



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UnICEUB**  
**PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**VINÍCIUS ROZENDO VIANNA**

**MONITORAMENTO DE POPULAÇÕES DE TIZIU (*VOLATINIA JACARINA*) NA ESTAÇÃO  
ECOLÓGICA DE ÁGUAS EMENDADAS: ENTENDENDO O EFEITO DO ATROPELAMENTO DE  
FAUNA**

**BRASÍLIA**

**2018**



**VINÍCIUS ROZENDO VIANNA**

**MONITORAMENTO DE POPULAÇÕES DE TIZIU (*VOLATINIA JACARINA*) NA ESTAÇÃO  
ECOLÓGICA DE ÁGUAS EMENDADAS: ENTENDENDO O EFEITO DO ATROPELAMENTO DE  
FAUNA**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e Pesquisa.

Orientação: Prof. Dr. Raphael Igor Dias

**BRASÍLIA**

**2018**

## MONITORAMENTO DE POPULAÇÕES DE TIZIU (*VOLATINIA JACARINA*) NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ÁGUAS EMENDADAS: ENTENDENDO O EFEITO DO ATROPELAMENTO DE FAUNA

Vinicius Rozendo Vianna – UniCEUB, PIBIC-CNPq, aluno bolsista

[vinicius.vianna@sempreceub.com](mailto:vinicius.vianna@sempreceub.com)

Raphael Igor Dias – UniCEUB, professor orientador

[raphael.dias@ceub.edu.br](mailto:raphael.dias@ceub.edu.br)

Apesar do forte efeito econômico e social, a extensa malha rodoviária brasileira também produz impactos negativos, especialmente no meio ambiente. A construção de rodovias promove a remoção de áreas nativas e a fragmentação do habitat, essas alterações colocam populações em risco de declínio e extinção local, modificando a dinâmica de populações. Atualmente, uma das principais causas da mortalidade de vertebrados está relacionada às colisões com veículos. O tiziu (*Volatinia jacarina*) é uma espécie granívora, migratória, socialmente monogâmica, que reproduz em regiões do Brasil central. Durante o período reprodutivo, os machos executam um *display* multimodal, defendem pequenos territórios agrupados (13 a 72,5m<sup>2</sup>) e auxiliam as fêmeas no cuidado com os filhotes. Dados anteriores demonstram que a espécie apresenta considerável mortalidade relacionada a colisões com veículos na malha rodoviária que contorna diferentes unidades de conservação do Distrito Federal. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da BR-020, que contorna a Estação Ecológica de Águas Emendadas, nas populações de tiziu (*Volatinia jacarina*). O trecho de 10km da BR-020 foi dividido em 10 trechos consecutivos de 1km cada e monitorados para estimar o tamanho populacional, quantificar o número de territórios e o número de indivíduos atropelados. O monitoramento foi realizado a pé uma vez por semana entre os meses de setembro de 2017 e julho de 2018. Durante o monitoramento de atropelamento, para cada carcaça encontrada, foram registrados: o menor nível taxonômico do espécime, latitude e longitude e a data de registro. Além disso, foram utilizadas três redes de neblina (12x2,6m), duas dispostas paralelamente e uma perpendicularmente à rodovia. Indivíduos foram capturados e marcados com uma combinação única de anilhas. Foi utilizado o teste z de Rayleigh para avaliar a direcionalidade temporal dos atropelamentos ao longo dos meses (*hot-moment*). Adicionalmente, foi realizada uma análise espacial para investigar possíveis agrupamentos dos registros ao longo da rodovia (*hotspots*). Foram capturados e anilhados 164 indivíduos, sendo 51 machos, 53 fêmeas e 60 juvenis. Foram encontradas e identificadas um total de 122 carcaças ao longo da rodovia. O tiziu foi a espécie mais registrada em números de atropelamento (27%,  $N = 33$ ). Foi possível perceber um aumento no número de indivíduos durante o período reprodutivo da espécie na região, porém, não foi possível observar um maior número de atropelamentos para os trechos com maior densidade populacional. O *hot-moment* identificado para o tiziu sobrepõe o período reprodutivo da espécie na região. A análise espacial identificou quatro áreas de alto risco atropelamento, duas áreas de risco moderado e quatro áreas de baixo risco. Estratégias para a redução do número de atropelamentos devem focar na redução do estrato vegetal que é selecionado pela espécie, composto predominantemente por gramíneas, ou deve buscar criar condições favoráveis para a espécie em áreas mais afastadas da rodovia.

**Palavras-chave:** Atropelamento de fauna. Ecologia de estradas. *Hot-moment*. *Hotspot*. *Roadkill*.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Número de registros de atropelamentos entre os grupos taxonômicos durante o período set/2017 a Jun/2018.....7
- Figura 2 - Número absoluto de atropelamentos observados em machos de fêmeas de *Volatinia jacarina*.....8
- Figura 3 - Número de registros de carcaças encontradas de *Volatinia jacarina* ao longo dos meses.....8
- Figura 4 - Direcionalidade temporal no atropelamento total para todas as espécies registradas (janeiro) e para *Volatinia jacarina* (fevereiro), segundo a padronização: 0º – 30º = Janeiro, 30º - 60º = Fevereiro, 60º - 90º = Março, 90º - 120º = Abril, 120º - 150º = Maio, 150º - 180º = Junho, 180º - 210º = Julho, 210º - 240º = Agosto, 240º - 270º = Setembro, 270º - 300º = Outubro, 270º - 300º = Novembro, 300º - 330º = Dezembro.....9
- Figura 5 - Detectabilidade da espécie no local de pesquisa entre Setembro/2017 a agosto/2018.....10
- Figura 6 - Análise de *hotspot* da rodovia BR-020 que contorna a ESECAE. Separada em dez trechos (ao norte e ao sul da entrada) .....10

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>2</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>5</b>
3.1 Área de estudo .....	5
3.2 Captura e Marcação .....	6
3.3 Monitoramento de atropelamentos e da dinâmica populacional .....	6
3.4 Análises estatísticas .....	6
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>7</b>
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>13</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>13</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Rodovias de mão-dupla são estruturas humanas bastante proeminentes em áreas urbanas e periurbanas. A combinação de numerosas rodovias, constante tráfego de carros e a presença de fragmentos e corredores seminaturais de variados tamanhos indicam que rodovias de mão-dupla movimentadas apresentam uma diversidade de efeitos ecológicos que, em geral, prejudicam a vida selvagem, tais como: animais atropelados, bloqueamento de conectividade e movimentação, degradação e perda de habitats próximos (FORMAN et al., 2003; LAURANCE et al., 2009; RAJVANSHI, 2001; SEILER; HELLDIN, 2006).

