, 1758), comum na Europa e Ásia, *Turdus merula* (Linnaeus, 1758), natural da Europa, Norte de África, Médio Oriente, Ásia Meridional e Ásia Oriental, e *Cardinalis cardinalis* (Linnaeus, 1758), encontrada na América do Norte e Central. Os resultados de Hamao et al. (2011) indicam que ambos os fatores modificam o canto das aves, pois machos presentes em locais com alta densidade de indivíduos tendiam a ter um canto com mais frases e maior frequência mínima, enquanto que machos em parques ruidosos tendiam a ter cantos com uma duração maior, além de possuir maior frequência mínima e mais frases. Já Narango e Rodewald (2015), estudou mudanças no canto de *C. cardinalis* em áreas com diferentes níveis de urbanização e seus resultados demonstraram que quanto mais urbanizado, os cantos tendiam a possuir notas com maior frequência, a serem mais longos e rápidos. Segundo a análise desse estudo, modificações nos aspectos temporais do canto estavam positivamente correlacionados o maior número de indivíduos na cidade enquanto que o aumento na frequência das notas foi relacionado com o maior nível de ruído no meio urbano.

Por fim, Ripmeester et al. (2010), investigou diferenças no canto de *T. merula* na cidade e na floresta e obteve resultados que indicam que os machos do meio urbano tendem a possuir cantos com aumento da duração e do pico de frequência nos trechos mais agudos. Porém, a análise desse estudo indica que as variações do canto em uma população estavam correlacionadas com a maior densidade de aves na cidade, mas não com o ruído do ambiente. Apesar disso, Ripmeester et al. ainda considera o ruído como uma provável causa da diferenciação no canto dessa espécie, já que nesse estudo foi observado um aumento na frequência do canto de populações de *T. merula* urbanas comparadas as populações de florestas. Segundo Ripmeester et al., a ausência de correlação entre o canto e ruído seria explicada pelo comportamento específico de *T. merula* de copiar canções de indivíduos vizinhos e também por causa do estilo de seu repertório que dificulta que esta espécie realize ajustes no canto às condições de ruído urbano.

Assim, comparando os três trabalhos citados previamente, percebe-se que os resultados são discordantes quanto a quais aspectos do canto estão sob influência de quais fatores, em particular acerca do efeito da abundância de coespecíficos. Visando a busca de generalizações acerca deste fenômeno, esse estudo testa no meio urbano se as variações dos

fatores ruído e abundância de coespecíficos modificam de forma significativa a frequência, duração e complexidade do canto da *Coereba flaveola* (Linnaeus, 1758), espécie amplamente distribuída por quase toda América Latina. Essa pesquisa também investiga a existência de uma correlação entre esses dois fatores. Esse trabalho foi realizado em diversos locais da cidade de Salvador, em áreas com diferentes níveis de ruído e abundância de indivíduos. Dessa forma, tenta-se entender melhor a influência desses dois fatores na plasticidade do canto de aves urbanas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Espécie e local de estudo

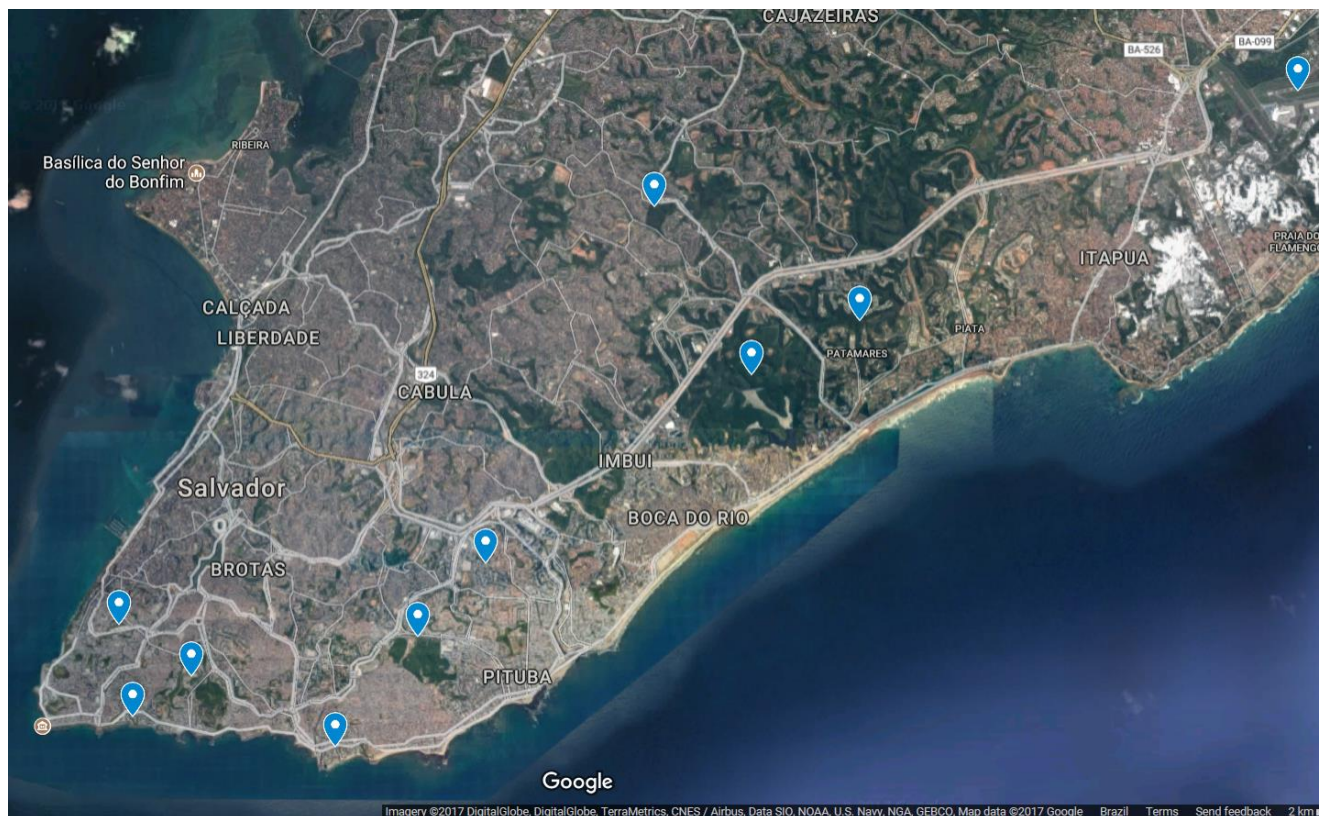


Figura 1 - Mapa com localidades de Salvador visitadas durante a pesquisa.

O estudo da abundância e vocalização da *Coereba flaveola*, espécie escolhida para este estudo, foi realizado entre Fevereiro e Julho de 2017 em 36 pontos situados em 10 localizações na cidade de Salvador-BA (Parque da Cidade Joventino Silva, Jardim Botânico de Salvador, Vale Encantado, Parque Metropolitano de Pituaçu, Aeroporto Internacional de Salvador - Deputado Luís Eduardo Magalhães, Condomínio Residencial Iguatemi, Universidade Federal da Bahia Campus Ondina, Universidade Federal da Bahia Campus Canela e em avenidas nos Bairros Rio Vermelho e Barra) que variam em níveis de ruído (Figura 1). A ordem das visitas às localidades citadas foi feita de maneira aleatória para diminuir possíveis efeitos das estações do ano sobre a densidade de indivíduos entre pontos com diferentes características fisionômicas e antrópicas. Apesar desse cuidado metodológico, vale apontar que as estações do ano não são discrepantes, quando comparado com regiões temperadas (Cunningham & Read 2002).

