

Universidade Federal de Minas Gerais

Instituto de Ciências Biológicas

Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre

Isabela Mendes Cardoso

RESPOSTA COMPORTAMENTAL A VIZINHOS E ESTRANHOS EM *Embernagra longicauda* (AVES, PASSERIFORMES)

Belo Horizonte

2016

**RESPOSTA COMPORTAMENTAL A PLAYBACK DE VIZINHOS E ESTRANHOS
EM *Embernagra longicauda* (AVES, PASSERIFORMES)**

Isabela Mendes Cardoso

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Ecologia, Conservação e
Manejo da Vida Silvestre do Instituto de
Ciências Biológicas da Universidade Federal
de Minas Gerais como requisito parcial para
a obtenção do título de Mestre, sob a
orientação do Prof. Dr. Marcos Rodrigues

Belo Horizonte

2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais e irmã, pois sem o apoio deles nada disso seria possível. Ao meu noivo Cleverson pelo companheirismo, carinho e também pela ajuda em campo quando podia. Ao Professor Marcos Rodrigues pela orientação e por me dar a oportunidade de fazer parte da sua equipe, permitindo que eu realizasse meu sonho de me aventurar na Ornitologia. Ao Pedro Henrique Silva pela parceria em campo e por compartilhar comigo um pouco do seu conhecimento. A todos aqueles que em algum momento ajudaram em campo, tanto na fase de anilhamento quanto na execução dos experimentos: Ana Utsch, Vanessa Monteiro, Erick Aguiar, Joao Carlos Pena, Vitor Bernardes Valentini, Laura Bubantz Fantecelle, António Cruz, Renan Lima e Gabriel Zocrato. A Lilian Costa e Guilherme Freitas pelo apoio na Serra do Cipó e pelas ideias que ajudaram a amadurecer o trabalho. Aos professores Cristiano Schetini (UFOP) e Flávio Rodrigues (UFMG) por aceitarem o convite para avaliar esse trabalho. As fontes financiadoras Capes, Cnpq e Fapemig pela concessão da bolsa de mestrado no segundo ano.

Resumo

Animais territoriais tendem a responder mais fortemente a exibições de estranhos do que de vizinhos territoriais, pois podem aprender as sinalizações de cada vizinho, o que é definido como discriminação vizinho-estranho ou efeito do “querido inimigo” que é quando os indivíduos, apesar de seus conflitos com vizinhos, são mais agressivos com os estranhos. O objetivo do presente estudo foi verificar se a espécie territorial *Embernagra longicauda* discrimina vizinhos e estranhos. O estudo foi conduzido no Parque Nacional da Serra do Cipó, entre julho e outubro de 2015, utilizando seis casais da espécie anilhados com uma anilha do CEMAVE/Icmbio e anilhas coloridas para distinguir os indivíduos e os machos das fêmeas. Foram aplicados experimentos utilizando *playbacks* do vizinho mais próximo e de um estranho, sendo tocado no centro do território de cada casal durante dez minutos cada, com intervalo de 20 minutos entre eles, e avaliando os comportamentos que os indivíduos tinham perante cada estímulo. Os comportamentos avaliados foram: número de cantos, tempo de resposta, distância de aproximação, voos ao redor e uso de poleiros (típico dessa espécie). Foi feito teste t pareado para comparar número de cantos, distância de aproximação e voos ao redor entre os dois tipos de tratamento; para uso de poleiros foi feito teste χ^2 e para tempo de resposta foi feita uma análise de sobrevivência. Não foi encontrada diferença significativa para nenhum dos comportamentos avaliados, não sendo possível detectar a discriminação vizinho-estranho em *Embernagra longicauda*. Essa espécie trata da mesma forma seus vizinhos territoriais e estranhos, esse padrão é diferente do encontrado em espécies da família Emberizidae que é próxima filogeneticamente da família Thraupidae, a qual o *E. longicauda* pertence, porém, não há evidências se esse comportamento possui efeito filogenético ou ecológico-comportamental nesse grupo. O fato dos experimentos terem sido conduzidos no centro dos territórios pode explicar a agressividade dos indivíduos, pois os vizinhos podem ter nível de ameaça menor próximos às fronteiras territoriais, mas ter mesmo nível de ameaça que um estranho ao invadir o território, como foi simulado no presente estudo.

Palavras chave: discriminação vizinho-estranho, efeito do “querido inimigo”, defesa territorial, *Embernagra longicauda*

Abstract

Territorial animals tend to respond more strongly to strangers than to territorial neighbors. They may learn the signals of each neighbor, which is defined as neighbor-stranger discrimination or "dear enemy" effect. The aim of this study was to check whether territorial *Embernagra longicauda* discriminate neighbors from strangers. The study was conducted in the Serra do Cipó National Park between July and October 2015, using six previously marked pairs with defined territory. Experiments using song playbacks of the nearest neighbor and of strangers were applied between 6-11 in the morning. Each trial consisted of playing back territorial song from the center of the territory for 10 minutes with 20-minute interval between them and evaluating the behaviors that individuals expressed after each stimulus. The assessed behaviors were: number of songs, latency, approach distance, flights around and use of perches. It was run a paired t test to compare the number of songs, approach distance and flights around between the two types of treatment. It was made a chi square test to evaluate use of perches and survival analysis to compare response time. There was no significant difference for any evaluated behaviors; it is not possible to detect the neighbor-stranger discrimination in *Embernagra longicauda*. This species is the same as their territorial neighbors and strangers, this pattern is different from that found in Emberizidae family species that are phylogenetically close the Thraupidae family, which belongs *E. longicauda*, but there is no evidence whether this behavior has phylogenetic effect or ecological-behavioral in that group. The fact that the experiments were conducted in the center of the territories may explain the aggressiveness of individuals, as neighbors may have lower level of threat near the territorial boundaries, but have the same level of threat that a stranger to invade the territory, as simulated in this study.

Keywords: neighbor-stranger discrimination, "dear enemy" effect, territorial defence, *Embernagra longicauda*

Sumário

1 INTRODUÇÃO	6
2 MATERIAL E MÉTODOS	11
2.1 Área de Estudo	11
2.2 Coleta dos dados	12
2.3 Análise dos dados.....	15
3 RESULTADOS.....	16
3.1 Número de cantos.....	16
3.2 Distância de Aproximação	16
3.3 Voos ao redor	17
3.4 Uso de poleiros.....	18
3.5 Tempo de resposta.....	20
4. DISCUSSÃO.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1 INTRODUÇÃO

Animais territoriais tendem a responder mais fortemente a exibições de estranhos do que às de vizinhos próximos do limite territorial (Temeles, 1994), pois aprendem as vocalizações e localizações de cada vizinho, o que é definido como discriminação vizinho-vizinho, (neighbor-neighbor discrimination ou NND) (Mackin, 2005). A dificuldade de distinguir corretamente vizinhos e estranhos deve aumentar com a densidade de sinalizadores e com as variações no canto de cada indivíduo (Mackin, 2005). A maioria dos estudos de discriminação vizinho-estranho é baseada na resposta dos machos a estímulos sonoros (*playback*) de vizinhos e estranhos, porém pouco se sabe sobre as características dos cantos usados em tais discriminações (Osiejuk, 2014). Esses estudos focam mais no comportamento dos machos porque geralmente eles passam mais tempo no território do que as fêmeas e por isso tem mais tempo para aprender as características dos vizinhos (Catchpole & Slater, 2008). Quando animais respondem com mais agressividade a indivíduos estranhos do que vizinhos territoriais, esse comportamento é chamado discriminação vizinho-estranho, (neighbor-strange discrimination ou NSD).

