



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

**VINÍCIUS ROZENDO VIANNA**

**INFLUÊNCIA DA BR-020 NO COMPORTAMENTO E TERRITORIALIDADE DE**  
***VOLATINIA JACARINA***

**BRASÍLIA**

**2019**



**VINÍCIUS ROZENDO VIANNA**

**INFLUÊNCIA DA BR-020 NO COMPORTAMENTO E TERRITORIALIDADE DE  
*VOLATINIA JACARINA***

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

Orientação: Prof. Dr. Raphael Igor da Silva Côrrea Dias

**BRASÍLIA**

**2019**

## **Agradecimentos**

Agradeço a minha família, em especial meu pai e meus irmãos por terem me apoiado e incentivado na minha decisão profissional, sempre me proporcionando o suporte físico e psicológico.

A todas as amizades realizadas e conhecimentos trocados durante toda a graduação, as oportunidades de confraternização e as risadas geradas.

A todos que me ajudaram no campo, em especial os parceiros de iniciação científica, que puderam me proporcionar diferentes aprendizados e técnicas de campo.

Ao Centro Universitário de Brasília – UniCEUB pelo apoio logístico.

Aos funcionários da Assessoria de pós-graduação e pesquisa do UniCEUB pelo incentivo, reconhecimento e apoio material para a pesquisa.

Aos professores docentes do curso de Ciências Biológicas do UniCEUB por fazerem a caminhada da graduação de maneira rica e agregada a conhecimentos.

Agradeço o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa concedida durante a pesquisa.

Em especial, agradeço o meu orientador Dr. Raphael Igor Dias, que me incentivou e proporcionou inúmeras oportunidades de me transformar em um melhor profissional, e se mostrou apto e exemplar para um papel de orientador.

## RESUMO

Modificações antrópicas podem promover alterações comportamentais em aves. Sabe-se que a presença de rodovias promove uma série de efeitos negativos a fauna. O tiziu (*Volatinia jacarina*) é uma thraupídeo neotropical, granívoro, migratório e apresenta uma sequência de características que diferem bem os sexos durante estação reprodutiva. Estudos prévios mostram que o tiziu (*Volatinia jacarina*) é uma espécie altamente atropelada em rodovias. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da rodovia BR-020 em diferentes aspectos biológicos da espécie *Volatinia jacarina*. Para isso, nos testamos as seguintes hipóteses: 1) a frequência de atropelamento é maior para machos de tiziu devido ao seu comportamento reprodutivo (i.e., *displays* e confrontos agonísticos); 2) aspectos comportamentais (i.e., *displays* e confrontos agonísticos) e territoriais (i.e., área dos comportamentos exibidos) dos machos de tiziu são afetados pela distância até a rodovia 3) aspectos reprodutivos (i.e., situação; tamanho da ninhada; número e aspecto dos filhotes) da espécie são afetados pela distância até a rodovia; e 4) a condição de crescimento das penas influencia a ocupação territorial ao longo da rodovia. O trecho de 10km da BR-020 que contorna a Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE) foi dividido em 10 transectos de 1km cada. Semanalmente, os indivíduos foram capturados em redes de neblina, marcados com uma combinação única de anilhas, medidos e foi coletada a retriz direita mais externa de cada indivíduo para análise de ptilocronologia. Os trechos foram monitorados semanalmente a pé para quantificar os atropelamentos. Para cada carcaça encontrada, foram registrados: o menor nível taxonômico do espécime, sexo, latitude e longitude e a data de registro. Durante as estações reprodutivas de 2017/2018 e 2018/2019 os territórios dos machos foram localizados e mapeados e foram realizadas observações focais de 20 minutos cada. Durante as observações, foram registradas a taxa de *display* e a taxa defesa territorial e foram marcados os pontos de execução de *displays* e os pontos onde foram observadas interações agonísticas. A área defendida foi calculada usando o método do mínimo polígono convexo. Por fim, foi registrada a distância do centro da área defendida em relação a rodovia. Foram realizadas buscas ativas pelos ninhos durante as estações reprodutivas. Para os ninhos encontrados, foram anotadas as variáveis: situação, quantidade de ovos, quantidade de filhotes, aspectos dos filhotes e distância do ninho até a rodovia. Observou-se que a distância até a rodovia apresenta um efeito negativo para a espécie *Volatinia jacarina*. Machos são mais atropelados do que as fêmeas, apresentam também menores territórios quando mais próximos da rodovia. Fêmeas localizadas em territórios mais próximos da rodovia produziram um número menor de ovos. Indivíduos em piores condições se encontram em áreas que possuem maiores taxas de atropelamento. Aves de vegetação campestre apresentam uma sensibilidade na presença de rodovias. Diversas condições ecológicas afetam direta e indiretamente o comportamento de aves que também nidificam em habitats próximos a rodovias. A presença da rodovia apresenta diversos efeitos ecológicos que de modo geral são danosos as espécies