C. flaveola, é uma espécie de ave territorial, que vive geralmente de forma solitária ou aos pares (Sibley 2014; Sick 1997; Wiki Aves 2017). Ela ocorre em quase todas as regiões, sendo um dos pássaros mais abundantes do país, mas pode estar ausente em regiões extensamente florestadas (Sick 1997; Wiki Aves 2017). Os indivíduos dessa espécie são bastante ativos e cantam a qualquer hora do dia e época do ano. Além disso, eles são bem adaptados a atividades humanas, sendo comumente encontrados em jardins onde haja abundância de flores (Sick 1997; Wiki Aves 2017). Sendo uma espécie tão ativa e comum no ambiente urbano, *C. flaveola* é um ótimo modelo para um estudo que envolva amostragem de cantos de aves em cidades.

Gravações de canto e ruído

Em cada um dos locais visitados no período de 6 h às 11 h da manhã, foram escolhidos de um a sete pontos aleatórios de observação com no mínimo 100 m de distância entre eles, medidos com auxílio do GPS Garmin® Montana 650. Esses pontos foram escolhidos ao encontrar ao menos um indivíduo da espécie *C. flaveola* que estivesse cantando nas áreas urbanizadas ou arborizadas de cada local.

Em cada um dos pontos de observação, o canto de um dos indivíduos foi gravado (indivíduo focal) com o uso do gravador Sony® PCM-D50 e do microfone Sennheiser® ME 67. Simultaneamente, foi realizada a medição do nível do ruído do ambiente (em decibéis, dBA) por aproximadamente 5 minutos com uso do decibelímetro Skill Tec® SKDEC-02 em modo 'slow' e com amplitude de registro de 30 a 130 dBA. Para representar o ruído médio de cada ambiente, foi calculada a média dos logaritmos dos registros de ruído (um a cada 1 segundo, durante os 5 minutos) de cada ponto de amostragem.

Extrações de dados acústicos

As gravações dos cantos foram normalizadas e equalizadas com o auxílio do programa Audacity 2.1.3 (2017). Através do programa Raven Pro 1.5. (Cornell Lab of Ornithology, New York) foram extraídos os dados espectrais e temporal de 1 a 7 cantos por gravação. Os dados de frequência mínima (Hz), frequência máxima (Hz), pico de frequência (Hz), duração (s), número e tipo de notas foram extraídos. A partir do número e tipo de notas, o índice de diversidade/versatilidade dos cantos também foi calculado com uso da fórmula $D = (T_{max} - T)/(N_{max} - N)$, onde T = número de tipos de notas, N = número de notas, e max indica o número máximo na amostra analisada (o valor do indivíduo com maior número de notas, e o valor do indivíduo com o maior número de tipos de notas diferentes).

Estimativa da abundância

A partir da localização do indivíduo focal de cada ponto amostrado, se estimou a abundância local de *C. flaveola*, através da contagem de coespecíficos adjacentes ao território da ave, feita simultaneamente às gravações de canto e ruído, por 5 minutos. A contagem incluiu as aves da espécie *C. flaveola* visualizadas e/ou ouvidas ao redor do indivíduo focal no momento e posição em que foram ouvidas ou visualizadas pela primeira vez, sendo desconsiderados da contagem possíveis deslocamentos de indivíduos de *C. flaveola* durante a observação. Dessa forma, a metodologia utilizada nesse estudo é uma adaptação do método de estimativa de abundância relativa de aves por contagem de indivíduos por pontos (Antunes 2008; Volpato & Lopes 2009; Von Matter et al. 2010; Wolf et al. 1995).

Análises Estatísticas

Para analisar a influência do ruído e da abundância de indivíduos sobre o canto de *C. flaveola* foi feita uma regressão linear múltipla de dois passos com cada uma das sete variáveis resposta extraídas do canto (no programa IBM® SPSS Statistics 20.0), na qual o ruído foi a variável independente do primeiro passo e a abundância foi adicionada no passo seguinte. Nessa análise foi determinado haver inclusão de uma variável quando ela apresentasse o valor de P da regressão linear de ao menos 0,05 e a exclusão de uma variável quando ela alterasse o valor global de P para mais que 0,1. Além disso, para avaliar a relação entre o ruído e a abundância, foi realizada uma correlação de *Pearson* bi variável.

RESULTADOS

O ruído do ambiente nos 36 pontos gravados variou de 38 a 71 dBA, enquanto que a abundância variou de 1 a 8 indivíduos. A abundância de indivíduos de *C. flaveola* não estava correlacionada com a intensidade de ruído (dBA) ($P = 0,461$). A frequência mínima (Hz) dos cantos apresentou uma relação positiva significativa com a intensidade do ruído do ambiente (dBA) ($P < 0,01$; Figura 2), mas não estava relacionada com a abundância de indivíduos ($P = 0,443$; Figura 3) (Passo 1: $R = 0,612$, $R^2 = 0,374$; Passo 2: $R = 0,621$, $R^2 = 0,385$).

Além da frequência mínima, testamos se houve mudança em outras variáveis espectrais e temporal do canto em resposta ao ruído e abundância. Não houve relação significativa entre frequência máxima e ruído ($P = 0,332$) ou abundância ($P = 0,738$) (Passo 1. $R = 0,177$, $R^2 = 0,031$; Passo 2. $R = 0,186$, $R^2 = 0,035$).

Não houve relação significante entre as variáveis preditoras e nenhuma das outras variáveis respostas como: pico de frequência (Passo 1. $R = 0,210$, $R^2 = 0,044$; Passo 2. $R = 0,304$, $R^2 = 0,092$) com ruído ($P = 0,284$) ou abundância ($P = 0,195$); duração (Passo 1. $R = 0,225$, $R^2 = 0,051$; Passo 2. $R = 0,228$, $R^2 = 0,052$) com ruído ($P = 0,188$) ou abundância ($P = 0,827$); número de notas (Passo 1. $R = 0,065$, $R^2 = 0,004$; Passo 2. $R = 0,074$, $R^2 = 0,005$) com ruído ($P = 0,693$) ou abundância ($P = 0,846$); tipo de notas (Passo 1. $R = 0,247$, $R^2 = 0,061$; Passo 2. $R = 0,278$, $R^2 = 0,077$) com ruído ($P = 0,199$) ou abundância ($P = 0,502$); diversidade

de notas (Passo 1. $R = 0,250$, $R^2 = 0,063$; Passo 2. $R = 0,300$, $R^2 = 0,090$) com ruído ($P = 0,193$) ou abundância ($P = 0,376$).