O *playback* é uma técnica usada para investigar o significado de sinais na comunicação animal tratando de reproduzir o som natural ou sinais sintetizados para o animal e observar suas respostas (McGregor et al, 1992). Obter a evidência direta da função territorial do canto é extremamente difícil e tem se tornado conhecida com o desenho de vários experimentos com essa técnica, onde o território de um macho é invadido por uma “caixinha de som” (Catchpole & Slater, 2008) com a vocalização de indivíduos da mesma espécie. As hipóteses mais conhecidas para a função do canto são: o canto é usado para defesa do território; o canto é usado para atração de fêmeas podendo ser importante na estimulação das mesmas para a condição fisiológica reprodutiva adequada (McGregor, 1991). Krebs (1977) em seu estudo com *Parus major*, demonstrou que os indivíduos cantam para desencorajar os machos da mesma espécie e assim permitir a manutenção do território. Krebs et al (1981) também mostrou que o canto é usado para atrair parceiras, uma vez que os machos obtêm suas parceiras após estabelecer um território. Os autores aplicaram um experimento de remoção da fêmea e observação do canto do macho antes e após a remoção, comprovando que os machos passavam a cantar mais após a retirada das fêmeas, isso pode ser explicado pela possibilidade do macho querer compensar a ausência da fêmea com o aumento da defesa do território ou que na ausência da fêmea ele aumenta a taxa de cantos de chamada

que é usado na comunicação entre parceiros, ou ainda que o aumento na taxa do canto possa ser associado à atração de uma nova parceira.

A explicação evolutiva mais frequente para a discriminação vizinho-estranho é o efeito do “querido inimigo” descrito por Fisher (1954), como aves territoriais vizinhas sendo tolerantes apesar de seus conflitos, ou seja, vizinhos sendo menos agressivos uns com os outros do que com estranhos, pois vizinhos estabelecidos se beneficiam em monopolizar uma área abrangendo vários territórios (“vizinhança”) cujos habitantes tem o interesse mútuo de prevenir a entrada de recém chegados (Mackin, 2005). A hipótese para que ocorra o fenômeno do “querido inimigo” é que os indivíduos vizinhos podem aprender a respeitar uns aos outros economizando gasto energético e tendo mais sucesso defendendo o território contra potenciais usurpadores (Goddard, 1993; Temeles, 1994; Osiejuk, 2014), pois seria perda de tempo responder um vizinho com território estabelecido toda vez que ele vocaliza (Catchpole & Slater, 2008). O efeito do “querido inimigo” mostra também que vizinhos tem menos conflitos entre si devido à cooperação sobre a localização das fronteiras podendo se juntar para afugentar algum estranho que aparece (Godard, 1993).

A cooperação não é a única explicação evolutiva para a NSD, pois se uma categoria de sinalizador é mais ameaçadora que outra então é sempre benéfico distingui-las (Goddard, 1993). O fenômeno tende a ocorrer mais em territórios de nidificação ou em territórios usados para todas as atividades do indivíduo, pois as perdas potenciais para os estranhos nesses territórios são maiores que para os vizinhos (Temeles, 1994). Porém, há a tendência de que o fenômeno não ocorra quando as perdas para os vizinhos são maiores que as perdas para os estranhos e uma das condições que pode ocasionar isso é a flutuação da disponibilidade de alimentos (Temeles, 1994). Essa hipótese foi levantada pelo mesmo autor em um estudo feito em 1990 com a espécie *Circus cyaneus* em territórios de alimentação, no qual ele observou que os indivíduos flutuantes (estranhos) apenas passavam pelos territórios sem se estabelecer, ao passo que os vizinhos expandiam seus territórios usurpando partes de territórios de outros indivíduos de acordo com a movimentação das presas, sendo assim, os indivíduos respondiam mais agressivamente a vizinhos do que a estranhos, porque suas perdas para os vizinhos eram maiores.

Em aves da subordem Oscines o aprendizado do canto ocorre nos primeiros meses de vida e como nem toda ave está exposta aos mesmos tipos de estímulos, a individualidade no canto é uma característica das espécies desse grupo (Beecher & Brenowitz, 2005). Em aves da

subordem Suboscines o canto é inato e não aprendido, os estímulos que os indivíduos recebem nos primeiros meses de vida não influenciam as características desses cantos e, portanto, não é comum a individualidade no canto como ocorre com os Oscines (Amador et al, 2008). É provável, portanto, que a maioria dos Oscines possua a discriminação vizinho-estranho. Como *E. longicauda* pertence a essa subordem, presume-se que a espécie consiga discriminar seus vizinhos dos estranhos, uma vez que cada indivíduo é estimulado de uma forma, possuindo individualidade no canto.

Na revisão feita por Temeles (1994), foi confirmado que o efeito do “querido inimigo” estava presente em 19 espécies de aves canoras (oscines): *Campylorhynchus nuchalis* e *Thyothorus rufalbus* da família Troglodytidae, *Agelaius phoeniceus*, *Icteria virens*, *Sturnella neglecta* e *Sturnella magna* da família Icteridae, *Geothlypis trichas* e *Seiurus aurocapillus* da família Parulidae, *Pipilo erythrophthalmus*, *Spizella pusilla*, *Zonotrichia albicollis*, *Zonotrichia leucophrys*, *Melospiza melodia* e *Melospiza georgiana* da família Emberizidae, *Passerina cyanea* da família Cardinalidae, *Parus major* da família Paridae, *Fringilla coelebs* da família Fringillidae, *Erithacus rubecula* da família Muscicapidae e *Catharus fuscescens* da família Turdidae. O autor acredita na hipótese que espécies que defendem territórios de nidificação ou territórios multiuso tendem a exibir o fenômeno, uma vez que a maioria desses estudos foi feito nesses tipos de território, e que isso possa estar ligado com a flutuação da disponibilidade de alimentos. Na revisão feita por Stoddard (1996) foi confirmado que a discriminação vizinho-estranho (NSD) foi encontrada nas mesmas 19 espécies analisadas por Temeles (1994), e em mais seis espécies: *Vireo olivaceus* da família Vireonidae, *Parus bicolor* da família Paridae, *Emberiza citrinella* da família Emberizidae, *Dendroica petechia* da família Fringillidae, *Wilsonia citrina* e *Setophaga ruticilla* da família Parulidae, totalizando 25 espécies que discriminam vizinhos e estranhos com tamanhos variados de repertório. O autor discute se a NSD tem relação com tamanho de repertório, mas concluiu que não há essa relação devido ao tamanho do repertório das espécies citadas acima, que variam de 1 a mais de 100 tipos de cantos. A partir desse conjunto de pesquisas Stoddard (1996) sugere questões a serem abordadas futuramente como, por exemplo, se a NSD é universal nas aves territoriais, se as aves reconhecem características tempo-frequência nos cantos ou quais as vias neurais envolvidas no reconhecimento dos cantos dos vizinhos.

Um dos estudos mais antigos nesse sentido foi feito em 1959 por Weeden & Falls com a espécie territorial *Seiurus aurocapillus* (família Parulidae), tocando o *playback* de vizinhos com territórios que compartilham fronteiras e de indivíduos da mesma população com

territórios mais distantes (acima de 120 metros de distância) e descobriram que os indivíduos eram mais agressivos com os vizinhos mais distantes do que com os vizinhos que compartilham bordas de território. Em um estudo com *Zonotrichia leucophrys nuttalli*, Baker, Thompson & Sherman (1981) ao reproduzir o canto de vizinhos territoriais e estranhos dos indivíduos, comprovaram que essa espécie possui a discriminação vizinho-estranho e que respondem mais agressivamente aos estranhos. Ao realizar o mesmo experimento com *Erithacus rubecula* (o “European Robin”), Brindley (1991) observou que os indivíduos eram mais agressivos com o *playback* dos estranhos nas bordas compartilhadas com vizinhos e respondia agressivamente a ambos quando o *playback* era transferido para a borda oposta.

Em estudos com a espécie *Emberiza hortulana* (Skierczynski et al, 2007; Osiejuk, 2014) que faz parte da família Emberizidae, que é próxima evolutivamente da família Thraupidae, a qual *Embernagra longicauda* pertence, os autores comprovaram que os indivíduos respondem mais agressivamente ao *playback* dos estranhos do que dos vizinhos. Skierczynski et al (2007) utilizou *playbacks* de vizinhos e estranhos com 13 machos de *Emberiza hortulana* de uma população com 100 machos que vive em ambientes de turfeiras e florestas degradadas, as respostas comportamentais analisadas foram tempo de resposta, distância mínima de aproximação, voos ao redor e número de cantos e apenas para a última não encontrou diferença significativa. Já Osiejuk (2014) em seu estudo com 16 machos de uma população de 50 machos dessa mesma espécie, em florestas cercadas por área de cultivo, utilizou *playback* de vizinhos e como *playback* de estranhos usou cantos de vizinhos com frequência modificada, analisando os mesmos tipos de comportamento, encontrou diferença significativa para todos.