De modo geral, a mortalidade ou atropelamento são eminentemente maiores em rodovias de mão-dupla. Estradas fragmentam o habitat em pequenos fragmentos de áreas naturais. Comumente, o tamanho do habitat pode definir o tamanho das populações de animais e plantas. Pequenas populações geralmente estão sujeitas a flutuações demográficas e a consanguinidade, o que pode resultar em proles fracas, estéreis e de baixa variabilidade genética. Tais efeitos podem levar ao desaparecimento total da população local da espécie afetada (FORMAN et al., 2003; REIJNEN; FOPPEN, 2006; OXLEY et al., 1974). Aves de pastagem ou granívoras estão sujeitas a alguma variação ecológica sob a presença de rodovias (FORMAN et al., 2002). O tiziu tem ocorrência em praticamente toda América latina, é uma espécie tipicamente granívora, geralmente habita áreas de vegetação gramínea e locais com estruturas mais complexas que já sofreram alterações antrópicas (TUBELIS; CAVALCANTI, 2000; CARVALHO et al., 2007). Seu peso é de aproximadamente dez gramas (SICK, 1997) e a longevidade registrada para a ave está em torno de seis anos (PEREIRA et al., 1992). A espécie é comumente encontrada em áreas abertas dominadas por gramíneas ou mesmo em áreas antropizadas (CARVALHO et al., 2007).

*Volatinia jacarina* é uma espécie migratória, se deslocando para a região do Brasil central para se reproduzir. No período reprodutivo, que ocorre de novembro a abril, os machos passam a agir isoladamente e a defender pequenos agrupamentos de territórios. São encontrados em bandos no início da estação reprodutiva e se dispersam para que os machos ocupem e defendam os territórios (CARVALHO et al., 2007). Essa demarcação do território é feita através de um display (exibição comportamental), no qual os indivíduos saltam

verticalmente de um poleiro, batendo as asas, exibindo a mancha branca subaxilar e emitindo uma vocalização. As fêmeas nidificam dentro dos territórios dos machos e ambos apresentam cuidado parental (CARVALHO et al., 2007). Os territórios dos machos são aglomerados, com tamanhos variando entre 13 e 72 m<sup>2</sup> (ALMEIDA; MACEDO, 2001).

O estudo de aglomerados territoriais de aves usualmente presume que os indivíduos do local estão sob pressão de alguma variação na qualidade de habitat, agregando-se em áreas onde as variações de habitat são favoráveis (DIAS et al., 2009) ou aparentemente favoráveis, com no entorno de rodovias. Dados anteriores demonstram que a espécie apresenta considerável mortalidade relacionada a colisões com veículos na malha rodoviária que contorna diferentes unidades de conservação do Distrito Federal (Santos et al., 2017). Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da BR-020, que contorna a Estação Ecológica de Águas Emendadas, nas populações de tiziu (*Volatinia jacarina*). Adicionalmente, buscou-se verificar se a densidade populacional explica a taxa de atropelamento em diferentes áreas da rodovia, se o risco de atropelamento é maior para machos, devido ao seu comportamento territorial e reprodutivo e se existem variações temporais nos números de atropelamento.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O desenvolvimento socioeconômico das diferentes regiões do Brasil apresenta uma forte dependência do sistema rodoviário, pois o mesmo faz a ligação entre áreas com diferentes potenciais econômicos, como zonas produtoras, turísticas e grandes centros urbanos (COFFIN, 2017; PERZ et al., 2007). De acordo com o Sistema Nacional de Viação (2015), existem aproximadamente 1.720.643 km de rodovias ligando o país, sendo a minoria (210.618 km) composta por estradas pavimentadas, representando um total de 12,25% da malha rodoviária Brasileira. Apesar do forte efeito econômico e social, a extensa malha rodoviária brasileira também produz impactos negativos, especialmente no meio ambiente. A construção de rodovias promove a remoção de áreas nativas e a fragmentação do habitat, essas alterações colocam populações em risco de declínio e extinção local, favorece também a perda de biodiversidade e o avanço de espécies exóticas (TROMBULAK; FRISSELL, 2001; BAGER; ROSA, 2012; VAN DER REE et al., 2015). Os efeitos no ambiente decorrentes da construção de rodovias são alvo de uma área de pesquisa relativamente nova, a Ecologia de

Estradas. Apesar de recente, a área dispõe de um elevado corpo de evidências que permite estimar e contribuir com um maior entendimento sobre os efeitos das rodovias na biodiversidade e nos processos ecológicos (COFFIN, 2007; GENELETTI, 2003).

Dentre os estudos que avaliaram os efeitos de rodovias sob a fauna, destaca-se a revisão que analisou 79 estudos realizados com 131 espécies de 30 grupos diferentes de vertebrados e invertebrados. Na revisão, foram avaliadas as respostas das diferentes espécies em relação à rodovia, classificando as mesmas em positivas, negativas e neutras. Os resultados indicaram que para 65% das espécies os efeitos foram negativos e afetaram a abundância de indivíduos e a dinâmica das populações (FAHRIG; RYTWINSKI, 2009). Considerando os efeitos específicos na avifauna, um estudo realizado em uma rodovia no sul do país, demonstrou que a presença da rodovia afetou diretamente a composição de espécies, condicionando com que espécies pouco abundantes apresentassem maior ocorrência e uniformidades nestas composições. No estudo, que áreas próximas da rodovia não apresentaram diferenças na composição da avifauna quando comparadas com áreas mais distantes da mesma. A explicação para esse fenômeno está relacionada à exclusão de algumas espécies mais sensíveis ao impacto gerado pelas rodovias (e.g. maior luminosidade, ruído, número de atropelamentos) e uma dominância mais intensa de espécies menos afetadas (BAGER; ROSA, 2012; FORMAN, 2014).