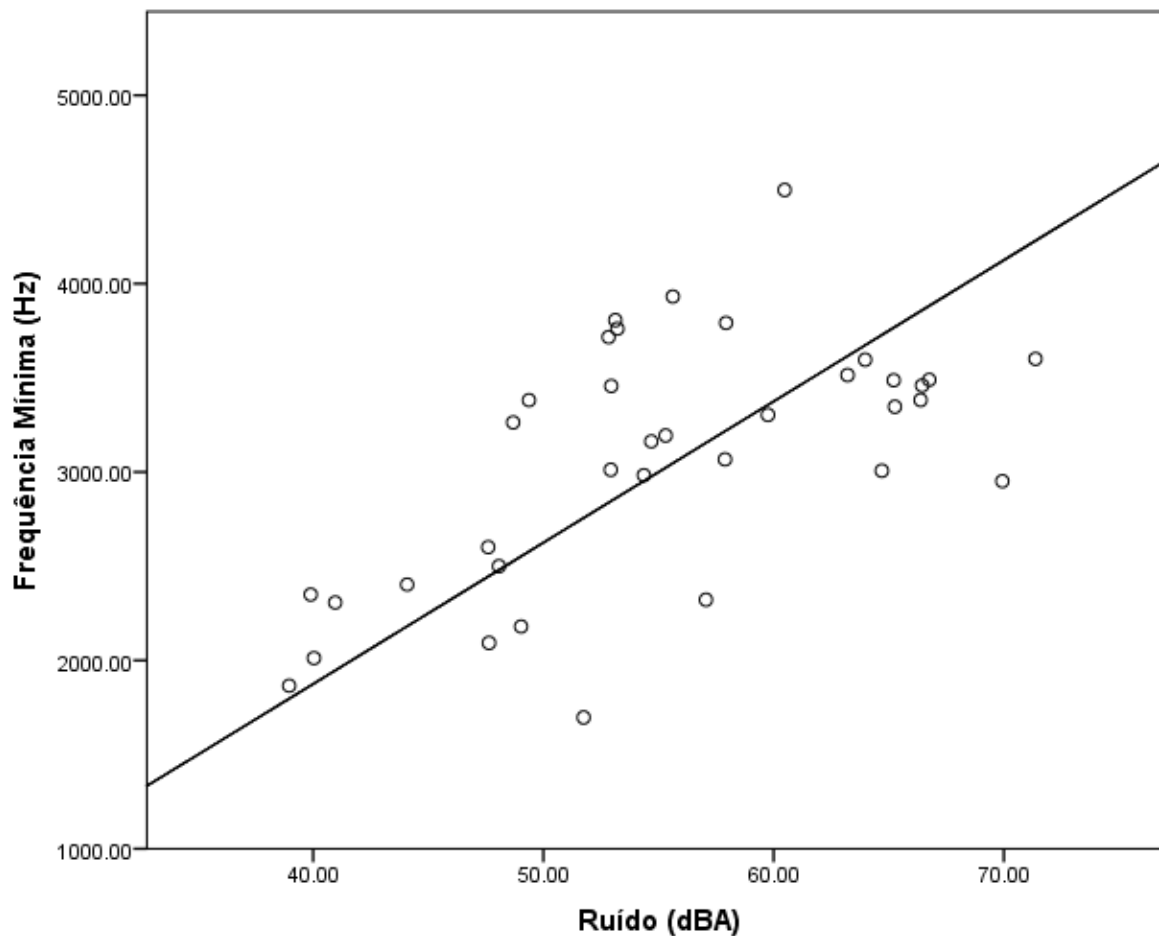


Figura 2 - Relação entre frequência mínima (Hz) do canto de *C. flaveola* e intensidade do ruído ambiente (dBA).

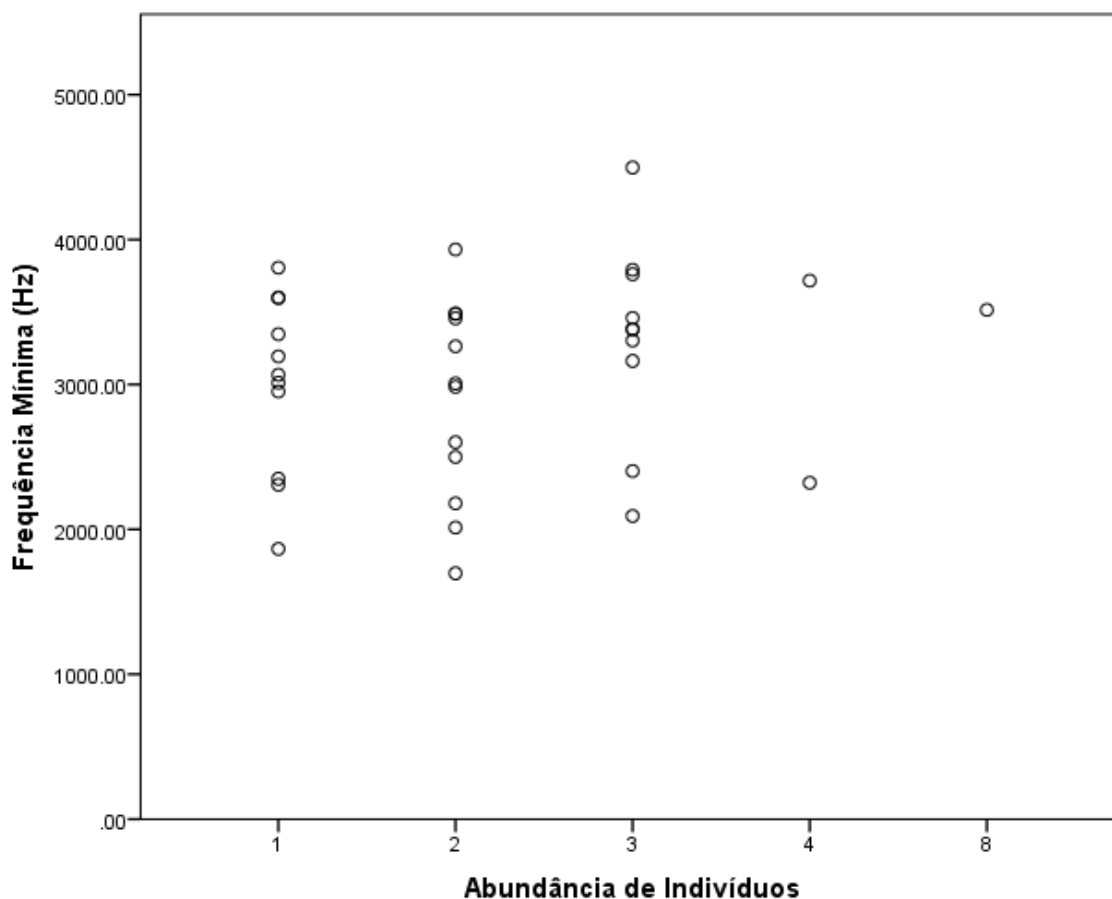


Figura 3 - Relação entre frequência mínima (Hz) do canto de *C. flaveola* e abundância de coespecíficos adjacentes ao território do indivíduo focal.

DISCUSSÃO

No presente estudo, testou-se a relação que os fatores ruído do ambiente e abundância de indivíduos têm com o canto de *C. flaveola* e também a existência da correlação entre esses dois fatores. Houve uma relação entre a frequência mínima dos cantos e o ruído, mas não houve relação entre ruído e as outras variáveis analisadas (frequência máxima, pico de frequência, duração, número de notas, tipo de notas, diversidade de notas). Também não houve relação entre a abundância de *C. flaveola* e as variáveis do canto, e nem correlação entre abundância de indivíduos com o ruído do ambiente.

Dessa forma, os cantos de *C. flaveola* em ambientes com maior nível de ruído apresentaram maior frequência mínima (Figura 2), o que corrobora o resultado de várias outras pesquisas (Dowling et al. 2012; Hamao et al. 2011; Hu & Cardoso 2009; Huffeldt & Dabelsteen 2013; Luther et al. 2015; Narango & Rodewald 2015; Salaberria & Gil 2010; Slabbekoorn & Boer-Visser 2006; Slabbekoorn & Peet 2003; Slabbekoorn & Smith 2002; Wood & Yezerinac 2006). A variação da frequência mínima das vocalizações em resposta ao aumento da intensidade de ruído, em diversas espécies de aves, ocorre tanto entre populações inseridas no meio urbano (Hamao et al. 2011; Luther et al. 2015; Salaberria & Gil 2010; Slabbekoorn & Peet 2003; Wood & Yezerinac 2006) quanto no comparativo entre populações urbanas e rurais ou de floresta (Dowling et al. 2012; Hu & Cardoso 2009; Huffeldt & Dabelsteen 2013; Narango & Rodewald 2015; Nemeth et al. 2013; Slabbekoorn & Boer-Visser 2006; Slabbekoorn & Smith 2002).

Esse aumento de frequência mínima no ambiente urbano pode ser uma resposta à poluição sonora, que apresenta elevada intensidade de ruídos de baixa frequência, muitas vezes associada a locais próximos de estradas ou trânsito muito ativo. Por isso, aves que vivem na cidade, principalmente aquelas que possuem cantos de baixa frequência, cantam em frequências mais agudas (Dowling et al. 2012; Hamao et al. 2011; Hu & Cardoso 2009; Huffeldt & Dabelsteen 2013; Luther et al. 2015; Narango & Rodewald 2015; Parris & Schneider 2008; Salaberria & Gil 2010; Slabbekoorn & Boer-Visser 2006; Slabbekoorn & Peet 2003; Wood & Yezerinac 2006). Assim, o aumento da frequência do canto diminui sua sobreposição com o ruído e aumenta a detectabilidade do sinal acústico (Gil & Brumm 2014). Porém, mesmo no caso de não ocorrer sobreposição do canto, o aumento da frequência também pode ser consequência do efeito Lombard que consiste no aumento da amplitude vocal quando nível de ruído do meio aumenta (Gil & Brumm 2014; Nemeth et al. 2013). Portanto, a interferência do ruído do ambiente pode ser uma importante pressão seletiva para evolução no canto das aves. (Brenowitz 1982; Ryan & Brenowitz 1985; Waser & Brown 1986).