**Palavras-Chave:** Atropelamento. Seleção de habitat. Reprodução.

## SUMÁRIO

<b>1 Introdução.....</b>	<b>6</b>
<b>2 Fundamentação teórica .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Metodologia.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Área de estudo.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Captura e Marcação .....</b>	<b>11</b>
<b>3.3 Monitoramento de atropelamentos .....</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Observações comportamentais .....</b>	<b>12</b>
<b>3.5 Ptilocronologia.....</b>	<b>13</b>
<b>3.6 Monitoramento de ninhos .....</b>	<b>13</b>
<b>3.7 Aspectos éticos e legais .....</b>	<b>13</b>
<b>3.8 Análises estatísticas .....</b>	<b>14</b>
<b>4 Resultados.....</b>	<b>14</b>
<b>5 Discussão.....</b>	<b>18</b>
<b>6 Considerações finais .....</b>	<b>22</b>
<b>Referências .....</b>	<b>23</b>

## 1 Introdução

A territorialidade pode exercer grandes efeitos nos padrões comportamentais de espécies mais competitivas, tais efeitos podem ter sua natureza condicionada pelo tamanho territorial e circunstâncias ecológicas vigentes (ADAMS, 2001; PATTERSON, 1980, 1985). Interessantemente, o valor adaptativo (*fitness*) dos indivíduos de uma espécie pode ser entendido pela sua capacidade de sobreviver e reproduzir, sendo que as mesmas podem ser afetadas por diferentes fatores ecológicos (i. e., história de vida; sazonalidade; tipo de habitat) (CAREY, 2005; BARBOZA, 2008; COOKE, 2013; PORTELA SALOMÃO et al., 2018). Alterações constantes no ambiente e a densidade de coespecíficos podem influenciar a defesa de recursos que, em contrapartida, afeta a intensidade do comportamento agressivo e territorial (BROWN, 1964; GRANT, 1993; JONES, 1983; STAMPS, 1994; BECK, et al., 2018). Muitas espécies que reproduzem de forma agregada possuem seus territórios individuais, em geral, menores, compactos e podendo conter recursos altamente limitados (HAILA et al., 1993; BROWN et al., 1995). Estudos mostram que aves que possuem territórios agrupados geralmente respondem a variações na qualidade do ambiente (DIAS et al. 2009; MACEDO et al., 2018)

*Volatinia jacarina* é um pequeno (~10g) passeriforme neotropical, tipicamente avistado em paisagens campestres, campos abertos e até mesmo habitações humanas. Pertencente à família Thraupidae, possui hábitos granívoros, é uma espécie migratória em regiões centrais do Brasil e possui uma ampla distribuição nas Américas (México ao norte da Argentina) (SICK, 1997; CARVALHO et al., 2007; MACEDO et al., 2018). Apresentam dicromatismo sexual na época reprodutiva, quando as penas de coloração amarronzada dos machos, semelhante à das fêmeas, dão lugar a uma plumagem nupcial negro-azulada de carácter iridescente e estrutural (MAIA et al., 2009), os machos também apresentam uma macha (plumagem) branca na parte subaxilar das asas. Próximo do final da estação reprodutiva o mesmo começa a perder parte da plumagem negra, surgindo penas de cor parda. Nesse período, os machos passam a apresentar uma plumagem parcialmente parda, ficando semelhante a fêmeas e imaturos. De maneira geral, permanecem com uma plumagem mista durante a época não-reprodutiva (SICK 1997). Os indivíduos são encontrados em bandos de gênero misto no início da estação reprodutiva e se dispersam posteriormente durante a reprodução, ocupando e defendendo pequenas áreas agregadas (SICK, 1997; CARVALHO et al