Um dos principais efeitos derivados da construção de rodovias é a fragmentação de habitat de isolamento de áreas originalmente contínuas, ambientes pequenos e fragmentados resultam em pequenas populações são passíveis de flutuações demográficas no tamanho populacional e endogamia. Esses efeitos reduzem a variabilidade genética das populações e descendentes precários ou estéreis, tais condições conduzem a extinções locais (FORMAN, 2014; WILCOVE et al., 1986). Espécies sensíveis às alterações nas condições ambientais têm uma tendência maior a serem excluídas da área, seja em decorrência do estresse, falta de recursos ou mesmo competição com espécies menos influenciadas ou até mesmo favorecidas pelas mudanças no habitat (TROMBULAK; FRISSELL, 2001). Além de efeitos ecológicos nas populações, a presença de rodovias pode promover alterações comportamentais nas espécies, influenciando a comunicação relacionada à defesa de território, ao risco de predação e à reprodução, por exemplo, na seleção de parceiros, e especificamente em pássaros, compromete o sucesso de cuidado parental (DEVELEY; STOUFFER, 2001; BRUMM, 2004; FUNCTION, 2009; FORMAN, 2014).



Usualmente, sabe-se que o nível de ruído produzido por uma rodovia está diretamente relacionado ao número de veículos que passam por ela. Nesse sentido, estudos realizados em rodovias muito movimentadas demonstraram que o elevado nível de ruído é responsável por alterar parâmetros vocais, como frequência e amplitude da vocalização de diferentes espécies (BRUMM, 2004; WARREN et al., 2006). Atualmente, uma das principais causas da mortalidade de vertebrados está relacionada às colisões com veículos (WVC), nos Estados Unidos o atropelamento de fauna supera a caça em efeitos de mortalidade em vertebrados (FORMAN; ALEXANDER, 1998; CARVALHO; MIRA, 2011; COFFIN, 2007; VAN DER REE et al., 2015; LIMA SANTOS et al., 2017). Em colisões entre veículos e animais selvagens são estimadas mais de 80 milhões de mortes de aves anualmente nos Estados Unidos (ERICKSON et al., 2005). A proximidade entre rodovias e Unidades de Conservação (UC) intensifica os problemas já relatados, devido, dentre outros fatores, ao maior fluxo de espécies e de indivíduos (BAGER; FONTOURA, 2013).

Apesar do óbvio impacto das rodovias no comportamento e sobrevivência de indivíduos de diferentes espécies, ainda não está claro como esses efeitos podem afetar as dinâmicas populacionais e o fluxo gênico, especialmente a longo prazo (TROMBULAK; FRISSELL, 2001). No entanto, estimativas do Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE, 2018) revelam que esses impactos podem ser maiores do que o esperado, uma vez que cerca de 15 animais morrem nas estradas brasileiras a cada segundo, produzindo o exorbitante número de mais de um milhão de animais mortos por dia. Dos milhões de animais mortos por ano no Brasil, a maior parte é formada por animais de pequeno porte como anfíbios, pequenas aves e serpentes. Adicionalmente, no Brasil existe uma relação direta entre extensão e complexidade da malha viária e número de atropelamentos, onde a região sudeste apresenta o maior número de fatalidades, seguida das regiões sul e nordeste. O efeito das rodovias na avifauna varia de acordo com a espécie, o tipo de substrato utilizado pela espécie, o tipo de pista, a época do ano em que se reproduzem e dispersam, entre outros fatores (DEVELEY; STOUFFER, 2001; NEPOMUCENO, 2015). Algumas espécies podem apresentar uma menor densidade populacional próximo às rodovias, devido à grande quantidade de ruído gerada pelas estradas e pela modificação brusca de vegetação nestas áreas (FORMAN; DEBLINGER, 2000). Essas modificações afetam o comportamento e as relações sociais das diferentes espécies, gerando alterações na estrutura das comunidades (PARRIS; SCHNEIDER, 2009).

Adicionalmente, as rodovias podem funcionar como grandes barreiras na movimentação de aves entre os fragmentos de áreas florestais (DEVELEY; STOUFFER, 2001). A espécie *Volatinia jacarina*, conhecida popularmente como tiziu, é um passeriforme granívoro neotropical migratório, pertencente à família Thraupidae com ampla distribuição nas Américas, desde o México ao norte da Argentina. O tiziu é comumente encontrado em paisagens abertas, com gramíneas altas e até mesmo ao redor de habitações. Segundo Sick (1997), são capazes de se reproduzir em qualquer época do ano na região de Belém - PA, o que não ocorre nas regiões mais meridionais, onde estas aves praticamente desaparecem durante o inverno. São aves socialmente monogâmicas, com alto grau de investimento parental por parte dos machos, desde a construção dos ninhos, defesa de território até o fornecimento de alimento para os filhotes (ALMEIDA; MACEDO, 2001). Possuem claro dicromatismo sexual na época de acasalamento, quando as penas de tom amarronzado dos machos, semelhante à das fêmeas, dão lugar a uma coloração preta azulada, com exceção de uma pequena mancha branca debaixo das asas (SICK, 1997). Durante o período nupcial, os machos também apresentam um display multimodal que consistente na realização de saltos verticais com batidas de asas e uma vocalização característica (CARVALHO et al., 2007; MANICA et al., 2016; MACEDO et al., 2018).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Área de estudo**

O estudo foi realizado no trecho de 10km da BR-020 que contorna a Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE). A unidade apresenta uma área total de 9.587 ha, está localizada na região administrativa de Planaltina, à cerca de 46km do centro de Brasília. O clima da região é considerado subtropical, sendo caracterizado pelas condições climáticas fria/seca no inverno e quente/úmida no verão (LEDRU, 1993, 2002; SALGADO-LEBOURIAU, 1997; RIBEIRO; WALTER 1998).

### **3.2 Captura e Marcação**

Foi utilizado semanalmente três redes de neblina (14x3m) para captura e marcação dos tizius entre as seções. Duas das redes foram dispostas paralelamente e uma perpendicularmente à rodovia, possibilitando assim, a captura de indivíduos que cruzam a pista e dos que se deslocam no sentido da zona de amortecimento da unidade conservação. As capturas foram realizadas das 06:00 às 10:00. Após capturados, os indivíduos foram medidos com um paquímetro (precisão 0,02) e tiveram sua massa corporal estimada com uma balança de mola (Pesola®). Os mesmos foram identificados com uma combinação única de 3 anilhas coloridas e uma metálica padrão CEMAVE.