Porém, nem sempre as espécies de Oscines exibem o efeito do “querido inimigo” ou a NSD. Alguns encaram tanto vizinhos como estranhos como potenciais competidores, como é o caso da espécie *Thryophilus rufalbus* (família Troglodytidae), que ao ser estimulado com *playbacks* de dueto de vizinhos adjacentes, vizinhos que não compartilham borda e estranhos, responderam da mesma maneira todos os estímulos (Battiston et al, 2015). Esse fato possivelmente ocorreu por vizinhos e estranhos representarem níveis semelhantes de ameaça nessa espécie, uma vez que os autores observaram fêmeas largando seus parceiros para acasalarem ou com vizinhos ou com estranhos que invadem um território, desse modo ambos eram potenciais competidores. Os autores alegam também que os territórios estudados são muito grandes com áreas significativas de habitat desocupado entre territórios e isso pode refletir em um grau de competição maior entre os indivíduos, ou ainda que o tamanho da

amostra possa ter sido pequeno demais para detectar a NDS nessa espécie se as diferenças na intensidade das respostas são sutis. A espécie pode não apresentar níveis graduais de agressão territorial de acordo com a percepção do risco de um rival, mas sim uma resposta tudo-ou-nada quando o rival é detectado, sendo ele vizinho ou não (Battiston et al, 2015).

O canto em dueto é definido como a coordenação temporal das vocalizações entre os parceiros e diversos estudos tem demonstrado que esse tipo de canto é usado na defesa de território (Hall, 2009). Espécies que cantam em dueto são mais cooperativas na defesa do território do que as espécies que não cantam duetos (Hall, 2000; Logue, 2005). Essas espécies tendem a distinguir entre os duetos de vizinhos e estranhos, respondendo com menos agressividade os duetos familiares como demonstrou Hall (2000) em seu estudo com 12 casais da espécie *Grallina cyanoleuca*, família Monarchidae, no qual aplicou 6 tratamentos (cantos solos e duetos de vizinhos com fronteira adequada, estranho e vizinho de borda oposta) e os casais responderam mais agressivos aos estímulos estranhos do que vizinhos. Em alguns casos, *playbacks* de dueto podem provocar respostas mais agressivas nos casais que defendem território do que *playbacks* do mesmo sexo e Hall (2000) também observou que os indivíduos responderam mais fortemente a duetos do que cantos solos e duetos eram preferencialmente usados nas interações territoriais, pois parecem ser um sinal mais ameaçador. Presume-se que o canto coordenado entre casais é uma adaptação para mediar conflitos com rivais e evitar que territórios sejam usurpados e um dos parceiros substituídos. Logue (2005) avaliou vários estudos com aves que cantam em dueto, que fornecem evidências da defesa cooperativa, e estudos com aves que não cantam duetos e fez uma meta-análise comparando-os, o que corroborou a hipótese que a defesa cooperativa é mais presente em espécies que cantam em dueto do que em espécies que não cantam em dueto.

Embernagra longicauda é uma ave da ordem Passeriformes e família Thraupidae, conhecido por ser endêmico da cadeia do espinhaço. Ocorre em campos rupestres, cangas e campos de altitude superior a 900 metros, vive em casais que ocupam uma área de vida de 3 a 4 hectares (Freitas & Rodrigues, 2008). Nessa espécie é marcante o canto em dueto em que a fêmea encaixa uma nota ao final ou no meio do canto do macho, quando os territórios são próximos os machos sobem em poleiros para vocalizar e as fêmeas podem participar dessa disputa (Freitas & Rodrigues, 2008). O comportamento territorialista de *E. longicauda* faz dela um bom objeto para estudos sobre mecanismos de defesa territorial. O objetivo do presente estudo foi verificar se a espécie *Embernagra longicauda*, uma ave altamente territorial (Freitas & Rodrigues, 2008), discrimina seus vizinhos. Esse estudo investiga se

nessa espécie da subordem Oscines, os comportamentos de defesa territorial diferem entre os *playbacks* de um vizinho territorial e um estranho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O estudo foi executado no Parque Nacional da Serra do Cipó, na região Alto Palácio (19° 15'S 43° 31'W), que faz parte da porção sul da Cadeia do Espinhaço. A área fica a aproximadamente 1380 metros de altitude (Freitas & Rodrigues, 2012), sendo a umidade relativamente alta durante todo o ano. O clima é definido, de acordo com a classificação Köppen-Geiger, como tropical de altitude com verões frescos e estação seca bem definida, a temperatura média varia entre 17 e 19°C. A precipitação média anual é entre 1.300 a 1.600 mm de chuva por ano concentrada de novembro a março. Os habitats presentes na área são: campo limpo, campo limpo úmido (Figura 1), afloramentos rochosos (Figura 2), campo sujo e campo sujo úmido (Rodrigues et al 2011).



Figura 1. Campo limpo úmido no Parque Nacional da Serra do Cipó, no canto direito da foto pode-se ver um aglomerado de arbustos que faz parte de um dos territórios de *Embernagra longicauda*. Foto: Isabela Mendes Cardoso 2015



Figura 2. Território de *Embernagra longicauda* com presença de arbustos e afloramentos rochosos ao fundo. Foto: Isabela Mendes Cardoso 2015

2.2 Coleta dos dados

Na primeira fase de execução do projeto, as aves foram capturadas com rede de neblina malha 12 (16mm, 12 x 2,5m), sendo atraídas com *playback*. Cada indivíduo capturado foi marcado com anilhas metálicas numeradas cedidas pelo CEMAVE/Icmbio e combinações de anilhas coloridas para que fosse possível a distinção entre cada indivíduo e entre os machos e as fêmeas (Figura 3). As aves foram anilhadas de novembro de 2014 a janeiro de 2015, aos finais de semana em novembro e dezembro e durante 15 dias consecutivos em janeiro, totalizando um esforço de 31 dias de captura.

Na segunda fase, foram amostrados seis casais de *Embernagra longicauda* com territórios pré-definidos (Figura 4), de julho a outubro de 2015, durante 4 a 8 dias consecutivos por mês, totalizando 23 dias de amostragem. Em cada território foi executado um experimento que consistia em dois tratamentos utilizando a técnica de *playback*: o primeiro tratamento foi a reprodução do canto do vizinho territorial mais próximo do indivíduo (cantos gravados e cedidos por Pedro Silva em 2015) e o segundo tratamento foi a reprodução do canto de um estranho (*E. longicauda* de uma população da Serra do Caraça).

Foi utilizado o canto natural da espécie para simular uma invasão no centro do território, através de uma caixinha de som do modelo *mini speaker bluetooth* (Figura 5) e todas as gravações usadas tiveram volume e frequência padronizados. Como *Embernagra longicauda* é uma ave que canta em dueto, todas as gravações utilizadas eram de duetos, porém o estudo foi focado nos machos devido ao fato que eles defendem mais os territórios e tem o comportamento de subir em poleiros mais altos para vocalizar, ao passo que a fêmea muitas vezes fica escondida ou em poleiros mais baixos (Freitas & Rodrigues, 2008).