2007). Durante o período reprodutivo na região do Brasil central, que ocorre de dezembro a maio, os machos defendem pequenos territórios agregados (13.0 a 72.5 m<sup>2</sup>), intensificando o seu comportamento agressivo. A demarcação do território é feita através de um *display* multimodal (exibição comportamental), no qual os indivíduos saltam verticalmente de um poleiro, acrobaticamente batendo as asas (MANICA et al., 2016b), exibindo a mancha branca subaxilar e emitindo uma vocalização que se integra ao comportamento, tal exibição pode servir tanto para sua demarcação territorial quanto apresentação para as fêmeas. A nidificação é feita dentro do território defendido pelos machos e ambos os sexos apresentam cuidado parental. Sabe-se que as fêmeas podem colocar de 1 a 3 ovos (WEATHERS, 1986; CARVALHO et al., 2007; AGUILAR; et al., 2008; DIAS et al., 2009; MANICA et al., 2016a; MACEDO et al., 2018). Estudos prévios mostram que o tiziu é uma espécie altamente atropelada em rodovias que contornam diferentes unidades de conservação do Distrito Federal (SANTOS, 2017). Em 2018 foi identificado que a BR-020 que contorna a unidade de conservação Estação Ecológica Águas Emendadas (ESECAE) apresentava uma alta frequência de atropelamento para a classe Aves (65%) e que, especialmente a espécie *Volatinia jacarina*, representava 27% do total de atropelamentos registrados durante a pesquisa. Foi visto também que a maioria destes registros coincidem com o período reprodutivo da espécie na região (dezembro a maio), o que, na maioria das vezes, implica em mudanças comportamentais e ecológicas para a população local da espécie (SANTOS, 2017; VIANNA; DIAS, 2018). Organismos migratórios são ótimos objetos de estudo para avaliar mecanismos de seleção de habitat e a ação de armadilhas ecológicas, pois os mesmos ocupam sítios reprodutivos anualmente, sendo possível observar o processo de seleção de habitat e sua inferência em padrões e características do ambiente escolhido (PATRICK; TUSNEEM, 2016).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi entender como os efeitos da presença da rodovia BR-020 pode afetar a estrutura demográfica das populações de tiziu, a reprodução, o comportamento e a seleção de habitat em tiziu. Para isso nos testamos as seguintes hipóteses: 1) a frequência de atropelamento é maior para machos de tiziu devido ao seu comportamento reprodutivo; e 2) aspectos comportamentais (i.e., taxas de interações agonísticas, taxa de *displays*), territoriais (i.e., área do comportamento exibido) de machos de tiziu; 3) aspectos reprodutivos (i. e., situação do ninho; produção total de ovos; produção total de filhotes) são afetados pela distância mínima até a rodovia; e 4) a condição do crescimento das penas influencia a ocupação territorial de machos e fêmeas ao longo da rodovia.

## 2 Fundamentação teórica

A presença de uma ampla malha rodoviária provê grande benefícios para a economia de um país (i.e., conexão de zonas urbanas, agrícolas e turísticas) e fornece o crescimento regional de zonas urbanas. Entretanto, a construção de rodovias promove uma série de efeitos negativos ao meio ambiente, como a remoção de áreas nativas, a fragmentação de habitat, a perda de biodiversidade e o favorecimento de espécies exóticas e invasoras (TROMBULAK; FRISSELL, 2000; COFFIN, 2007; PERZ et al., 2007; BAGER; ROSA, 2012; VAN DER REE et al., 2015).

Os efeitos no ambiente decorrentes da construção de rodovias são bem conhecidos para a fauna, e como consequência, favorece a perda de biodiversidade, avanço de espécies exóticas e compromete a qualidade do habitat (TROMBULAK; FRISSELL, 2001; FORMAN, 2003; VAN DER REE et al., 2015). A utilização e manutenção de rodovias geram uma série de efeitos poluentes nos ecossistemas ao redor, uma variedade de partículas derivadas de aditivos de gasolina e da dissociação da rodovia (i.e., metais pesados, sais, moléculas orgânicas, ozônio e diferentes nutrientes) que são depositados aos ambientes que contornam as rodovias e, que como consequência, afetam a vida ao redor (TROMBULAK; FRISSELL, 2000; LEONARD; HOCHULI, 2017). O elevado tráfego de carros e a presença de fragmentos e corredores seminaturais no entorno de estradas intensificam uma diversidade de efeitos ecológicos (i.e., atropelamento de fauna, efeito barreira e redução de conectividade, degradação e perda de habitats adjacentes) que prejudicam a vida selvagem (RAJVANSHI, 2001; FORMAN et al., 2003; SEILER; HELLDIN, 2006; LAURANCE et al., 2009).