### **3.3 Monitoramento de atropelamentos e da dinâmica populacional**

O monitoramento de atropelamento foi realizado semanalmente entre setembro de 2017 e agosto de 2018. Durante o monitoramento, a rodovia de mão-dupla BR-020 adjacente a unidade de conservação foi percorrida a pé no sentido norte-sul. Para cada carcaça identificada, foram registrados: o menor nível taxonômico do espécime, latitude, longitude e data do registro. Após a identificação todas as carcaças foram removidas da rodovia para evitar o registro de amostras repetidas.

Para o monitoramento de populações, a área de estudo foi dividida em 10 seções de 1 km cada. Sendo 4 transectos ao norte e 6 transectos ao sul da entrada. As seções foram amostradas sequencialmente uma vez por semana, cada seção foi percorrida no sentido sul-norte da rodovia para estimar a densidade populacional, identificando os territórios e quantificando machos e fêmeas.

### **3.4 Análises estatísticas**

Foi ajustado um modelo linear misto generalizado (GLMM) da família de Poisson e utilizado um teste de correlação linear simples para avaliar se a densidade populacional explica a taxa de atropelamento por trechos. Adicionalmente, foi utilizado um teste de Qui-Quadrado de Aderência para avaliar se a frequência de atropelamentos em machos é maior do que a de fêmeas. Foi utilizada uma análise circular e o Teste z de Rayleigh para avaliar a direcionalidade temporal dos atropelamentos ao longo dos meses (*hot-moment*) e,

paralelamente, foi realizada uma análise espacial para investigar possíveis agrupamentos dos registros ao longo da rodovia (*hotspots*). Todas as análises foram conduzidas no programa R (R Development Core Team, 2017).

#### 4. RESULTADOS

Foram capturados e anilhados 164 indivíduos, sendo 51 machos, 53 fêmeas e 60 juvenis. Para as análises nós utilizamos somente os registros identificados até o nível taxonômico de espécie. Com um total de 165km percorridos, foram encontradas e identificadas 122 carcaças (40 espécies) ao longo da rodovia. A classe aves apresentou o maior grupo afetado pelo atropelamento (65%,  $N = 79$ ), seguido por répteis (20%,  $N = 24$ ), mamíferos (11%,  $N = 14$ ) e anfíbios (4%,  $N = 5$ ; Figura 1).

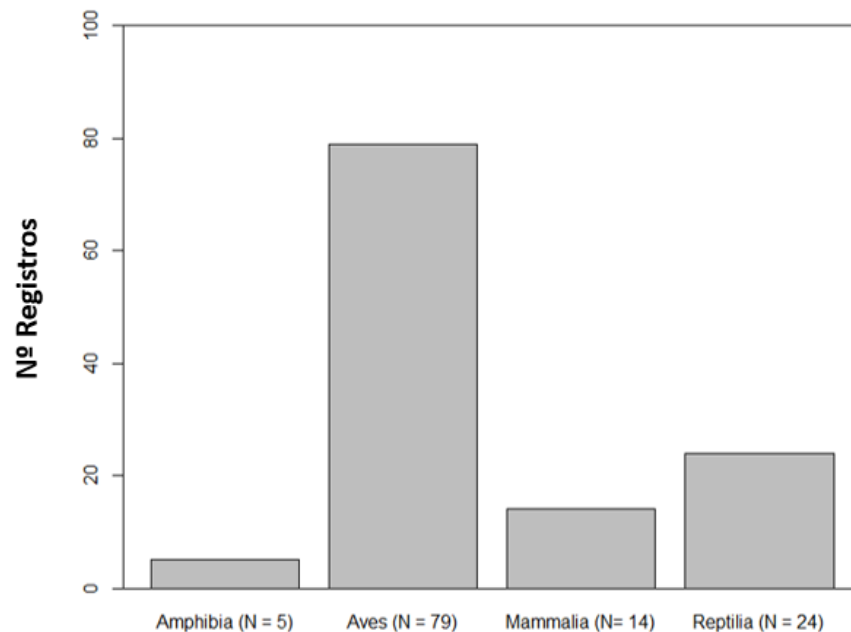


Figura 1 - Número de registros de atropelamentos entre os grupos taxonômicos durante o período set/2017 a Jun/2018.

O tiziu foi a espécie mais registrada em números de atropelamento (27%,  $N = 33$ ), sendo 20 machos e 13 fêmeas (Figura 2).

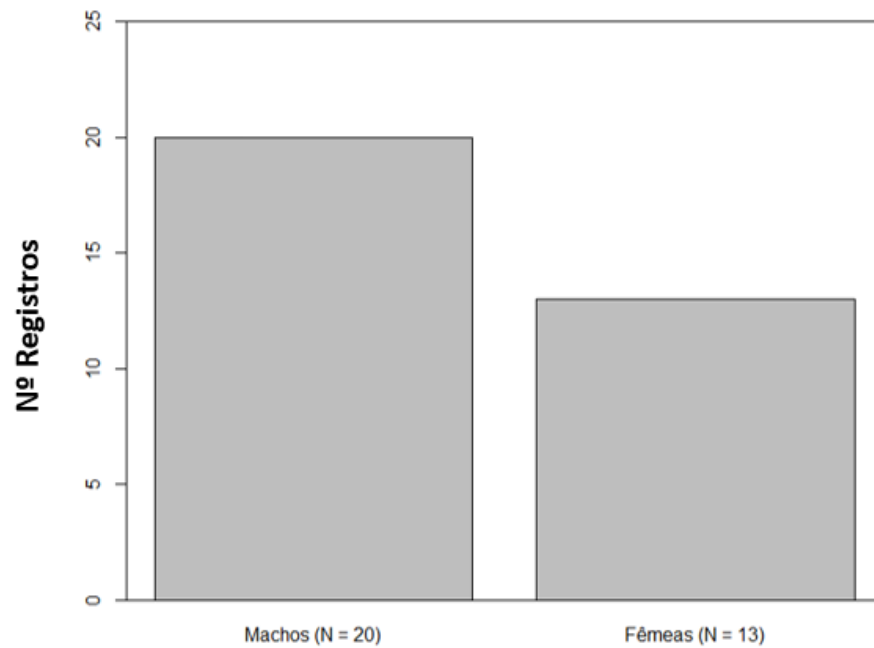


Figura 2 - Número absoluto de atropelamentos observados em machos e fêmeas de *Volatinia jacarina*.