As reproduções das vocalizações foram feitas com intervalo de 20 minutos entre elas para que os indivíduos não estivessem sob influência do primeiro estímulo ao reproduzir o segundo. O tempo do intervalo foi definido levando em consideração o tempo que os indivíduos levavam para voltar a suas atividades normais (forrageio, por exemplo) após serem estimulados. Foi alternada a ordem de apresentação cada vez que fazia o experimento com um mesmo indivíduo, (se em um dia era estranho primeiro, no outro dia era vizinho e assim por diante) para tirar qualquer influência que poderia ter se os estímulos fossem aplicados sempre na mesma ordem, da mesma maneira o experimento não era conduzido em territórios adjacentes no mesmo dia. Os experimentos eram conduzidos entre 06:00 e 11:00 da manhã e era feito um rodízio de horário entre os territórios para que o experimento fosse feito em horários variados com cada indivíduo. Cada *playback* tinha duração de 10 minutos e dentro desse tempo eram anotados todos os comportamentos que o indivíduo tinha perante os estímulos, inclusive comportamentos e observações que não entraram nas análises. Os comportamentos definidos para avaliar a agressividade das aves foram: tempo de resposta (tempo que o indivíduo leva para expressar o primeiro comportamento territorial) número de vocalizações, distância mínima de aproximação da fonte de som (em metros), número de voos ao redor da fonte de som, que é quando o indivíduo voa fazendo uma triangulação em volta da caixinha de som, e uso de poleiros que é típico dessa espécie, os poleiros eram definidos como exposto (galhos sem folhagem) ou escondido (quando o indivíduo ficava escondido no meio da vegetação). A distância mínima de aproximação foi medida estimando a distância que o indivíduo estava da fonte de som e utilizando trena.



Figura 3. *Embernagra longicauda* marcado com anilha metálica (CEMAVE) na perna direita e anilhas coloridas na perna esquerda. Foto: Pedro Silva 2015

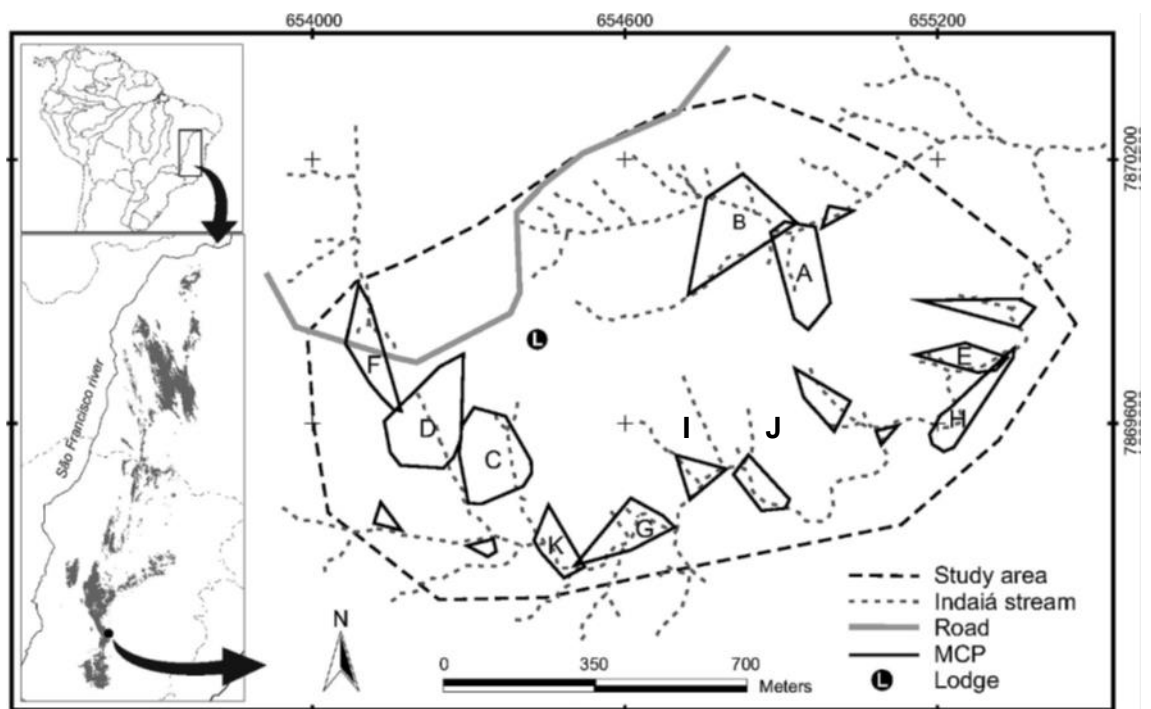


Figura 4. Territórios demarcados dos casais de *Embernagra longicauda* da região Alto Palácio da Serra do Cipó, Minas Gerais. Extraído e modificado de Freitas & Rodrigues (2012). Os territórios trabalhados foram: D, C, K, G, I e J.



Figura 5. Caixinha de som do modelo *mini speaker bluetooth* utilizada para reprodução dos *playbacks*.

2.3 Análise dos dados

Foram obtidos 10 pares de amostras (vizinho e estranho) de cinco indivíduos e 9 pares de amostras de um indivíduo, totalizando 59 pares de amostras. Para os comportamentos de número de cantos, distância de aproximação e voos ao redor foi feito o teste t pareado, que é um dos testes mais usados quando temos pares de amostras de um mesmo grupo de indivíduos. Para uso de poleiros foi feito o teste de χ^2 comparando as frequências de uso de cada tipo de poleiro entre os tratamentos. Para tempo de resposta foi feita uma análise de sobrevivência também conhecida como "time-to-event analysis" (análise tempo-até-o-evento), os tratamentos foram testados através do teste log-rank, onde o critério usado para definir o evento foi a resposta dentro de 10 minutos e as observações censuradas foram as respostas que poderiam ter ocorrido após esse tempo, uma das vantagens dessa análise é justamente poder usar esses dados de "não resposta" (Allison, 2010). Todas as análises foram executadas no software Statistica® versão 10.

3 RESULTADOS

3.1 Número de cantos

Não houve diferença significativa entre os tratamentos vizinho e estranho ($t=0,275$; $gl=58$; $p=0,784$). Os indivíduos emitem quantidades próximas de cantos para o *playback* do vizinho e para o *playback* do estranho (Figura 6), o que mostra o mesmo nível de agressividade nos dois tratamentos para esse comportamento. A maioria desses cantos emitidos pelos machos estavam em dueto com as fêmeas.

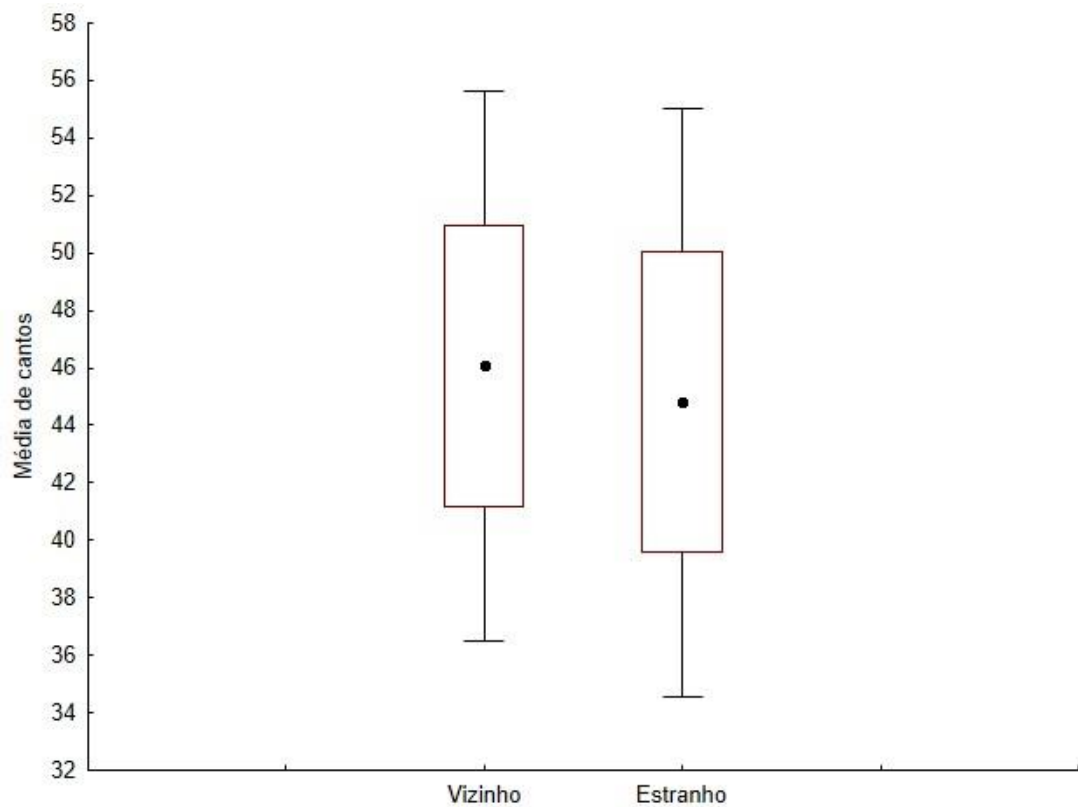


Figura 6. Média do número de cantos de *Embernagra longicauda* de cada tratamento. A média de cantos varia pouco entre os tratamentos, para o tratamento vizinho foi de 46 e para o estranho foi de 45.