Aves de pastagem ou granívoras estão especialmente sujeitas a variação ecológica sob a presença de rodovias (FORMAN et al., 2002). A composição do habitat e a sazonalidade pode determinar a distribuição de recursos em uma área, a abundância, composição e mobilidade das espécies e, como resultado, pode modelar os padrões de atropelamento (FRISSELL, 2000; MILLER AND CALE, 2000; ERRITZOE et al., 2003; KELLER; YAHNER, 2007; ROSA; BAGER, 2012; TROMBULAK; VAN DE REE et al., 2015). Tais efeitos podem gerar consequências demográficas para populações que se encontram no entorno de rodovias (i.e., uma maior mortalidade para territórios reprodutivos e uma expectativa de vida menor para indivíduos jovens e adultos reprodutivos que se encontram em áreas próximas a rodovia; MUMME et al., 2000).

Adicionalmente, diferenças nos padrões de comportamento e movimentação entre os sexos podem promover uma maior mortalidade direcionada para um sexo em particular (GIBBS; STEEN, 2005). Taxas de atropelamento concentradas em um sexo específico podem afetar a proporção sexual da população, prejudicar a estrutura demográfica e dinâmica de populações (CASWELL; CLUTTON-BROCK, et al., 1985; WEEKS, 1986; LINDSTROM; KOKKO, 1998; BEAUDRY et al., 2010).

A distância entre rodovias e Unidades de Conservação (UC) intensifica os problemas já relatados, devido ao maior fluxo de espécies e de indivíduos (BAGER; FONTOURA, 2013). Considerando os efeitos específicos na avifauna, estudos mostram que tanto a presença quanto a distância da rodovia podem afetar diretamente a composição de espécies de uma determinada área (BAGER; ROSA, 2012). O efeito das rodovias na avifauna varia de acordo com a espécie, o tipo de substrato utilizado pela mesma, o tipo de pista, a época do ano que reproduz e dispersa, entre outros fatores (DEVELEY; STOUFFER, 2001). Apesar do óbvio impacto das rodovias no comportamento e sobrevivência de indivíduos de diferentes espécies (TROMBULAK; FRISSELL, 2000), o risco de atropelamento pode afetar as relações sociais entre indivíduos. Em Papas-moscas-preto (*Ficedula hypoleuca*) indivíduos adultos se mostram mais sujeitos ao atropelamento quando estão alimentando sua prole, e como consequência do atropelamento, não completam o ciclo reprodutivo, repercutindo diretamente no sucesso reprodutivo da espécie (KUITUNEN et al., 2003). Geralmente os padrões comportamentais de espécies mais competitivas podem ter sua natureza condicionada pelo tamanho territorial e circunstâncias ecológicas vigentes (PATTERSON, 1980, 1985; ADAMS, 2001). Alterações antrópicas no ambiente podem promover alterações em comportamentos territoriais (i.e., movimentação e tamanho territorial; SANTOS et al., 2013). Aves que possuem maior mobilidade ou um maior tamanho territorial geralmente são mais afetadas pela presença de rodovias (RYTWINSKI; FAHRIG, 2012).

Comumente, a defesa de recursos e o tamanho territorial representam características individuais que são comumente afetadas pela condição ambiental (BROWN, 1964). Modificações constantes no ambiente e a densidade de coespecíficos podem influenciar a defesa de recursos que, em contrapartida, afeta a intensidade do comportamento agressivo e territorial (JONES, 1983; GRANT, 1993; STAMPS, 1994; BECK et al., 2018). Diferentes fatores ambientais e características relacionadas as histórias de vida (i.e., disponibilidade de alimento, aspectos territoriais, presença de coespecíficos) das espécies podem influenciar os

mecanismos de seleção de habitat e fazer com que os indivíduos percebam pistas ambientais para a ocupação ou estabelecimento territorial em habitats que supostamente seriam melhores (FRETWELL; LUCAS, 1970; PATRICK; TUSNEEM, 2016). Esse processo pode acontecer quando o comportamento de uma espécie está associado a um conjunto de características pré-determinadas e que repentinamente são alteradas por condições novas ou diferentes (LEVIS, 1968). Por exemplo, o tiziu (*Volatinia jacarina*) usa a presença de gramíneas para estabelecer seus territórios (CARVALHO et al., 2007), no entanto, áreas antropizadas de baixa qualidade podem dispor desse mesmo recurso. Armadilhas ecológicas acontecem quando a seleção de habitat está desacoplada da qualidade do habitat, tal percepção enviesada da qualidade de habitat pode favorecer uma escolha de habitat que posteriormente terá suas consequências em termos de valor adaptativo (PATTEN; KELLY, 2010; SCHLAEPFER et al., 2002).