Apesar disso, não houve diferença significativa na frequência de atropelamento entre os sexos ( $\chi^2 = 1,484$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0,223$ ). A maior parte dos registros de atropelamento da espécie foi registrada em seu período reprodutivo na região (94%,  $N = 31$ ; Figura 3), sendo observados entre janeiro e maio.

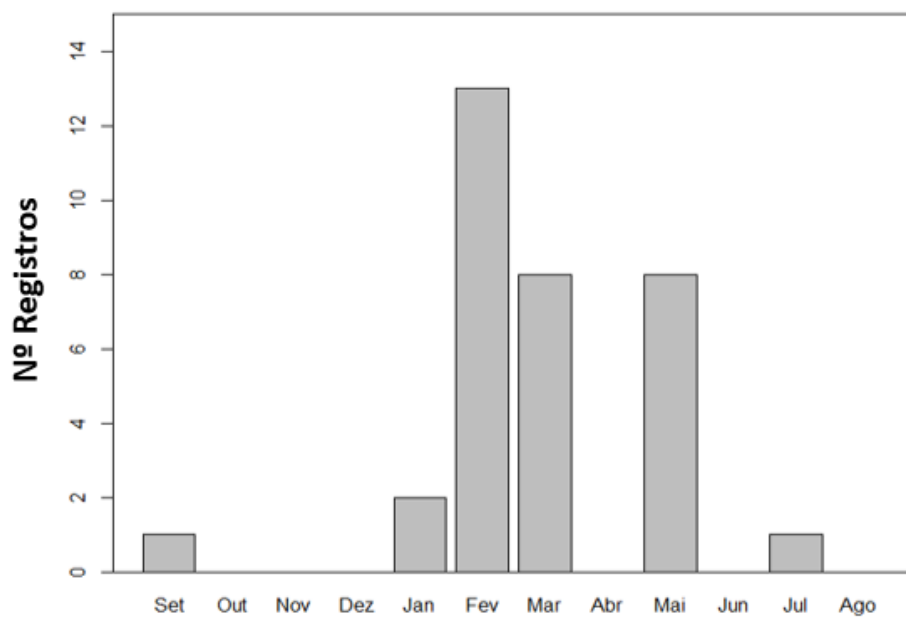


Figura 3 - Número de registros de carcaças encontradas de *Volatinia jacarina* ao longo dos meses.

O *hot-moment* identificado para o número total de atropelamentos foi observado para o mês de janeiro ( $14,24^\circ$ ), interessante, o *hot-moment* identificado para os atropelamentos de tiziu foi observado para meados do fim de fevereiro ( $58,89^\circ$ ; Figura 4).

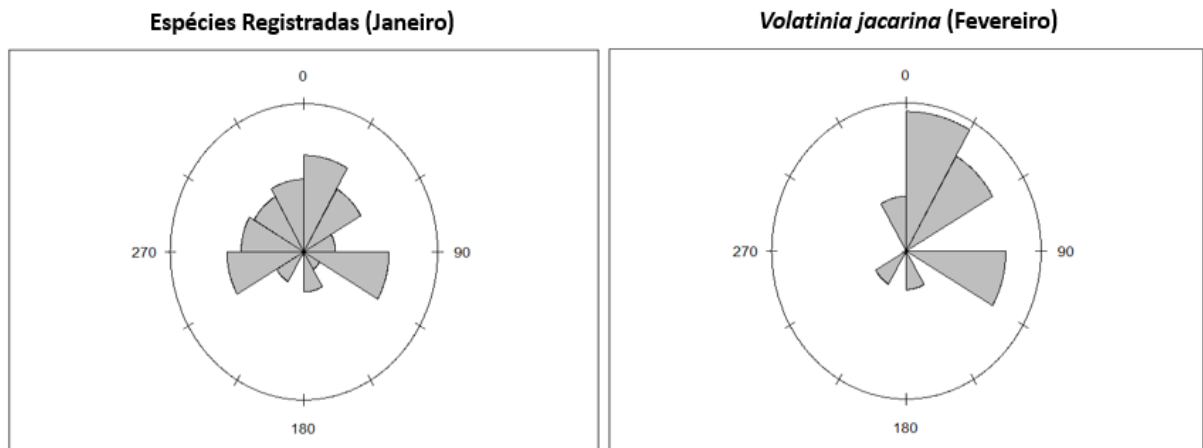


Figura 4 - Direcionalidade temporal no atropelamento total para todas as espécies registradas (janeiro) e para *Volatinia jacarina* (fevereiro), segundo a padronização:  $0^\circ - 30^\circ =$  Janeiro,  $30^\circ - 60^\circ =$  Fevereiro,  $60^\circ - 90^\circ =$  Março,  $90^\circ - 120^\circ =$  Abril,  $120^\circ - 150^\circ =$  Maio,  $150^\circ - 180^\circ =$  Junho,  $180^\circ - 210^\circ =$  Julho,  $210^\circ - 240^\circ =$  Agosto,  $240^\circ - 270^\circ =$  Setembro,  $270^\circ - 300^\circ =$  Outubro,  $270^\circ - 300^\circ =$  Novembro,  $300^\circ - 330^\circ =$  Dezembro.

Foi possível observar uma variação na densidade populacional, durante a estação reprodutiva foi observado um aumento no número de indivíduos avistados. Apesar disso, não foi observada uma correlação entre a densidade populacional e o número de atropelamento ( $r = -0.392$ ,  $t = -1.208$ ,  $df = 8$ ,  $p = 0.261$ ; Figura 5). Em média, foram avistados mais machos do que fêmeas na região. Devido ao seu comportamento reprodutivo e territorial, o número de machos avistados durante a estação reprodutiva em média foi maior do que fêmeas.