3.2 Distância de Aproximação

Não houve diferença significativa entre os tratamentos vizinho e estranho ($t= -0,340$; $gl=58$; $p=0,734$). Os indivíduos se aproximam da fonte de som a distâncias muito próximas

em ambos os tratamentos (Figura 7), o que mostra mesmo nível de agressividade também para este comportamento.

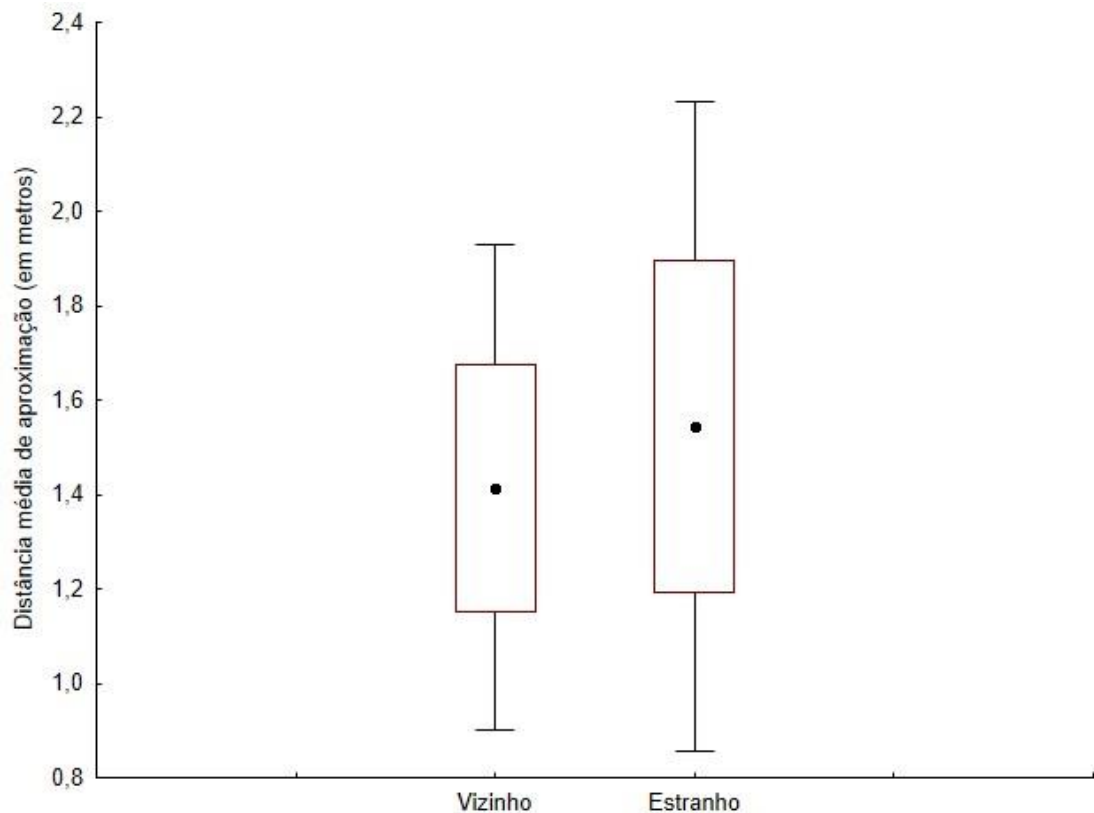


Figura 7. Médias da distância (em metros) que os indivíduos de *Embernagra longicauda* se aproximaram da fonte de som em cada tratamento. A distância média mínima de aproximação no tratamento vizinho foi de 1,4 m e no tratamento estranho foi de 1,5 m

3.3 Voos ao redor

Não houve diferença significativa entre os tratamentos vizinho e estranho ($t = -1,862$; $gl = 58$; $p = 0,06$). Aparentemente, os indivíduos exibiam mais voos ao redor para o tratamento estranho, porém o teste não encontrou diferença, apesar da quantidade de voos exibidos para cada tratamento não ter sido próxima (Figura 8). Esse comportamento foi exibido com mais frequência apenas por alguns indivíduos da população, enquanto que outros jamais exibiram esse comportamento.

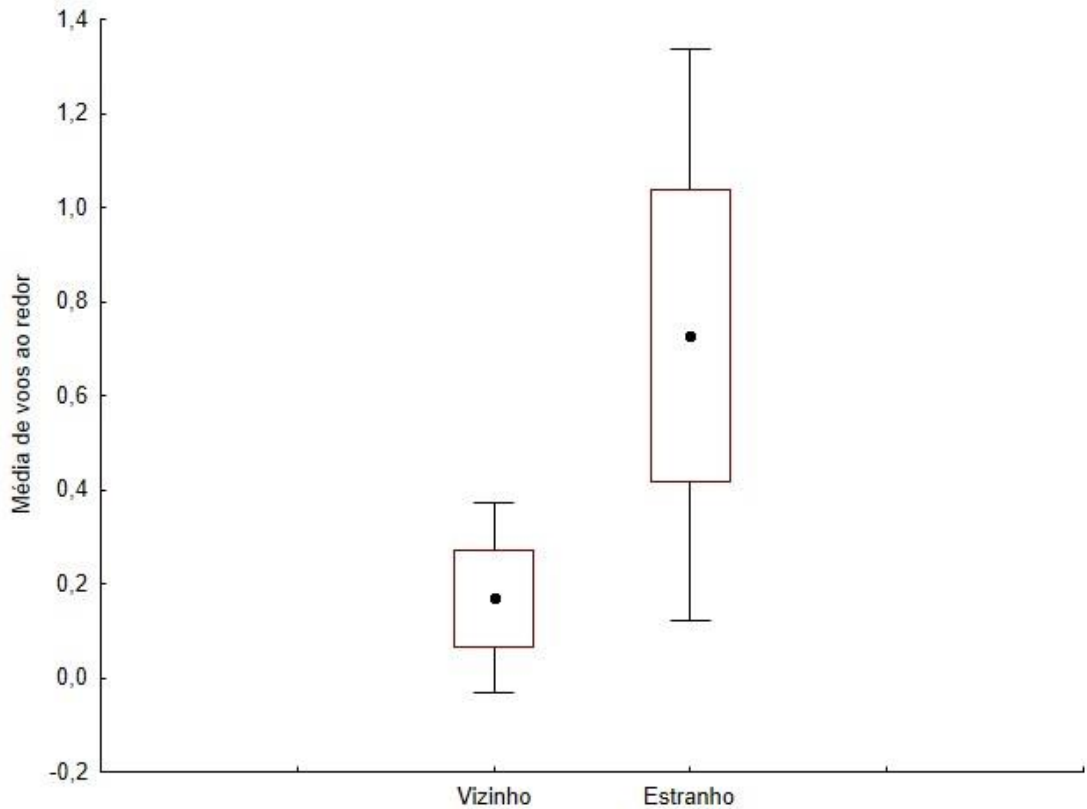


Figura 8. Médias dos voos ao redor que os indivíduos de *Embernagra longicauda* exibiram para cada tratamento. A variação média do tratamento estranho é maior, porém não foi encontrado diferença.