Os resultados do estudo demonstraram variação vocal de *C. flaveola* em relação ao ruído apenas no âmbito da frequência mínima dos cantos. Além de *C. flaveola*, em outras espécies o ajuste vocal ao ruído ocorre apenas na frequência mínima, não mudando outras faixas de frequência do canto (Dowling et al. 2012; Salaberria & Gil 2010; Slabbekoorn & Peet

2003; Slabbekoorn & Smith 2002). No entanto, esse resultado contradiz os estudos que indicaram uma mudança em outras variáveis espectrais e temporais como frequência máxima, pico de frequência e duração (Hamao et al. 2011; Nemeth et al. 2013; Slabbekoorn & Boer-Visser 2006). Essa divergência entre os tipos de variação vocal, pode ocorrer porque os ajustes no canto são específicos de cada espécie (Ripmeester et al. 2010).

A abundância de indivíduos não apresentou nenhuma relação com características espectrais (Figura 3) e temporal do canto de *C. flaveola*. Isso contradiz o estudo de Hamao et al. (2011), que demonstrou uma relação positiva entre a densidade e frequência mínima do canto de *Parus major* (Linnaeus, 1758), e também o de Narango e Rodewald (2015), que demonstraram uma relação entre densidade de indivíduos e duração do canto ao estudar *Cardinalis cardinalis* (Linnaeus, 1758). A ausência de relação entre a abundância e características do canto em *C. flaveola* pode ter ocorrido devido à combinação entre o hábito de vida solitária da espécie e seu comportamento territorial, tornando-a agressiva com seus rivais (Sibley 2014; Sick 1997; Wiki Aves 2017), condição que dificulta que um grande número de indivíduos sejam encontrados em uma mesma localidade. Por isso, é possível que o canto de *C. flaveola* seja menos influenciado pela abundância, assim, ajustes seriam perceptíveis somente quando um número maior de indivíduos está presente.

Nas situações em que um grande número de indivíduos se aproximam, as aves se tornariam mais agitadas e competitivas (Dabelsteen & Pedersen 1990; Ripmeester et al. 2010), refletindo sua territorialidade em ajustes no canto (Dabelsteen & Pedersen 1990; Narango & Rodewald 2015). Isso explicaria os ajustes no canto perceptíveis nos trabalhos de Hamao et al. (2011), Narango e Rodewald (2015) e Ripmeester et al. (2010), pois esses estudos envolveram aves de espécies territoriais e sociais (Hogstad 2015; Lundberg 1985; Vondrasek 2006). Nesses casos, agrupamento de indivíduos ocorreria por causa do caráter social, mas o fato de elas serem territoriais as tornaria competitivas por recursos dentro desse grupo. Porém, no caso de *C. flaveola*, um número baixo de indivíduos foi registrado em vários dos pontos de contagem por causa do seu hábito solitário (como pode ser observado na distribuição de abundância na figura 3), e a baixa abundância seria insuficiente para afetar a vocalização. Se esta hipótese estiver correta, este resultado seria observado todas as vezes que as forças que levam à aglomeração superarem a capacidade de defesa territorial da espécie.

A falta de relação entre abundância e características do canto nesse trabalho também contradizem o estudo de Ripmeester et al. (2010), no qual apenas a densidade possuiu relação com mudanças no canto de uma população de *Turdus merula* (Linnaeus, 1758), não havendo relação entre o canto e ruído. No entanto, estudos posteriores, dessa mesma espécie, comparando populações de locais urbanos e de florestas, encontraram relações positivas da frequência mínima, frequência máxima e da amplitude do canto de *T. merula* com o ruído do ambiente (Mendes et al. 2011; Nemeth et al. 2013). Segundo Ripmeester et al. (2010), a ausência de relação do canto de *T. merula* com ruído em seu estudo pode sugerir que as diferenças no canto causadas pelo ruído são específicas para cada espécie. Além disso, como os trabalhos de Mendes et al. (2011) e Nemeth et al. (2013) envolveram populações de meios distintos, é possível que outros fatores como diferenças de dialetos e de aprendizado entre os grupos tenham contribuído para as diferenças encontradas no canto dessa espécie.

CONCLUSÃO

C. flaveola do meio urbano realiza ajustes no canto em resposta a níveis crescentes de ruído. Porém, não foi encontrada relação entre variações do canto de *C. flaveola* e abundância de indivíduos, o que provavelmente ocorreu em função do hábito solitário e territorial de *C. flaveola*, que teria impedido um aumento de abundância de coespecíficos suficiente para que houvesse um efeito sobre o canto.

Alguns trabalhos anteriores sobre a influência da abundância e ruído, demonstraram contradições sobre o efeito desses fatores no canto. A ausência de efeito do ruído no estudo de uma população de *T. merula* realizado por Ripmeester et al. (2010), por exemplo, contradiz resultados de outros estudos (Mendes et al. 2011; Nemeth et al. 2013) onde houve diferenças no canto de populações dessa espécie em locais com níveis diferentes de ruído. Além disso, o resultado do presente estudo, contradiz outros estudos sobre a influência da abundância no canto (Hamao et al. 2011; Narango & Rodewald 2015; Ripmeester et al. 2010), o que talvez indique que variações de padrões acústicos de aves também estão relacionadas com o nível de sociabilidade da espécie.

Futuros estudos devem ser realizados para o melhor entendimento tanto da influência da abundância de indivíduos como do ruído do ambiente no canto das aves, principalmente

porque existem as variações específicas de cada espécie (Ripmeester et al. 2010). Dessa forma, será possível compreender como esses fatores da cidade estão afetando a vocalização das aves e descobrir como as espécies estão se adaptando às mudanças do meio causadas pela urbanização.

REFERÊNCIAS

Anderies J. M., Katti, M. & Shochat, E. 2007. Living in the city: resource availability, predation, and bird population dynamics in urban areas. *Journal of Theoretical Biology* 247(1): 36-49.

Arévalo J. E. & Newhard K. 2011. Traffic noise affects forest bird species in a protected tropical forest. *Revista de biologia tropical* 59(2): 969-980.

Antunes A. Z. 2008. Diurnal and seasonal variability in bird counts in a forest fragment in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 25(2): 228-237.

Blumstein D. 2014. Attention, habituation, and antipredator behaviour: implications for urban birds. In: Gil D. & Brumm H., Eds. Avian urban ecology. *Oxford: Oxford University Press*, p. 41-53.

Brenowitz E. A. 1982. Long-range communication of species identity by song in the red-winged blackbird. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 10(1): 29-38.

Brumm H. 2004. The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird. *Journal of Animal Ecology* 73(3): 434-440.

Catchpole C. K. & Slater, P. J. 2003. Bird song: biological themes and variations. *Cambridge: Cambridge university press*.

Chace J. F. & Walsh J. J. 2006. Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and urban planning* 74(1): 46-69.

Chamberlain D. E., Vickery J. A., Glue D. E., Robinson R. A., Conway G. J., Woodburn R. J., & Cannon A. R. 2005. Annual and seasonal trends in the use of garden feeders by birds in winter. *Ibis* 147(3): 563-575.

Ciach M. & Fröhlich A. 2017. Habitat type, food resources, noise and light pollution explain the species composition, abundance and stability of a winter bird assemblage in an urban environment. *Urban Ecosystems* 20(3): 547-559.

Cunningham S. & Read J. 2002. Comparison of temperate and tropical rainforest tree species: photosynthetic responses to growth temperature. *Oecologia* 133(2): 112-119.