Em aves, entende-se que o crescimento de penas pode ser reduzido em função da compensação de demanda nutricional para outras tarefas do organismo (i. e., Migração e reprodução) (HOLMGREN; HEDENSTROM, 1995; RIVERA et al., 1998; GRUBB, 2006; STUTCHBURY et al., 2010), e que a condição corporal e características fisiológicas podem refletir o estado ou a qualidade de indivíduos e populações, e se mostra altamente afetado por fatores ambientais (BARBOZA, 2008; CAREY, 2005; COOKE, 2013). Durante o crescimento, as penas das aves apresentam um intrigante padrão de bandas chamado de bandas de crescimento. Sendo que as mesmas são pares de bandas que alternam entre claras/escuras que possuem milímetros de comprimento e são perpendiculares ao rachis da pena (RIDLE, 1908, GRUBB, 2006). Basicamente o crescimento diário (24h) de uma pena reflete um par de bandas de crescimento (clara/escura) (MICHENER; MICHENER, 1938; GRUBB, 1991; GRUBB, 2006). Interessantemente, a taxa de crescimento das penas de uma população pode servir como um bom bioindicador fenotípico da qualidade ambiental (GRUBB, 1989; 2006). Se faz possível também avaliar a influência de uma possível situação de stress crônico em função da modificação constante do ambiente (JOHNSON, 2007; LE TORTOREC et al., 2012).

### **3 Metodologia**

#### **3.1 Área de estudo**

O estudo foi realizado em um trecho de 10km da BR-020 que contorna a Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE) ( $15^{\circ}33'17.37''S$ ;  $47^{\circ}35'51.81''O$ ). A vegetação da unidade de conservação se constitui desde áreas campestres até vegetações mais densas como Cerradão e Matas de Galeria. A atual unidade de conservação se encontra ao meio de propriedades rurais, fazendas e a cidade de planaltina (NIMER, 1979). 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). As áreas amostradas fazem parte da zona de amortecimento da unidade, que contorna paralelamente a rodovia. A vegetação do local é composta, essencialmente, por uma fitofisionomia de cerrado ralo alterada, composta por arbustos, gramíneas exóticas e árvores dispersas. A ESECAE apresenta uma área total de 9.587 ha, está localizada na região administrativa de Planaltina à cerca de 46km do centro de Brasília (Figura 1).

**Figura 1.**



Localização da área de estudo Estação Ecológica Águas Emendadas, Brasília – DF. Em vermelho está representado a rodovia BR-020. Imagem retirada do software Google Earth.

Acesso em 14/06/19.

### 3.2 Captura e Marcação

Entre setembro de 2017 a agosto de 2019 foi utilizado semanalmente três redes de neblina (14x3m) para captura 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 de conservação. As capturas foram realizadas das 06:00 às 11:00. Após capturados, os indivíduos foram medidos com um paquímetro (precisão 0,02) e tiveram sua massa corporal estimada com uma balança de mola (Pesola®) e tiveram sua retriz externa direita removida. Os mesmos foram identificados com uma combinação única de 3 anilhas coloridas e uma metálica padrão CEMAVE.

### **3.3 Monitoramento de atropelamentos**

O monitoramento dos atropelamentos foi realizado semanalmente entre setembro de 2017 a agosto de 2019. Durante o monitoramento, a rodovia BR-020 adjacente a unidade de conservação foi percorrida a pé no sentido norte-sul. Para cada carcaça identificada, foram registrados: o sexo do indivíduo, latitude, longitude e data do registro. Após as identificações as carcaças foram removidas da rodovia para evitar o registro de amostras repetidas.

### **3.4 Observações comportamentais**

O começo da estação reprodutiva foi determinado pelo avistamento do primeiro tiziu macho defendendo um território e realizando *displays*. Durante as estações reprodutivas de 2018 e 2019 foram realizadas observações comportamentais padronizadas em sessões de 20 minutos contínuos. A data de estabelecimento dos territórios foi registrada para cada um dos indivíduos territoriais. Durante as observações, foram registrados o número de *displays* (saltos), o número de defesas de território (interações agonísticas diretas) e foram marcados os pontos de ocorrência dos mesmo. Em seguida, foram medidas as distâncias entre os pontos de ocorrência. O Software ImageJ foi utilizado para produzir um polígono conectando os pontos externos gerados pelo comportamento observado e calcular a área total utilizando o método do mínimo polígono convexo. Por fim, foi medida a menor distância até a rodovia a partir do centro médio da área defendida.