3.4 Uso de poleiros

Não houve diferença significativa entre os tratamentos vizinho e estranho ($\chi^2=0,263$; $gl=1$; $p=0,607$). Os indivíduos usam os poleiros com a mesma frequência para cada tratamento, sendo que o tipo de tratamento também não influencia o tipo de poleiro usado, se é exposto ou escondido (Figura 9). Essa espécie tem o comportamento típico de subir em poleiros expostos (galhos sem folhas) para vocalizar (Figura 10), mas muitas vezes vocalizam escondidos na vegetação. O fato de não ter havido diferença na escolha dos poleiros, mostra que os indivíduos se comportaram da mesma maneira com os dois tratamentos e que esse comportamento pode não ser um indicador de agressividade nessa espécie.

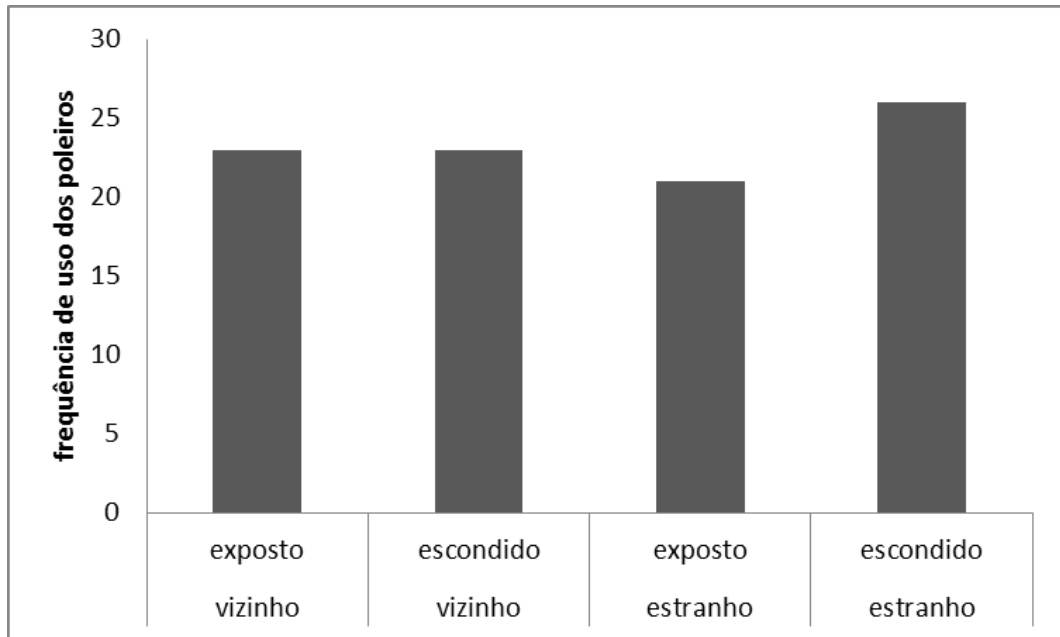


Figura 9. Frequência do uso de cada tipo de poleiro em cada tratamento. Os valores indicam o número de vezes que cada poleiro foi usado, 23 vezes para cada tipo no tratamento vizinho, 21 vezes para exposto no tratamento estranho e 26 vezes para escondido no tratamento estranho.



Figura 10. *Embernagra longicauda* cantando em poleiro exposto (foto: Isabela Mendes Cardoso 2015).

3.5 Tempo de resposta

Não houve diferença significativa entre os tratamentos vizinho e estranho (log-rank test=0,624; p=0,532). Os indivíduos levaram tempo semelhante para expressar o primeiro comportamento em cada tratamento, o tempo médio de resposta foi muito próximo, dois minutos para vizinho e três minutos para estranho (Figura 11). Respostas mais rápidas são consideradas mais agressivas, uma vez que indica quão ávido o animal está para defender seu território e nesse caso a agressividade foi a mesma devido a rapidez com que os indivíduos respondiam aos estímulos, em sua maioria nos primeiros 4 minutos de experimento.

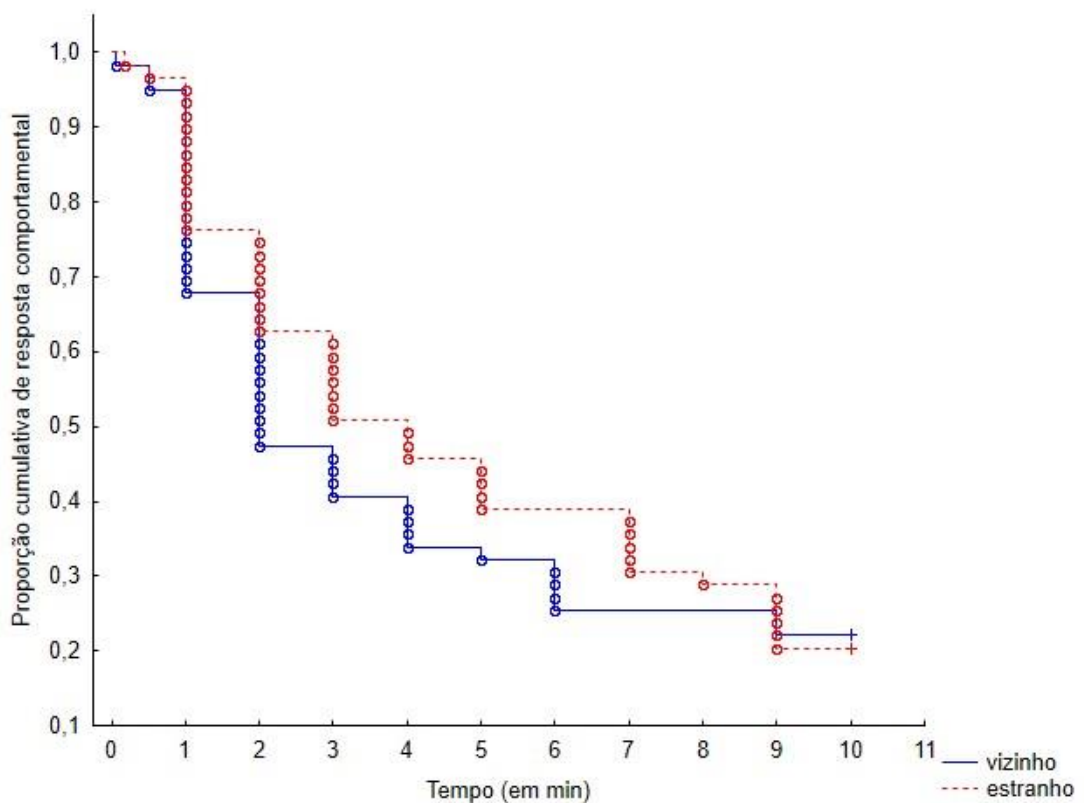


Figura 11. Proporção cumulativa de resposta dentro dos 10 min de cada tratamento, sendo + dados censurados e \circ dados completos. No tempo 0, 100% dos animais ainda não responderam, com o passar do tempo a proporção de animais que ainda não responderam vai diminuindo. $S(t)=0,5$ indica que 50% dos animais ainda não responderam, sendo esse o tempo mediano de resposta.

4. DISCUSSÃO

Embernagra longicauda não discrimina seus vizinhos de estranhos e os resultados não corroboram o efeito do “querido inimigo”, tratando da mesma forma os estranhos e seus vizinhos territoriais. Esse padrão é diferente do encontrado por Skierczynski et al (2007) e Osiejuk (2014) para a espécie *Emberiza hortulana*, em que os indivíduos respondem mais agressivamente a estranhos. Outros estudos que encontraram um padrão contrário ao presente estudo com *E. longicauda* foram os de Goldman (1973), Hansen (1984), Stoddard (1990) e Akçay et al (2009), nos quais as espécies *Spizella pusilla*, *Emberiza citrinella* e *Melospiza melodia*, respectivamente, respondiam mais agressivamente aos *playbacks* de estranhos do que de vizinhos. É interessante ressaltar que essas quatro espécies são da família Emberizidae, que além de ser uma das famílias mais estudadas nesse sentido, é próxima evolutivamente da família Thraupidae, a qual *E. longicauda* pertence.