Dabelsteen T. & Pedersen S. B. 1990. Song and information about aggressive responses of blackbirds, *Turdus merula*: evidence from interactive playback experiments with territory owners. *Animal Behaviour* 40(6): 1158-1168.

Dabelsteen T., Larsen O. N. & Pedersen S. B. 1993. Habitat-induced degradation of sound signals: Quantifying the effects of communication sounds and bird location on blur ratio, excess attenuation, and signal-to-noise ratio in blackbird song. *The Journal of the Acoustical Society of America* 93(4): 2206-2220.

Dowling J. L., Luther D. A. & Marra P. P. 2012. Comparative effects of urban development and anthropogenic noise on bird songs. *Behavioural ecology* 23(1): 201-209.

Gil D. & Brumm H. 2014. Acoustic communication in the urban environment: patterns, mechanisms, and potential consequences of avian song adjustments. In: Gil D. & Brumm H., Eds. *Avian urban ecology*. Oxford: Oxford University Press, p. 69-83.

Hamao S., Watanabe M. & Mori Y. 2011. Urban noise and male density affect songs in the great tit *Parus major*. *Ethology Ecology & Evolution* 23(2): 111-119.

Hogstad O. 2015. Social behaviour in the non-breeding season in Great Tits *Parus major* and Willow Tits *Poecile montanus*: differences in juvenile birds' route to territorial ownership, and pair-bond stability and mate protection in adults. *Ornis Norvegica* 38: 1-8.

Hu Y. & Cardoso G. C. 2009. Are bird species that vocalize at higher frequencies preadapted to inhabit noisy urban areas?. *Behavioral Ecology* 20(6): 1268-1273.

Huffeldt N. P. & Dabelsteen T. 2013. Impact of a noise-polluted urban environment on the song frequencies of a cosmopolitan songbird, the Great Tit (*Parus major*), in Denmark. *Ornis Fennica* 90(2): 94-102.

Lengagne T., Aubin T., Lauga, J. & Jouventin P. 1999. How do king penguins (*Aptenodytes patagonicus*) apply the mathematical theory of information to communicate in windy conditions?. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 266(1429): 1623-1628.

Lundberg P. 1985. Dominance behaviour, body weight and fat variations, and partial migration in European blackbirds *Turdus merula*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 17(2): 185-189.

Luther D. A., Phillips J. & Derryberry E. P. 2015. Not so sexy in the city: urban birds adjust songs to noise but compromise vocal performance. *Behavioral Ecology* 27(1): 332-340.

Mendes S., Colino-Rabanal V. J. & Peris S. J. 2011. Bird song variations along an urban gradient: The case of the European blackbird (*Turdus merula*). *Landscape and Urban Planning* 99(1): 51-57.

- Mundry R. & Sommer C. 2004. Tonal vocalizations in a noisy environment: an approach to their semi-automatic analysis and examples of its application. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 76(2): 284-288.
- Narango D. L. & Rodewald A. D. 2015. Urban-associated drivers of song variation along a rural–urban gradient. *Behavioral Ecology* 27(2): 608-616.
- Nemeth E., Pieretti N., Zollinger S. A., Geberzahn N., Partecke J., Miranda A. C. & Brumm H. 2013. Bird song and anthropogenic noise: vocal constraints may explain why birds sing higher-frequency songs in cities. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280(1754).
- Parris K. & Schneider A. 2009. Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. *Ecology and society* 14(1).
- Penteriani V. 2003. Breeding density affects the honesty of bird vocal displays as possible indicators of male/territory quality. *Ibis* 145(3).
- Proppe D. S., Sturdy C. B. & St Clair C. C. 2013. Anthropogenic noise decreases urban songbird diversity and may contribute to homogenization. *Global change biology* 19(4): 1075-1084.
- Ripmeester E. A., Kok J. S., van Rijssel J. C. & Slabbekoorn H. 2010. Habitat-related birdsong divergence: a multi-level study on the influence of territory density and ambient noise in European blackbirds. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 64(3): 409-418.
- Ryan M. J. & Brenowitz E. A. 1985. The role of body size, phylogeny, and ambient noise in the evolution of bird song. *The American Naturalist* 126(1): 87-100.
- Salaberria C. & Gil D. 2010. Increase in song frequency in response to urban noise in the Great Tit *Parus major* as shown by data from the Madrid (Spain) city noise map. *Ardeola* 57(1): 3–11.
- Sibley D. A. 2014. *The Sibley Guide to Birds*. New York: Knopf.
- Sick H. 1997. *Ornitologia brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Slabbekoorn H. & den Boer-Visser A. 2006. Cities change the songs of birds. *Current biology* 16(23): 2326-2331.
- Slabbekoorn H. & Peet M. 2003. Ecology: birds sing at a higher pitch in urban noise. *Nature* 424(6946): 267-267.
- Slabbekoorn H. & Smith T. B. 2002. Habitat-dependent song divergence in the little greenbul: an analysis of environmental selection pressures on acoustic signals. *Evolution* 56(9): 1849-1858.
- Suthers R. A. 2004. How birds sing and why it matters. In: Maler P. & Slabbekoorn H., Eds. *Nature's music: the science of birdsong*. San Diego: Elsevier Academic Press, p. 272-295.

Tomiałojć L. 1998. Breeding bird densities in some urban versus non-urban habitats: the Dijon case. *Acta Ornithologica* 33(3-4): 159-171.

Volpato G. H., Lopes E. V., Mendonça L. B., Boçon R., Bisheimer M. V., Serafini P. P. & Anjos L. D. 2009. The use of the point count method for bird survey in the Atlantic Forest. *Zoologia* 26(1): 74-78.

Vondrasek J. R. 2006. Social factors affect the singing rates of female northern cardinals *Cardinalis cardinalis*. *Journal of Avian Biology* 37(1): 52-57.

Von Matter S., Straube F. C., de Queiroz Piacentini V., Accordi I. A. & Cândido Jr J. F. 2010. Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. *Rio de Janeiro: Technical Books Editora*.

Waser P. M. & Brown C. H. 1986. Habitat acoustics and primate communication. *American Journal of Primatology* 10(2): 135-154.

Warren P. S., Katti M., Ermann M. & Brazel A. 2006. Urban bioacoustics: it's not just noise. *Animal behaviour* 71(3): 491-502.

Williams H. 2004. Birdsong and singing behavior. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1016(1): 1-30.

Wiki Aves. Cambacica. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/cambacica>>. Acesso em: 2 de maio 2017.

Wolf A. T., Howe R. W. & Davis G. J. 1995. Detectability of forest birds from stationary points in northern Wisconsin.

Wood W. E. & Yezerinac S. M. 2006. Song sparrow (*Melospiza melodia*) song varies with urban noise. *The Auk* 123(3): 650-659.

Conclusões Gerais

O estudo das variações no canto de *C. flaveola*, demonstrou que os ajustes de frequência mínima ocorrem em função do ruído, corroborando com pesquisas anteriores sobre a influência do ruído no canto de aves urbanas. No entanto, não houve nenhuma relação significativa entre a abundância de indivíduos e as variáveis do canto. Isso possivelmente ocorreu por causa do baixo número de *C. flaveola* nos pontos de contagem. Essa baixa abundância nos pontos provavelmente é resultado do hábito de vida solitário e comportamento territorial dessa espécie.

Existem estudos com resultados contraditórios sobre os efeitos desses dois fatores no canto das aves. Os resultados da influência da abundância do presente estudo, por exemplo, contradizem os trabalhos que demonstram efeitos do número de indivíduos na vocalização. Isso indica que variações no canto também podem estar relacionadas com o nível de sociabilidade da espécie.

Portanto, mais estudos sobre a influência do ruído e da abundância de indivíduos no canto das aves devem ser realizados para melhor entendimento dos efeitos desses dois fatores, incluindo os ajustes do canto que são específicos de cada espécie. Com isso, também será possível ter uma melhor compreensão de como as espécies de aves que vivem nas cidades estão se adaptando sua vocalização aos distintos fatores presentes do meio urbano.