### 3.5 Monitoramento de ninhos

Foram realizadas buscas ativas pelos ninhos durante as estações reprodutivas de 2018 e 2019. Os ninhos foram encontrados a partir da busca pela vegetação e pistas de adultos (i.e., voo a partir da vegetação, *displays* de machos). Para os ninhos encontrados, foram anotadas a situação observada (i.e., construção ou ativo), quantidade de ovos, quantidade de filhotes, aspectos dos filhotes (i.e., olhos abertos ou fechados, plumagem, números de parasitas) e com uma fita métrica medimos a distância do ninho até a rodovia. Nós caracterizamos como predados os ninhos que apresentavam conteúdo (i.e., ovos e ninhegos) prévio e que eventualmente, após novas visitas apresentassem sinais de predação (i.e., estrutura dos ninhos comprometida, ninhos com grandes vazões; desaparecimento de ovos, ovos furados e desaparecimento de ninhegos antes da expectativa). Nós definimos como sucesso os ninhos em que houveram o acompanhamento dos ninhegos em estágios de desenvolvimento mais avançado e *posteriori* visitas ao ninho mostrassem sinais de sucesso (plumagens no ninho e estrutura de ninho intacta). Os mesmos foram monitorados com mais ou menos 1 semana de intervalo e aproximadamente 45 segundos de visitação.

### 3.6 Ptilocronologia

Todas as penas coletadas foram envelopadas individualmente. Em laboratório, as retrizes foram presas pelo cálamo em uma ficha catalográfica. Utilizando um paquímetro digital de precisão 0.01, nos medimos o comprimento total das retrizes e marcamos com um alfinete perpendicularmente a 2/3 do comprimento total da retriz para assim definir um ponto médio e padronizar as medidas. Nós medimos o comprimento total do conjunto de 4 bandas proximais e 5 distais à banda de crescimento que se encontram a partir do ponto médio da retriz e dividimos esse valor por 10, a fim de obter o valor de crescimento médio da pena em  $\pm 5$  dias anteriores à data de captura. (GRUBB, 1989; 2006).

### 3.7 Aspectos éticos e legais

O presente estudo está de acordo com as Leis Brasileiras e os procedimentos de captura e anilhamento foram realizados de acordo com a permissão do Sistema de

Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO (N.º 58743-3), Sistema Nacional de Anilhamento de Aves Silvestres – SNA (Autorização Nº 4232/2) e Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal – IBRAM (SEI-GDF N.º 13006144/2018) e segue com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008; do Decreto nº 6.899, 15 de junho de 2009; e, com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do UniCEUB – CEUA (PIC; 006.17; Parecer nº 006.17).

### **3.8 Análises estatísticas**

Nós utilizamos um teste de Qui-Quadrado de Aderência para avaliar se a frequência de atropelamentos em machos é maior do que a de fêmeas. Nós ajustamos modelos lineares generalizados (GLM) das famílias Gaussiana, Binomial e Poisson para avaliar o efeito da distância até a rodovia nas variáveis territoriais e reprodutivas e criamos um modelo generalizado da família gaussiana afim de verificar se a taxa de atropelamento influencia o crescimento de penas em adultos de tiziu, para esta análise nós utilizamos somente os indivíduos adultos capturados e os atropelamentos entre o período de Set/2017 até Nov/2018. Todas as análises foram conduzidas no programa R (R Development Core Team, 2019).

## **4 Resultados**

Foram capturados e anilhados 311 indivíduos (117 machos, 105 fêmeas e 89 juvenis). Com 54 campos e aproximadamente 280km de rodovia percorridos, foram encontradas 340 carcaças, compondo 55 espécies. A classe Aves apresentou, ligeiramente, o maior número absoluto de atropelamentos registrados, 50,29% dos registros (Anfíbios: N = 36; Aves: N = 171; Mamíferos: N = 79; Répteis: N = 54; Figura 2).