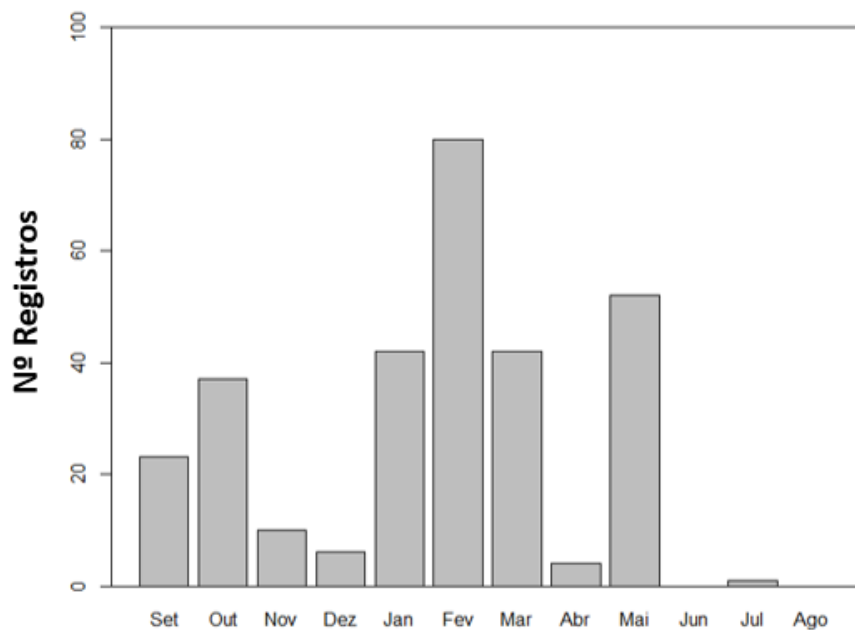


Figura 5 - Detectabilidade da espécie no local de pesquisa entre setembro/2017 a agosto/2018.

A análise espacial identificou quatro áreas de alto risco atropelamento, duas áreas de risco moderado e quatro áreas de baixo risco (Figura 6). O trecho 7 apresenta o maior número absoluto de atropelamentos ( $N = 6$ ). Foi encontrada uma média de  $3,3 \pm 1,94$  (média  $\pm$  DP) indivíduos atropelados por trecho.

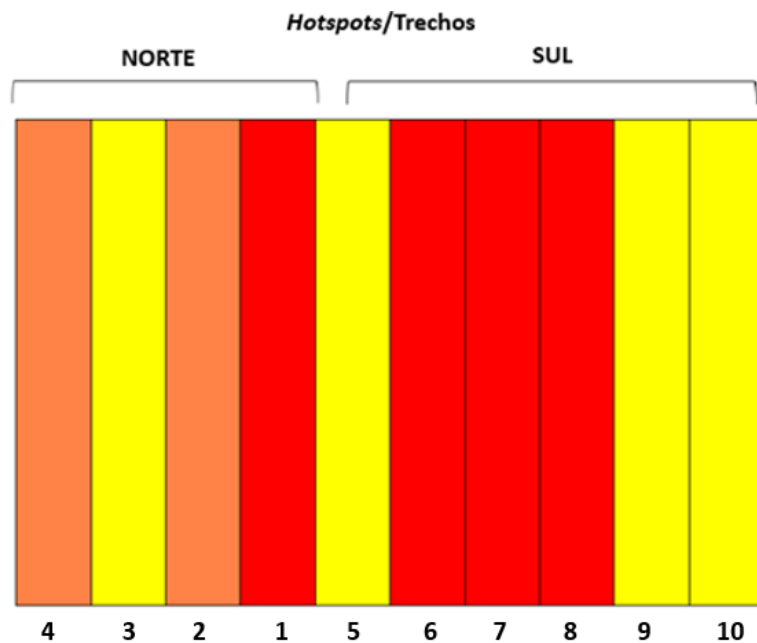


Figura 6 - Análise de *hotspot* da rodovia BR-020 que contorna a ESECAE. Separada em dez trechos (ao norte e ao sul da entrada). Vermelho = alto risco de atropelamento, laranja = risco intermediário de atropelamento e amarelo = baixo risco de atropelamento.

## 5. DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que o grupo das Aves foi o mais afetado pelo atropelamento de fauna no trecho da BR-020 que contorna a ESECAE. Nossos dados reforçam o que foi observado por Santos et al., 2017, que havia demonstrado um alto número de atropelamentos para *V. jacarina* para ambientes de agricultura e abertos ao longo de unidades de conservação no Distrito Federal. O tiziu seleciona habitats abertos com grandes quantidades de arbustos e gramíneas para estabelecer seus territórios e construir o seu ninho (SICK, 1997; DIAS et al., 2009). Habitats similares são produzidos artificialmente no entorno de rodovias, podendo disponibilizar recursos importantes e aumentando o risco de mortalidade por atropelamentos (SANTOS, 2017, VAN DER REE et al., 2015).

Apesar do maior número absoluto de atropelamentos em machos de tiziu, não foi observada diferença significativa quando comparada com o número de atropelamentos de fêmeas. Interessantemente, tal resultado pode mostrar que talvez o risco de atropelamento em machos de *V. jacarina* seja maior devido seu comportamento territorial, reprodutivo e seu tipo de seleção de habitat (MANICA et al., 2016; MACEDO et al., 2018; AGUILAR et al., 2008; DIAS et al., 2009; CARVALHO et al., 2007). Taxas de atropelamento concentradas em um sexo específico podem afetar a proporção sexual da população, prejudicar a estrutura demográfica e dinâmica de populações.