Referências Bibliográficas

- ANDERIES, J. M.; KATTI, M.; SHOCHAT, E. Living in the city: resource availability, predation, and bird population dynamics in urban areas. **Journal of Theoretical Biology**, v. 247, n. 1, p. 36-49, 2007.
- ARÉVALO, J. E.; NEWHARD, K. Traffic noise affects forest bird species in a protected tropical forest. **Revista de biologia tropical**, v. 59, n. 2, p. 969-980, 2011.
- BLUMSTEIN, D. Attention, habituation, and antipredator behaviour: implications for urban birds. In: **Avian urban ecology**. Oxford University Press, p. 41-53, 2014.
- BRENOWITZ, Eliot A. Long-range communication of species identity by song in the red-winged blackbird. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 10, n. 1, p. 29-38, 1982.
- BRUMM, H. The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird. **Journal of Animal Ecology**, v. 73, n. 3, p. 434-440, 2004.
- CATCHPOLE, C. K.; SLATER, P. J. B. **Bird song: biological themes and variations**. Cambridge university press, 2008.
- CHACE, J. F.; WALSH, J. J. Urban effects on native avifauna: a review. **Landscape and urban planning**, v. 74, n. 1, p. 46-69, 2006.
- CHAMBERLAIN, D. E.; VICKERY, J. A.; GLUE, D. E.; ROBINSON, R. A.; CONWAY, G. J.; WOODBURN, R. J.; CANNON, A. R. Annual and seasonal trends in the use of garden feeders by birds in winter. **Ibis**, v. 147, n. 3, p. 563-575, 2005.
- CIACH, M.; FRÖHLICH, A. Habitat type, food resources, noise and light pollution explain the species composition, abundance and stability of a winter bird assemblage in an urban environment. **Urban Ecosystems**, v. 20, n. 3, p. 547-559, 2017.
- DABELSTEEN, T.; PEDERSEN, S. B. Song and information about aggressive responses of blackbirds, *Turdus merula*: evidence from interactive playback experiments with territory owners. **Animal Behaviour**, v. 40, n. 6, p. 1158-1168, 1990.
- DOWLING, J. L.; LUTHER, D. A.; MARRA, P. P. Comparative effects of urban development and anthropogenic noise on bird songs: official journal of the International Society for Behavioral Ecology. **Behavioral ecology**, v. 23, n. 1, p. 201-209, 2012.
- GIL, D.; BRUMM, H. Acoustic communication in the urban environment: patterns, mechanisms, and potential consequences of avian song adjustments. In: **Avian urban ecology**. Oxford University Press, p. 69-83, 2014.
- HALFWERK, W.; BOT, S.; BUIKX, J.; VAN DER VELDE, M.; TEN CATE, C.; SLABBEKOORN, H. Low-frequency songs lose their potency in noisy urban conditions. **Proceedings of the**

- National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 108, n. 35, p. 14549-14554, 2011.
- HAMAOKA, S.; WATANABE, M.; MORI, Y. Urban noise and male density affect songs in the great tit *Parus major*. **Ethology Ecology & Evolution**, v. 23, n. 2, p. 111-119, 2011.
- HANSEN, I. J. K.; OTTER, K. A.; VAN OORT, H.; HOLSCHUH, C. I. Communication breakdown? Habitat influences on black-capped chickadee dawn choruses. **Acta Ethologica**, v. 8, n. 2, p. 111, 2005.
- HU, Y.; CARDOSO, G. C. Are bird species that vocalize at higher frequencies preadapted to inhabit noisy urban areas?. **Behavioral Ecology**, v. 20, n. 6, p. 1268-1273, 2009.
- HUFFELDT, N. P.; DABELSTEEN, T. Impact of a noise-polluted urban environment on the song frequencies of a cosmopolitan songbird, the Great Tit (*Parus major*), in Denmark. **Ornis Fennica**, v. 90, n. 2, p. 94-102, 2013.
- KIRSCHER, A. N.; BLUMSTEIN, D. T.; COHEN, R. E.; BUERMANN, W.; SMITH, T. B.; SLABBEKOORN, H. Birdsong tuned to the environment: green hylia song varies with elevation, tree cover, and noise. **Behavioral Ecology**, v. 20, n. 5, p. 1089-1095, 2009.
- LUTHER, D. A.; PHILLIPS, J.; DERRYBERRY, E. P. Not so sexy in the city: urban birds adjust songs to noise but compromise vocal performance. **Behavioral Ecology**, v. 27, n. 1, p. 332-340, 2015.
- MENDES, S.; COLINO-RABANAL, V. J.; PERIS, S. J. Bird song variations along an urban gradient: The case of the European blackbird (*Turdus merula*). **Landscape and Urban Planning**, v. 99, n. 1, p. 51-57, 2011.
- MORTON, E. S. Ecological sources of selection on avian sounds. **The American Naturalist**, v. 109, n. 965, p. 17-34, 1975.
- NARANGO, D. L.; RODEWALD, A. D. Urban-associated drivers of song variation along a rural-urban gradient. **Behavioral Ecology**, v. 27, n. 2, p. 608-616, 2015.
- NEMETH, E.; PIERETTI, N.; ZOLLINGER, S. A.; GEBERZAHN, N.; PARTECKE, J.; MIRANDA, A. C.; BRUMM, H. Bird song and anthropogenic noise: vocal constraints may explain why birds sing higher-frequency songs in cities. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 280, n. 1754, 2013.
- PARRIS, K.; SCHNEIDER, A. Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. **Ecology and society**, v. 14, n. 1, 2009.
- PENTERIANI, V. Breeding density affects the honesty of bird vocal displays as possible indicators of male/territory quality. **Ibis**, v. 145, n. 3, 2003.
- PLASS, E. O. V.; WUNDERLE JR, J. M. Avian distribution along a gradient of urbanization in northeastern Puerto Rico. **Ecological Bulletins**, v. 54, p. 141-156, 2013.

PROPPE, D. S.; STURDY, C. B.; ST CLAIR, C. C. Anthropogenic noise decreases urban songbird diversity and may contribute to homogenization. **Global change biology**, v. 19, n. 4, p. 1075-1084, 2013.

RIPMEESTER, E. A.; KOK, J. S.; VAN RIJSSEL, J. C.; SLABBEKOORN, H. Habitat-related birdsong divergence: a multi-level study on the influence of territory density and ambient noise in European blackbirds. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 64, n. 3, p. 409-418, 2010.

RYAN, M. J.; BRENOWITZ, E. A. The role of body size, phylogeny, and ambient noise in the evolution of bird song. **The American Naturalist**, v. 126, n. 1, p. 87-100, 1985.

SALABERRIA, C.; GIL, D. Increase in song frequency in response to urban noise in the Great Tit *Parus major* as shown by data from the Madrid (Spain) city noise map. **Ardeola**, v. 57, n. 1, p. 3-11, 2010.

SICK, H. Ornitologia brasileira. **Rio de Janeiro: Nova Fronteira**, 1997.

SLABBEKOORN, H.; DEN BOER-VISSER, A. Cities change the songs of birds. **Current biology**, v. 16, n. 23, p. 2326-2331, 2006.

SLABBEKOORN, H.; PEET, M. Ecology: birds sing at a higher pitch in urban noise. **Nature**, v. 424, n. 6946, p. 267-267, 2003.

SLABBEKOORN, H.; SMITH, T. B. Habitat-dependent song divergence in the little greenbul: an analysis of environmental selection pressures on acoustic signals. **Evolution**, v. 56, n. 9, p. 1849-1858, 2002.

SUTHERS, R. A. How birds sing and why it matters. In: **Nature's Music: The Science of Birdsong**. Elsevier Inc., p. 272-296, 2004.

TERBORGH, J.; FAABORG, J. Turnover and ecological release in the avifauna of Mona Island, Puerto Rico. **The Auk**, v. 90, n. 4, p. 759-779, 1973.