**Figura 2.**

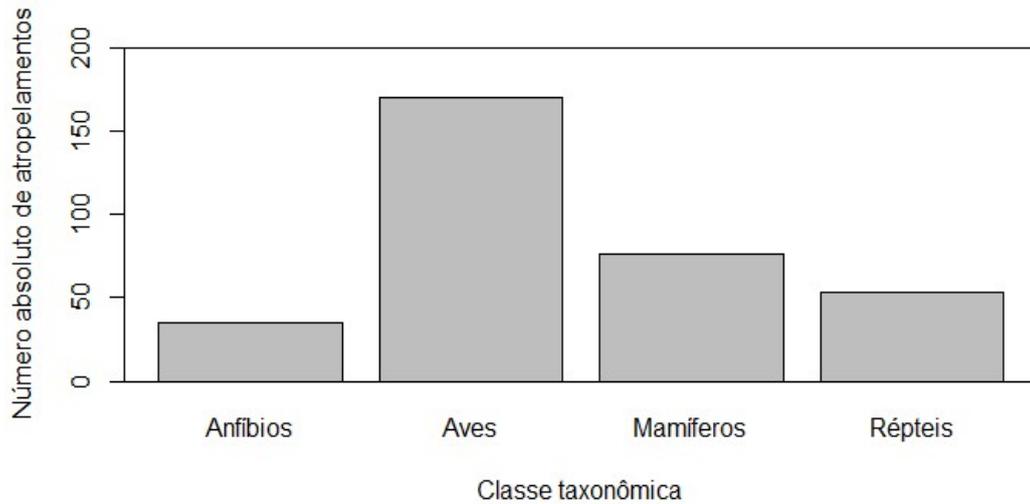


Gráfico de barras representando o número absoluto de carcaças encontradas na rodovia BR-020 separada por grupos taxonômicos, durante o período de Set/2017 a Ago/2019.

O tiziu foi a espécie mais afetada no geral (N = 67; 43 machos e 24 fêmeas; Figura 5), representando 19,71% do total dos atropelamentos registrados. Durante o período de monitoramento (Set/2017 a Ago/2019), a frequência de atropelamento foi maior para machos da espécie ( $\chi^2 = 5,3881$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0,02$ ) e foi encontrada uma média de  $6,7 \pm 3,02/\text{km}$  (Média  $\pm$  DP) de atropelamentos de tizius.

**Figura 3.**

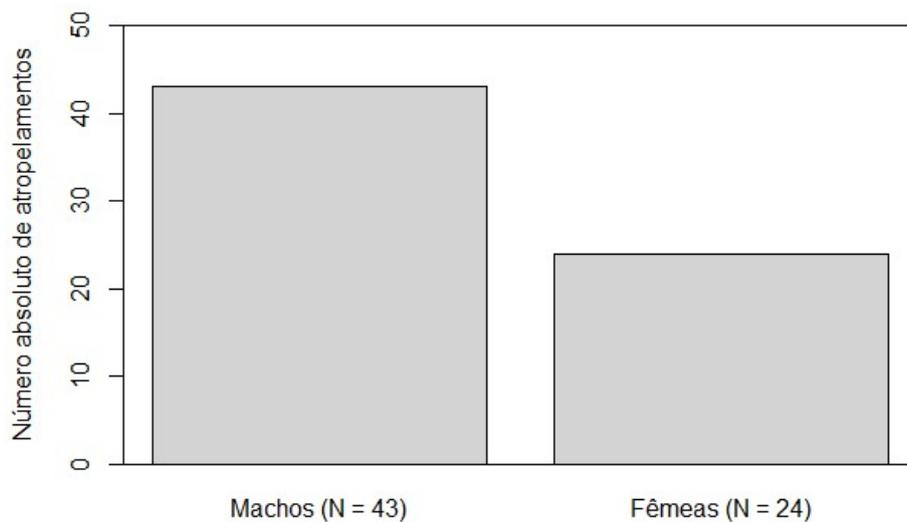
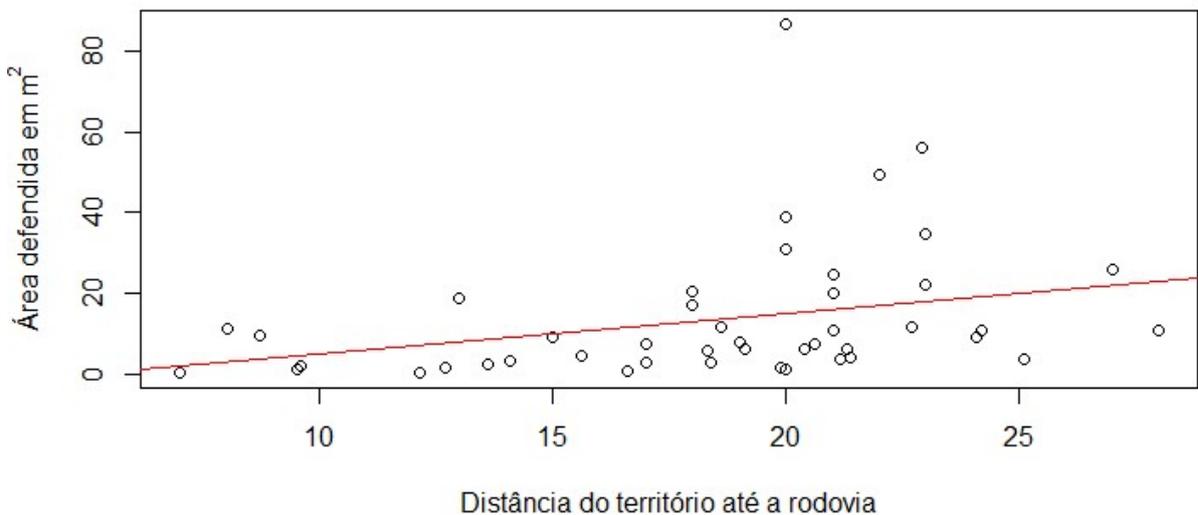