Uma das hipóteses para explicar qualquer comportamento é de que este é meramente um efeito filogenético, isto é apenas uma característica compartilhada pelos membros de um clado. Estudos feitos com sequências do genoma mitocondrial e sequenciamento dos genes citocromo *b* e ND2 extraídos de DNA tecidual mostraram que os Emberizidae brasileiros são mais próximos evolutivamente dos Thraupidae (Barker et al, 2013). A maioria dos estudos publicados sobre discriminação vizinho-estranho são com as famílias Emberizidae, Parulidae e Troglodytidae, as duas primeiras pertencentes ao mesmo clado da família Thraupidae, juntamente com mais seis famílias, sendo conhecidas como “os oscines de nove primárias do novo mundo”, pois foram derivadas dos mesmos gêneros basais *Plectrophenax* e *Calcarius* (Barker et al, 2013; Payevsky, 2014). Dessas famílias, a mais próxima de Thraupidae atualmente é a Cardinalidae (Barker et al, 2013), dentro da qual já foi reportada a NSD com a espécie *Passerina cyanea* (Emlen, 1971; Stoddard, 1996). Burns e colaboradores (2014), em um estudo utilizando seis marcadores moleculares, descobriram que a subfamília Emberizoidinae composta pelos gêneros *Emberizoides*, *Embernagra* e *Coryphas piza* é mais próxima filogeneticamente da subfamília Saltatorinae, e ainda não há estudos que mostrem a NSD nessas subfamílias. Portanto, não há dados que comprovem se esse comportamento tem origem filogenética ou apenas ecológica-comportamental nesse grupo.

Um fato que pode acontecer é indivíduos exibirem mesma agressividade com vizinhos e estranhos na época não reprodutiva, mas passarem a ser mais agressivos com vizinhos na época reprodutiva, como visto no estudo de Courvoisier (2014), que apesar dos indivíduos

responderem da mesma maneira a vizinhos e a estranhos no início da época reprodutiva, eles passavam a ser mais agressivos com os vizinhos. No estudo de Hyman (2005) com *Thryothorus ludovicianus*, foi o contrário: os indivíduos foram mais agressivos com os estranhos na primavera (estação reprodutiva) e agressivos tanto com estranhos quanto com vizinhos na estação não-reprodutiva. Isso ocorre justamente para que o território de nidificação e o parceiro não sejam usurpados, o que garantiria o sucesso reprodutivo. Esse fato parece não ocorrer com *E. longicauda*, pois a maior parte do estudo foi conduzido na época reprodutiva e não houve diferença na resposta.

Pode acontecer de indivíduos exibirem o fenômeno para alguns tipos de comportamentos e para outros não, como foi o caso do estudo de Wei et al. (2011) com a espécie *Parus venustulus*, onde foi encontrada diferença significativa para alguns comportamentos (aproximação da fonte de som e voos) e não foi encontrada diferença para outros (número de vocalizações) mas foi suficiente para comprovar o fenômeno nessa espécie. No caso de *Embernagra longicauda* ela não exibiu o fenômeno em nenhum dos comportamentos avaliados, porém pode ser que ele exiba o fenômeno de uma forma que não pode ser apenas observada. É necessário investigar a resposta bioacústica, realizando o mesmo experimento, gravando a resposta sonora dos indivíduos e analisando as gravações em programas específicos para investigar se as respostas entre os tratamentos diferem em algum elemento do som como frequência e tipos de canto, por exemplo.

Outro fato importante é que aves que cantam em dueto tendem a cooperar mais na defesa de território (Hall, 2000; Logue, 2005; Kolloff & Mennil, 2013) e *playbacks* de dueto podem gerar respostas mais agressivas do que *playbacks* solos do mesmo sexo (Hall, 2000; Fedy & Stutchbury, 2005). Como os *playbacks* usados no experimento eram de dueto isso pode ter ocasionado respostas mais agressivas, uma vez que *E. longicauda* tratou tanto estranhos quanto vizinhos como potenciais competidores. E uma das adaptações do dueto é exatamente para mediar conflitos evitando que territórios e parceiros sejam usurpados (Logue, 2005). Neste caso, se um vizinho perde seu parceiro ele é visto como competidor potencial, pois ele poderia usurpar o parceiro de outro indivíduo. O papel das fêmeas na defesa territorial deve ser mais investigado, pois na maior parte dos experimentos elas entravam nos duetos com os machos, mas permaneciam majoritariamente escondidas na vegetação. Houve raras ocasiões em que uma mesma fêmea defendeu o território sozinha, exibindo comportamentos observados apenas nos machos.

Pouco se sabe sobre as características dos cantos que são usados na NSD e os sinais acústicos responsáveis (sílabas, notas, frases, estrutura do canto) variam muito entre as espécies (Osiejuk, 2014). Era pensado que o repertório de *Embernagra longicauda* era composto apenas de um tipo de canto, porém, estudos recentes feitos por Silva (2016), mostram que seu repertório possui aproximadamente 18 tipos de cantos, com várias sílabas e combinações diferentes. Esse fato não influencia no reconhecimento de vizinhos e estranhos nessa espécie, pois já foi visto na revisão de Stoddard (1996) que o tamanho do repertório não é um fator determinante para a discriminação vizinho-estranho. Há espécies que apresentam a NSD mesmo possuindo repertórios grandes com centenas de sílabas como é o caso da espécie *Alauda arvensis*, estudada por Briefer et al (2008) durante duas estações reprodutivas consecutivas em 2005 e 2006 utilizando 7 e 8 indivíduos respectivamente. O autor conduziu um experimento em que estimulava os indivíduos com *playbacks* de vizinhos, estranhos e um canto de vizinho com uma frase inserida artificialmente, avaliando os comportamentos de rasante, voos ao redor, tempo de resposta e duração dos cantos, comprovando que a espécie foi mais agressiva com o *playback* do estranho do que com os outros dois. Outra espécie que possui repertório muito grande e consegue discriminar vizinhos e estranhos, é a espécie *Erithacus rubecula* (aproximadamente 175 tipos de cantos) como visto no estudo de Brindley (1991). Uma vez que o repertório de *E. longicauda* tenha sido descrito, seria necessário investigar as funções de cada tipo de canto encontrado, para que seja conhecido os elementos usados para reconhecimento entre os indivíduos dessa espécie.

Comportamentos ameaçadores como cantar nas fronteiras e intrusões frequentes por parte dos vizinhos podem contribuir para a manutenção da vigilância e agressividade entre vizinhos (Courvoisier, 2014). Os experimentos com *E. longicauda* foram conduzidos sempre no centro dos territórios, o que pode explicar a agressividade dos indivíduos tanto com o vizinho quanto com o estranho. Próximo das fronteiras territoriais os vizinhos podem ter nível de ameaça menor, devido ao fato dos indivíduos se habituarem a ver os vizinhos sempre naqueles locais (Mackin, 2005), mas quando esses vizinhos invadem o território de fato, como foi simulado no presente estudo, o nível de ameaça passa a ser o mesmo dos estranhos e nesse caso, os indivíduos seriam agressivos da mesma maneira com ambos. Sendo assim, poderia também ser feito um estudo com os *playbacks* sendo tocados nas bordas para verificar se haveriam mudanças no comportamento.