A densidade populacional flutuou ao longo do ano aumentando nos meses reprodutivos (janeiro – maio), período logo após a chegada da migração (CARVALHO et al., 2007). Foi possível notar uma significativa direcionalidade temporal no atropelamento total das espécies e de *V. jacarina*, ambos sobrepõem o período reprodutivo da espécie na região. Entretanto, não foi possível observar uma associação entre maiores densidades populacionais em trechos com maiores números de atropelamento. A estrutura do habitat e sazonalidade determinam a distribuição de recursos, modelando a abundância, composição e mobilidade das espécies e, como resultado, regulam os padrões espaciais e sazonais de atropelamento (ERRITZOE et al., 2003; KELLER; YAHNER, 2007; MILLER AND CALE, 2000; ROSA; BAGER, 2011; TROMBULAK; FRISSELL, 2000; VAN DE REE et al., 2015). Em *Aphelocoma coerulescens* notou-se que a rodovia apresenta consequências demográfica para as populações que habitam e estabilizam seus territórios em beiradas de rodovias, tais como: uma maior mortalidade para territórios reprodutivos e uma média de vida menor para indivíduos jovens e adultos



reprodutivos que se encontram em áreas próximas a rodovia (Mumme et al., 2000). Santos e colaboradores (2017) também observou que o número médio de atropelamentos diminuiu entre os anos para o tiziu na malha rodoviária que contorna diferentes unidades de conservação no Distrito Federal. Nós observamos um aumento no número de atropelamentos de tiziu em seu período reprodutivo na rodovia em questão. Taxas de atropelamento concentradas em períodos reprodutivos podem resultar na redução do recrutamento médio populacional da espécie. Acessar a variação temporal se faz necessário para o planejamento de ações mitigatórias.

Geralmente, organismos utilizam algum indicativo em suas escolhas comportamentais e decisões de história de vida. Curiosamente, habitats que foram modificados por ações humanas podem apresentar pistas de qualidade de ambiente que já não são mais confiáveis (SCHLAEPFER et al., 2002; PATTEN; KELLY, 2010). Habitats em margem da rodovia podem funcionar como armadilhas ecológicas na qual atrai animais e conseqüentemente aumentando a mortalidade ligada ao atropelamento (VAN DE REE, 2015). Aves que habitam vegetações de pastagem e ocupam habitats similares nas margens da rodovia são mais suscetíveis ao atropelamento e ao corte de vegetação (manutenção da rodovia) que pode matar diretamente ninhos, ovos, ninhegos e adultos que nidificam (GRILO et al., 2012).

Foram identificadas quatro áreas de alto risco de atropelamento (*Hotspots*), duas áreas de risco moderado e quatro de baixo risco. Medidas de mitigação para a redução de colisões com veículos para aves não são tão avançadas quanto de grandes vertebrados em geral (VAN DER REE et al., 2015). Barreiras estruturais como grandes paredes solidas ao longo das rodovias podem estimular pássaros a sobrevoarem o tráfico da rodovia, porém estruturas similares podem promover colisões indesejadas por outras aves (BARD et al., 2012). É importante considerar tipos de movimentação e a sensibilidade da espécie aos efeitos da rodovia. Estratégias para a redução do número de atropelamentos devem focar na redução do estrato vegetal que é selecionado pela espécie, composto predominantemente por gramíneas, ou deve buscar criar condições favoráveis para a espécie em áreas mais afastadas da rodovia. Para uma melhor efetividade de conservação de aves em rodovias é necessária a diminuição da atratividade do ambiente para o grupo. Beiradas de rodovias e medianas são menos atrativas se, por exemplo, plantas que promovem recursos (e. g. materiais de ninho e alimentos) forem evitadas (PONS, 2000; POOT et al., 2008; VAN DE REE, 2015).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O número de atropelamentos observado para o tiziu (*V. jacarina*) reforça a necessidade de implementar ações mitigatórias na BR-020 que contorna a Estação Ecológica Águas Emendadas. Apesar dos dados apresentarem relevantes informações para ações mitigatórias na região, ainda não está totalmente claro como a rodovia pode afetar demais aspectos biológicos da espécie, como reprodução, territorialidade, condição corporal. Sendo necessários estudos mais aprofundados afim de identificar mais amplamente os efeitos da rodovia.

## 7. REFERÊNCIAS

AGUILAR, Thais M. et al. Nest-site selection by Blue-black Grassquits in a Neotropical savanna: do choices influence nest success? *Journal of Field Ornithology*, v. 79, n. 1, p. 24-31, 2008.

ALMEIDA, Juliana B.; MACEDO, Regina H. Lek-like mating system of the monogamous blue-black grassquit. *The Auk*, v. 118, n. 2, p. 404-411, 2001.

BAGER, Alex; FONTOURA, Vanessa. Evaluation of the effectiveness of a wildlife roadkill mitigation system in wetland habitat. *Ecological engineering*, v. 53, p. 31-38, 2013.

BAGER, Alex; ROSA, C. A. Impacto da rodovia BR-392 sobre comunidades de aves no extremo sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 20, n. 1, p. 30-39, 2012.

BARD, Alice M. et al. A simple structural method to reduce road-kills of royal terns at bridge sites. *Wildlife Society Bulletin*, p. 603-605, 2002.

BRUMM, Henrik. The impact of environmental noise on song amplitude in a territorial bird. *Journal of Animal Ecology*, v. 73, n. 3, p. 434-440, 2004.

CARVALHO, C. B. V.; MACEDO, R. H. F.; GRAVES, J. A. Reproduction of Blue-black Grassquits in central Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 67, n. 2, p. 275-281, 2007.

CARVALHO, Filipe; MIRA, António. Comparing annual vertebrate road kills over two time periods, 9 years apart: a case study in Mediterranean farmland. *European Journal of Wildlife Research*, v. 57, n. 1, p. 157-174, 2011.

CBEE- Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas. Atropelamentos de Fauna Selvagem. Disponível em <<http://cbee.ufla.br/portal/atropelometro>>. Acesso em 17 ago 2018.