TOMIAŁOJC, L. Breeding bird densities in some urban versus non-urban habitats: the Dijon case. **Acta Ornithologica**, v. 33, n. 3-4, p. 159-171, 1998.

WASER, P. M.; BROWN, C. H. Habitat acoustics and primate communication. **American Journal of Primatology**, v. 10, n. 2, p. 135-154, 1986.

WARREN, P. S.; KATTI, M.; ERMANN, M.; BRAZEL, A. Urban bioacoustics: it's not just noise. **Animal behaviour**, v. 71, n. 3, p. 491-502, 2006.

WILLIAMS, H. Birdsong and singing behavior. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1016, n. 1, p. 1-30, 2004.

Wiki Aves. Cambacica. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/cambacica>>. Acesso em: 2 de maio 2017.

WOOD, W. E.; YEZERINAC, S. M. Song sparrow (*Melospiza melodia*) song varies with urban noise. **The Auk**, v. 123, n. 3, p. 650-659, 2006.

Anexo

Normas para publicação no periódico científico *Ethology Ecology & Evolution*

Ethology Ecology & Evolution

Instructions for authors

Manuscript preparation

1. General guidelines

- Manuscripts are accepted in English. British English spelling and punctuation is preferred (although US spelling is permitted for US authors). Please use double quotation marks, except where “a quotation is ‘within’ a quotation”.
- Manuscripts should be compiled in the following order: title page (including Acknowledgements as well as Funding and grant-awarding bodies); abstract; keywords; main text; acknowledgements; references; appendices (as appropriate); table(s) with caption(s) (on individual pages); figure caption(s) (as a list).
- **Abstracts** of 300 words are required for all manuscripts submitted.
- Each manuscript should have 5 to 8 **keywords**.
- Search engine optimization (SEO) is a means of making your article more visible to anyone who might be looking for it. Please consult our guidance [here](#).
- Section headings should be concise.
- All authors of a manuscript should include their full names, affiliations, postal addresses, telephone numbers and email addresses on the cover page of the manuscript. One author should be identified as the corresponding author. Please give the affiliation where the research was conducted. If any of the named co-authors moves affiliation during the peer review process, the new affiliation can be given as a footnote. Please note that no changes to affiliation can be made after the manuscript is accepted. Please note that the email address of the corresponding author will normally be displayed in the article PDF (depending on the journal style) and the online article.
- All persons who have a reasonable claim to authorship must be named in the manuscript as co-authors; the corresponding author must be authorized by all co-authors to act as an agent on their behalf in all matters pertaining to publication of the manuscript, and the order of names should be agreed by all authors.
- Biographical notes on contributors are not required for this journal.
- Please supply all details required by any funding and grant-awarding bodies as an Acknowledgement on the title page of the manuscript, in a separate paragraph, as follows:
 - *For single agency grants:* "This work was supported by the [Funding Agency] under Grant [number xxxx]."
 - *For multiple agency grants:* "This work was supported by the [Funding Agency 1] under Grant [number xxxx]; [Funding Agency 2] under Grant [number xxxx]; and [Funding Agency 3] under Grant [number xxxx]."
- Authors must also incorporate a **Disclosure Statement** which will acknowledge any financial interest or benefit they have arising from the direct applications of their research.

- For all manuscripts non-discriminatory language is mandatory. Sexist or racist terms must not be used.
- Authors must adhere to **SI units**. Units are not italicised.
- When using a word which is or is asserted to be a proprietary term or trade mark, authors must use the symbol ® or TM.
- Authors must not embed **equations** or image files within their manuscript

2. Style guidelines

- [Description of the Journal's article style.](#)
- [Guide to using mathematical scripts and equations.](#)

3. Figures

- Please provide the highest quality figure format possible. Please be sure that all imported scanned material is scanned at the appropriate resolution: 1200 dpi for line art, 600 dpi for grayscale and 300 dpi for colour.
- Figures must be saved separate to text. Please do not embed figures in the manuscript file.
- Files should be saved as one of the following formats: TIFF (tagged image file format), PostScript or EPS (encapsulated PostScript), and should contain all the necessary font information and the source file of the application (e.g. CorelDraw/Mac, CorelDraw/PC).
- All figures must be numbered in the order in which they appear in the manuscript (e.g. Figure 1, Figure 2). In multi-part figures, each part should be labelled (e.g. Figure 1(a), Figure 1(b)).
- Figure captions must be saved separately, as part of the file containing the complete text of the manuscript, and numbered correspondingly.
- The filename for a graphic should be descriptive of the graphic, e.g. Figure1, Figure2a.

4. Publication charges

Submission fee

There is no submission fee for *Ethology Ecology & Evolution*.

Page charges

There are no page charges for *Ethology Ecology & Evolution*.

Colour charges

Colour figures will be reproduced in colour in the online edition of the journal free of charge. If it is necessary for the figures to be reproduced in colour in the print version, a charge will apply. Charges for colour figures in print are £250 per figure (\$395 US Dollars; \$385 Australian Dollars; 315 Euros). For more than 4 colour figures, figures 5 and above will be charged at £50 per figure (\$80 US Dollars; \$75 Australian Dollars; 63 Euros).

Depending on your location, these charges may be subject to [Value Added Tax](#).

5. Reproduction of copyright material

If you wish to include any material in your manuscript in which you do not hold copyright, you must obtain written permission from the copyright owner, prior to submission. Such material may be in the form of text, data, table, illustration, photograph, line drawing, audio clip, video clip, film still, and screenshot, and any supplemental material you propose to include. This applies to direct (verbatim or facsimile) reproduction as well as “derivative reproduction” (where you have created a new figure or table which derives substantially from a copyrighted source).

You must ensure appropriate acknowledgement is given to the permission granted to you for reuse by the copyright holder in each figure or table caption. You are solely responsible for any fees which the copyright holder may charge for reuse.

The reproduction of short extracts of text, excluding poetry and song lyrics, for the purposes of criticism may be possible without formal permission on the basis that the quotation is reproduced accurately and full attribution is given.

For further information and FAQs on the reproduction of copyright material, please consult our [Guide](#).

8. Supplemental online material

Authors are encouraged to submit animations, movie files, sound files or any additional information for online publication.

- [Information about supplemental online material](#)

Manuscript submission

All submissions should be made online at the *Ethology Ecology & Evolution* [Scholar One Manuscripts](#) website. New users should first create an account. Once logged on to the site, submissions should be made via the Author Centre. Online user guides and access to a helpdesk are available on this website.

Manuscripts may be submitted in any standard editable format, including Word and EndNote. These files will be automatically converted into a PDF file for the review process. LaTeX files should be converted to PDF prior to submission because ScholarOne Manuscripts is not able to convert LaTeX files into PDFs directly. All LaTeX source files should be uploaded alongside the PDF.

Click [here](#) for information regarding anonymous peer review.

Copyright and authors' rights

To assure the integrity, dissemination, and protection against copyright infringement of published articles, you will be asked to assign to Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Firenze, Italia, via a Publishing Agreement, the copyright in your article. Your Article is defined as the final, definitive, and citable Version of Record, and includes: (a) the accepted manuscript in its final form, including the abstract, text, bibliography, and all accompanying tables, illustrations, data; and (b) any supplemental material hosted by Taylor & Francis. Our Publishing Agreement with you will constitute the entire agreement and the sole understanding between Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Firenze, Italia and you; no amendment, addendum, or other communication will be taken into account when interpreting your and Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Firenze, Italia rights and obligations under this Agreement.

Copyright policy is explained in detail [here](#).

Free article access

As an author, you will receive free access to your article on Taylor & Francis Online. You will be given access to the *My authored works* section of Taylor & Francis Online, which shows you all your published articles. You can easily view, read, and download your published articles from there. In addition, if someone has cited your article, you will be able to see this information. We are committed to promoting and increasing the visibility of your article and have provided [guidance on how you can help](#). Also within *My authored works*, author eprints allow you as an author to quickly and easily give anyone free access to the electronic version of your article so that your friends and contacts can read and download your published article for free. This applies to all authors (not just the corresponding author).