Outro fator que pode ter influenciado a não detecção da NSD em *E. longicauda* é haver áreas significativas de habitat desocupado entre os territórios gerando maior

competitividade entre os indivíduos. Dessa forma, os indivíduos não se reconheceriam como vizinhos, eles se tratariam como estranhos por não haver fronteiras definidas entre os territórios, mas sim áreas de interesse mútuo. Isso faria com que indivíduos com territórios próximos tratassem uns aos outros com a mesma agressividade que tratariam um recém-chegado vindo de outra população. Logo, a espécie *E. longicauda* pode não apresentar níveis graduais de agressão territorial de acordo com a percepção do risco de um rival, mas sim uma resposta tudo-ou-nada quando o rival é detectado, sendo ele vizinho ou não, como foi proposto por Battiston et al (2015) no seu estudo com *Thryophilus rufalbus*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKÇAY, Çağlar et al. Good neighbour, bad neighbour: song sparrows retaliate against aggressive rivals. *Animal Behaviour*, v. 78, n. 1, p. 97-102, 2009.
- ALLISON, Paul D. *Survival analysis using SAS: a practical guide*. Sas Institute, 2010.
- AMADOR, Ana; GOLLER, Franz; MINDLIN, Gabriel B. Frequency modulation during song in a suboscine does not require vocal muscles. *Journal of Neurophysiology*, v. 99, n. 5, p. 2383-2389, 2008.
- BAKER, Myron Charles; THOMPSON, Daniel B.; SHERMAN, Gregory L. Neighbor/stranger song discrimination in white-crowned sparrows. *Condor*, p. 265-267, 1981.
- BARKER, F. Keith et al. Going to extremes: contrasting rates of diversification in a recent radiation of new world passerine birds. *Systematic Biology*, p. sys094, 2012.
- BATTISTON, Matthew M. et al. Rufous-and-white wrens *Thryophilus rufalbus* do not exhibit a dear enemy effects towards conspecific or heterospecific competitors. *Current Zoology*, v. 61, n. 1, p. 23-33, 2015.
- BEECHER, Michael D.; BRENOWITZ, Eliot A. Functional aspects of song learning in songbirds. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 20, n. 3, p. 143-149, 2005.
- BRIEFER, Elodie et al. How to identify dear enemies: the group signature in the complex song of the skylark *Alauda arvensis*. *Journal of Experimental Biology*, v. 211, n. 3, p. 317-326, 2008.
- BRINDLEY, Emma L. Response of European robins to playback of song: neighbour recognition and overlapping. *Animal Behaviour*, v. 41, n. 3, p. 503-512, 1991.
- BURNS, Kevin J. Molecular systematics of tanagers (Thraupinae): evolution and biogeography of a diverse radiation of neotropical birds. *Molecular phylogenetics and evolution*, v. 8, n. 3, p. 334-348, 1997.
- CATCHPOLE, Clive K.; SLATER, Peter JB. *Bird song: biological themes and variations*. Cambridge University Press, 2008.
- COURVOISIER, H.; CAMACHO-SCHLENKER, S.; AUBIN, T. When neighbours are not 'dear enemies': a study in the winter wren, *Troglodytes troglodytes*. *Animal Behaviour*, v. 90, p. 229-235, 2014.
- EMLLEN, Stephen T. The role of song in individual recognition in the indigo bunting. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, v. 28, n. 3, p. 241-246, 1971.

- FEDY, Bradley C.; STUTCHBURY, Bridget JM. Territory defence in tropical birds: are females as aggressive as males? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 58, n. 4, p. 414-422, 2005.
- FISHER, James. Evolution and bird sociality. *Evolution as a Process*, p. 71-83, 1954.
- FREITAS, G. H. S.; RODRIGUES, M. Territory distribution and habitat selection of the Serra Finch (*Embernagra longicauda*) in Serra do Cipó, Brazil. *Wilson Journal of Ornithology*, v. 124, n. 1, p. 57-65, 2012.
- FREITAS, G. H. S.; RODRIGUES, M. Canário-rabudo *Embernagra longicauda*: uma ave típica das montanhas do leste do Brasil. *Atualidades Ornitológicas*, v. 141, p. 20-21, 2008.
- GODDARD, Renee. Tit for tat among neighboring hooded warblers. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 33, n. 1, p. 45-50, 1993.
- GOLDMAN, Peter. Song recognition by field sparrows. *Auk*, p. 106-113, 1973.
- HALL, Michelle L. The function of duetting in magpie-larks: conflict, cooperation, or commitment? *Animal Behaviour*, v. 60, n. 5, p. 667-677, 2000.
- HALL, Michelle L. A review of vocal duetting in birds. *Advances in the Study of Behavior*, v. 40, p. 67-121, 2009.
- HANSEN, Poul. Neighbour-stranger song discrimination in territorial yellowhammer *Emberiza citrinella* males, and a comparison with responses to own and alien song dialects. *Ornis Scandinavica*, p. 240-247, 1984.
- HYMAN, Jeremy. Seasonal variation in response to neighbors and strangers by a territorial songbird. *Ethology*, v. 111, n. 10, p. 951-961, 2005.
- KOLLOFF, Julianne; MENNILL, Daniel J. The Responses of Duetting Antbirds to Stereo Duet Playback Provide Support for the Joint Territory Defence Hypothesis. *Ethology*, v. 119, n. 6, p. 462-471, 2013.
- KREBS, John R.; AVERY, Mark; COWIE, Richard J. Effect of removal of mate on the singing behaviour of great tits. *Animal Behaviour*, v. 29, n. 2, p. 635-637, 1981.
- KREBS, J. R. Song and territory in the great tit *Parus major*. In: *Evolutionary ecology*. Macmillan Education UK, 1977. p. 47-62.
- LOGUE, David M. Cooperative defence in duet singing birds. *Cognition, Brain, Behavior*, v. 9, p. 497-510, 2005.
- MACKIN, William A. Neighbor-stranger discrimination in Audubon's shearwater (*Puffinus l. lherminieri*) explained by a "real enemy" effect. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 59, n. 2, p. 326-332, 2005.

MCGREGOR, Peter K. The singer and the song: on the receiving end of bird song. *Biological Reviews*, v. 66, n. 1, p. 57-81, 1991.

MCGREGOR, Peter K. et al. Design of playback experiments: the Thornbridge Hall NATO ARW consensus. In: *Playback and studies of animal communication*. Springer US, 1992. p. 1-9.

OSIEJUK, Tomasz S. Differences in Frequency of Shared Song Types Enables Neighbour-Stranger Discrimination in a Songbird Species with Small Song Repertoire. *Ethology*, v. 120, n. 9, p. 893-903, 2014.

PAYEVSKY, V. A. Phylogeny and classification of passerine birds, passeriformes. *Biology Bulletin Reviews*, v. 4, n. 2, p. 143-156, 2014.

RODRIGUES, Marcos et al. Avifauna, Alto do Palácio, Serra do Cipó National Park, state of Minas Gerais, southeastern Brazil. *Check List*, v. 7, n. 2, p. 151-161, 2011.

SILVA, P.H.V.B.P. Descrição do repertório acústico e estudo sobre a variação individual no canto de macho de uma população de Embrenagra longicauda. 2016. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) – Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

SKIERCZYNSKI, Michał; CZARNECKA, Kamila M.; OSIEJUK, Tomasz S. Neighbour-stranger song discrimination in territorial ortolan bunting *Emberiza hortulana* males. *Journal of Avian Biology*, v. 38, n. 4, p. 415-420, 2007.

STODDARD, Philip K. et al. Strong neighbor-stranger discrimination in song sparrows. *Condor*, p. 1051-1056, 1990.

STODDARD, P. K. Vocal recognition of neighbors by territorial passerines. *Ecology and evolution of acoustic communication in birds*, p. 356-374, 1996.

TEMELES, Ethan J. The role of neighbours in territorial systems: when are they 'dear enemies'?. *Animal Behaviour*, v. 47, n. 2, p. 339-350, 1994.

TEMELES, Ethan J. Northern harriers on feeding territories respond more aggressively to neighbors than to floaters. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 26, n. 1, p. 57-63, 1990.

WEEDEN, Judith Stenger; FALLS, J. Bruce. Differential responses of male ovenbirds to recorded songs of neighboring and more distant individuals. *The Auk*, p. 343-351, 1959.

WEI, Min; LLOYD, Huw; ZHANG, Yanyun. Neighbour-stranger discrimination by Yellow-bellied Tit *Parus venustulus*: evidence for the “dear-enemy” effect. *Journal of Ornithology*, v. 152, n. 2, p. 431-438, 2011.