- COFFIN, Alisa W. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of transport Geography*, v. 15, n. 5, p. 396-406, 2007.
- DEVELEY, Pedro F.; STOUFFER, Philip C. Effects of roads on movements by understory birds in mixed-species flocks in central Amazonian Brazil. *Conservation Biology*, v. 15, n. 5, p. 1416-1422, 2001.
- DIAS, Raphael Igor et al. Territorial clustering in the blue-black grassquit: reproductive strategy in response to habitat and food requirements? *The Condor*, v. 111, n. 4, p. 706-714, 2009.
- ERICKSON, W. P.; JOHNSON, G. D.; JR, D. P. Y. A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions 1 Fatality Rates. p. 1029–1042, 2005.
- FAHRIG, Lenore; RYTWINSKI, Trina. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecology and society*, v. 14, n. 1, 2009.
- FEDERAL, GOVERNO DO DISTRITO. Projeto RODOFAUNA. 2013.
- FORMAN, Richard TT et al. *Road ecology: science and solutions*. Island Press, 2003.
- FORMAN, Richard TT. *Urban ecology: science of cities*. Cambridge University Press, 2014.
- FORMAN, Richard TT; ALEXANDER, Lauren E. Roads and their major ecological effects. *Annual review of ecology and systematics*, v. 29, n. 1, p. 207-231, 1998.
- FORMAN, Richard TT; DEBLINGER, Robert D. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. *Conservation biology*, v. 14, n. 1, p. 36-46, 2000.
- FORMAN, Richard TT; REINEKING, Bjorn; HERSPERGER, Anna M. Road traffic and nearby grassland bird patterns in a suburbanizing landscape. *Environmental management*, v. 29, n. 6, p. 782-800, 2002.
- GENELETTI, Davide. Biodiversity impact assessment of roads: an approach based on ecosystem rarity. *Environmental impact assessment review*, v. 23, n. 3, p. 343-365, 2003.
- GRILO, Clara et al. Individual spatial responses towards roads: implications for mortality risk. *PLoS One*, v. 7, n. 9, p. e43811, 2012.
- LAURANCE, William F.; GOOSEM, Miriam; LAURANCE, Susan GW. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 24, n. 12, p. 659-669, 2009.
- LEDRU, Marie-Pierre. Late Quaternary environmental and climatic changes in central Brazil. *Quaternary research*, v. 39, n. 1, p. 90-98, 1993.

LEDRU, Marie-Pierre. Late Quaternary history and evolution of the cerrados as revealed by palynological records. *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna*, p. 33-50, 2002.

MACEDO, Regina H. et al. Breeding clusters in birds: ecological selective contexts, mating systems and the role of extrapair fertilizations. *Animal Behaviour*, 2018.

MANICA, Lilian T. et al. Multimodal flight display of a neotropical songbird predicts social pairing but not extrapair mating success. *Behavioral ecology and sociobiology*, v. 70, n. 12, p. 2039-2052, 2016.

MUMME, Ronald L. et al. Life and death in the fast lane: demographic consequences of road mortality in the Florida scrub-jay. *Conservation Biology*, v. 14, n. 2, p. 501-512, 2000.

NEPOMUCENO, C. Levantamento de vertebrados silvestres atropelados com enfoque em indivíduos da ordem Chiroptera: estudo de caso da rodovia MGC-354, Minas Gerais, Brasil. *Perquirere*, v. 12, n. 1, p. 176–193, 2015.

OXLEY, David J.; FENTON, M. Brock; CARMODY, George R. The effects of roads on populations of small mammals. *Journal of Applied Ecology*, p. 51-59, 1974.

PARRIS, Kirsten M.; SCHNEIDER, Angela. Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. *Ecology and society*, v. 14, n. 1, 2009.

PATTEN, Michael A.; KELLY, Jeffrey F. Habitat selection and the perceptual trap. *Ecological Applications*, v. 20, n. 8, p. 2148-2156, 2010.

PEREIRA, L. E. et al. Studies on wild birds from the Region of the Atlantic forest, Brazil. I. Longevity records observed in captured birds of the State of São Paulo. *Ciência e Cultura*, v. 44, p. 167-167, 1992.

PERZ, Stephen G. et al. Unofficial road building in the Amazon: socioeconomic and biophysical explanations. *Development and Change*, v. 38, n. 3, p. 529-551, 2007.

PONS, Pere. Height of the road embankment affects probability of traffic collision by birds. *Bird Study*, v. 47, n. 1, p. 122-125, 2000.

POOT, Hanneke et al. Green light for nocturnally migrating birds. *Ecology and Society*, v. 13, n. 2, 2008.

RAJVANSHI, Asha et al. Roads, sensitive habitats and wildlife: environmental guideline for India and South Asia. *Wildlife Institute of India*, 2001.

REIJNEN, Rien; FOPPEN, R. U. U. D. Impact of road traffic on breeding bird populations. In: *The ecology of transportation: managing mobility for the environment*. Springer, Dordrecht, 2006. p. 255-274.

Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado In: SANO, S. M.; Almeida, S. P. (ed.) Cerrado: ambiente e flora. Brasília, Embrapa Cerrados, 1998. P 87-166.

SALGADO-LABOURIAU, Maria Léa. Late Quaternary palaeoclimate in the savannas of South America. *Journal of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association*, v. 12, n. 5, p. 371-379, 1997.

SANTOS, Rodrigo Augusto Lima et al. Assessing the consistency of hotspot and hot-moment patterns of wildlife road mortality over time. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 15, n. 1, p. 56-60, 2017.

SANTOS, Rodrigo Augusto Lima. Dinâmica de atropelamento de fauna silvestre no entorno de unidades de conservação do Distrito Federal. 2017.

SCHLAEPFER, Martin A.; RUNGE, Michael C.; SHERMAN, Paul W. Ecological and evolutionary traps. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 17, n. 10, p. 474-480, 2002.

SEILER, Andreas; HELLDIN, J. O. Mortality in wildlife due to transportation. In: *The ecology of transportation: Managing mobility for the environment*. Springer, Dordrecht, 2006. p. 165-189.

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

TROMBULAK, Stephen C.; FRISSELL, Christopher A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation biology*, v. 14, n. 1, p. 18-30, 2000.

TUBELIS, Dárius P.; CAVALCANTI, Roberto B. A comparison of bird communities in natural and disturbed non-wetland open habitats in the Cerrado's central region, Brazil. *Bird Conservation International*, v. 10, n. 4, p. 331-350, 2000.

VAN DER REE, Rodney; SMITH, Daniel J.; GRILO, Clara. *Handbook of road ecology*. John Wiley & Sons, 2015.

WARREN, Paige S. et al. Urban bioacoustics: it's not just noise. *Animal behaviour*, v. 71, n. 3, p. 491-502, 2006.

WILCOVE, David S.; MCLELLAN, Charles H.; DOBSON, Andrew P. Habitat fragmentation in the temperate zone. *Conservation biology*, v. 6, p. 237-256, 1986.