Reprints and journal copies

Corresponding authors can receive a complimentary copy of the issue containing their article. Article reprints can be ordered through Rightslink® when you receive your proofs. If you have any queries about reprints, please contact the Taylor & Francis Author Services team at reprints@tandf.co.uk. To order a copy of the issue containing your article, please contact our Customer Services team at Adhoc@tandf.co.uk

Open Access

Taylor & Francis Open Select provides authors or their research sponsors and funders with the option of paying a publishing fee and thereby making an article permanently available for free online access – *open access* – immediately on publication to anyone, anywhere, at any time. This option is made available once an article has been accepted in peer review.

[Full details of our Open Access programme](#)

Last updated 20/11/2014

Taylor & Francis Style Sheet	
Own style	
Journal title and acronym	Ethology Ecology & Evolution (TEEE)
Formatting requirements	All manuscripts must contain: Title page (including Title, Authors, Affiliations, Corresponding author, Abstract, Keywords and Running head), Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, References, Tables, Figures, Figure legends
Title	Bold , first word and proper nouns caps only
Authors	JOHN AUTHOR ^{1,*} , JOHN C. AUTHOR ^{1,2} and THOMAS F.G. AUTHOR ³ (small caps except for initial letters)
Affiliations	¹ <i>Department, University, Address, City Postal code, Country</i> ² <i>Department, University, Address, City Postal code, Country</i> (new line for each affiliation, only if different from the previous one; in italic except for superscript affiliation number)
Abstract	Without heading; 300 words maximum
Keywords	KEY WORDS (in small caps): 5-8 keywords separated by comma, no initial caps, genus and species names <i>in italic</i> , ends with full stop.
Correspondence details	*Corresponding author: Name, Complete postal address (E-mail: a.author@author.com). (Only one author; name with full forename; postal address preferably in original language)
Running head	Short article title, 55 letters spaces enclosed maximum
Headings	INTRODUCTION (all caps; centre aligned) <i>Sub-headings</i> (italic; left aligned)
Paragraphs	All indented (even first paragraph after headings)
Tables	Table 1. Caption on line below; both centred above table. (Table 1) in text Tables must be cited consecutively in the text and numbered with Arabic numerals. Notes are ranged left under table
Figures	(Fig. 1) (Figs 1-3) in text Fig. 1. — Caption initial cap only; left aligned under figure. Figures should be cited consecutively in the text and numbered with Arabic numerals

Acknowledgements	<p style="text-align: center;">ACKNOWLEDGEMENTS (heading all caps, centre aligned; at end of article, before REFERENCES)</p>
Appendix	<p style="text-align: center;">APPENDIX I (heading all caps, centre aligned)</p>
Spelling and punctuation preferences	<p style="text-align: center;">UK or US English. Use italics only for genus and species names. Abbreviations do not have full points between them (e.g. US, PC). For names of article authors and in references, no space between initials. Space between numbers and mathematical symbols (e.g. $23 + 15 = 38$) and between value and units of measurement (e.g. 50 km, 3 sec, 24 °C). No space between number and percentage symbol (e.g. 20%).</p>
Numbers and units	<p style="text-align: center;">Spell out one to nine (except for measurements), then 10, 100, 10,000. P for probability df for degree of freedom SE for standard error SD for standard deviation ca for circa vs for versus hr for both hour and hours min for minute/s sec for second/s L for litres</p>
Dates	<p style="text-align: center;">1 January 2010 in the 21st century in the 1990s</p>
Contents page	<p style="text-align: center;">None</p>
Reference style in the text	<p>References consist of the surname of the author/authors and the year of publication of the document (enclosed in parentheses). There is no punctuation between name and year.</p> <p>Within the same parentheses give in-text references in chronological order, separated by semicolons; for references in the same year sequence them in alphabetical order. If there is more than one reference for the same author/authors, sequence them after the surname separated by colons.</p> <p>When two authors: give the surnames separated by “&” if in parentheses or “and” in running text. When three or more authors: give the first author’s surname followed by “et al.” (not in italic).</p> <p style="text-align: center;">e.g. (Smith 2012) or Smith (2012) (Smith & Brown 2015) or Smith and Brown (2015) (Smith 2012; Brown et al. 2014) (Smith 2012, 2015; Brown 2014)</p> <p>When the authors of two works published in the same year have the same surname, include their initials in the in-text references and separate the two in text references by a semicolon.</p> <p>When there are two works for the same author/authors in the same year,</p>

	<p>put a, b, c, after the year (without space).</p> <p>References to personal communications are cited only in the text (e.g. A.B. Smith personal communication; C. Brown unpublished data)</p>
Reference list style	<p>List the references to sources that have been cited within the text, including those found in tables and figures, under the REFERENCES heading.</p> <p>Place references in alphabetical order by the first author's surname and then by the beginning letters of any following surnames. Order references by the same author/authors by year in ascending order.</p> <p>If there are several items with the same first author, alone or with co-authors, present items by a single author before items with co-authors. In such a grouping, give the multi-author publications in alphabetical order by the second author's surname, regardless of the number of authors.</p> <p>When more than 11 authors, list the first 10 followed by a comma and et al.</p> <p>Place of publication: always list the city, and include the two-letter state abbreviation for US publishers [e.g. Cambridge (MA)]. Include the country name for other countries only to avoid ambiguity.</p> <p style="text-align: center;">Books:</p> <p style="padding-left: 40px;">Smith AB. 1981. Book title: subtitle. Place of publication: Name of publisher.</p> <p>Smith AB, Brown C. 2000. Book title: subtitle. Place of publication: Name of publisher.</p> <p style="padding-left: 40px;">Smith AB, Brown C, editors. 2000. Book title: subtitle. Place of publication: Name of publisher.</p> <p style="text-align: center;">Articles in an edited book:</p> <p>Smith AB, Brown C. 2012. Title of the chapter. In: Taylor F, editor. Book title. Place of publication: Name of publisher; p. 229-232.</p> <p style="text-align: center;">If three or more editors:</p> <p>Smith AB, Brown C. 2012. Title of the chapter. In: Taylor F, et al., editors. Book title. Place of publication: Name of publisher; p. 229-232.</p> <p>Journal articles (the titles of journal are abbreviated, without punctuation):</p> <p style="padding-left: 40px;">Smith AB, Brown C. 2012. Title of article. Abbrev J Name. 32:115-125.</p> <p style="padding-left: 40px;">Smith AB. 1981. Title of article. Abbrev J Name. doi:xxxxxx</p> <p>If not in English, translate non-English titles into English and place the translation in square brackets; when possible, place the original language title before the translation. Indicate the language after the pagination</p>

	<p style="text-align: center;">e.g. Rossi M. 2010. Titolo in lingua originale. [English translation]. Abbrev J Name. 20:263-281. Italian.</p> <p style="text-align: center;">Dissertation or thesis: Brown CD. 2009. Title of the thesis. [Thesis]. Place of publication: Name of publisher.</p> <p style="text-align: center;">For Internet material insert “Available from:” followed by URL, at the end of the citation.</p>
<p>Forum and Letter</p>	<p style="text-align: center;">Title bold, first word and proper nouns caps only. No abstract and no key words. Titles of chapters in italic; initial in cap only; left aligned.</p> <p style="text-align: center;">Acknowledgements and References headings in italics; left aligned.</p> <p style="text-align: center;">Author/authors’ names after references, with full forename, in small caps. Address under each author’s name. Add “(E-mail: a.author@author.com).” after the corresponding author’s address</p> <p style="text-align: center;">e.g. JOHN M. SMITH Department, Address, City postal code, Country (E-mail: jm.smith@author.com).</p> <p style="text-align: center;">THOMAS BROWN Department, Address, City postal code, Country.</p> <p style="text-align: center;">Apart from that, follow the same rules of the articles.</p>