Gráfico de barras representando o número absoluto de carcaças de machos e fêmeas de tiziu encontrados na BR-020, durante o período de Set/2017 a Ago/2019.

Um total de 47 áreas de defesa foram medidas, 26 áreas em 2018 e 21 áreas em 2019. Os dados mostram que a distância mínima até a rodovia não mostra influência nas taxas de *display* (GLM;  $t = 4,011$ ;  $P = 0,508$ ), 1º quartil (Distância 7 – 15,6 metros):  $5,69 \pm 4,76$  (Média  $\pm$  DP); 3º quartil (Distância 19,9 – 20,6 metros):  $3,4 \pm 3,30$ . Tanto quanto na taxa de confrontos agonísticos entre machos de *Volatinia jacarina* (GLM;  $z = -16,909$ ;  $P = 0,988$ ). 1º quartil (Distância 7 – 15,6 metros):  $0,029 \pm 0,045$  (Média  $\pm$  DP); 3º quartil (Distância 19,9 – 20,6 metros):  $0,161 \pm 0,274$ . Observou-se que indivíduos machos defenderam áreas maiores conforme a distância do território até a rodovia fosse aumentando (GLM;  $t = 3,981$ ;  $P = 0,035$ ; Figura 4).

**Figura 4.**

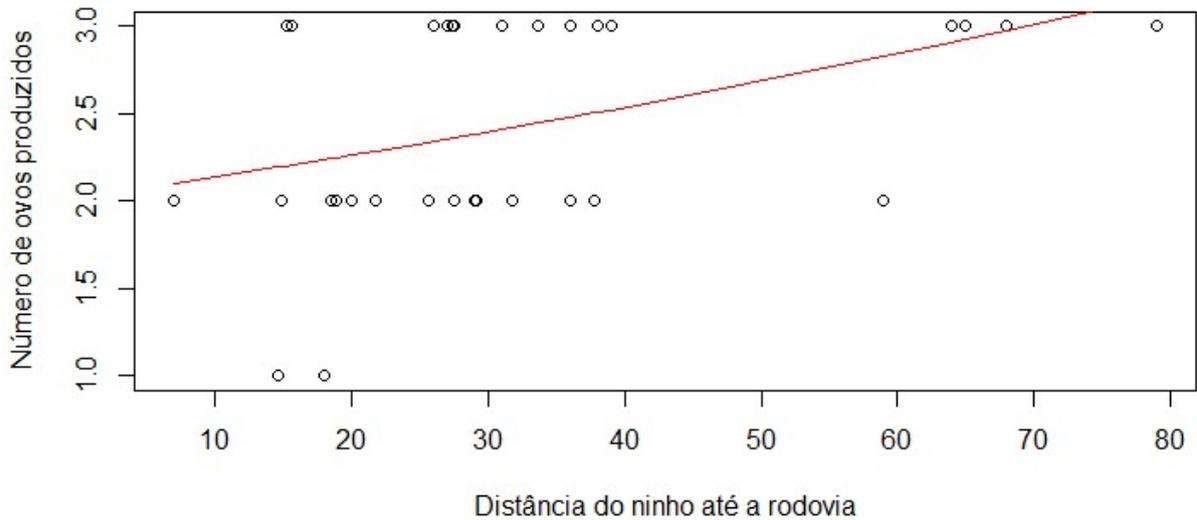


Modelo Linear da Família Gaussiana representando a correlação entre o efeito da variável distância do território até a rodovia na área defendida por machos de tiziu registradas na vegetação que contorna a BR-020 paralelamente a ESECAE, durante as estações reprodutivas de 2018 e 2019.

Foram encontrados 59 ninhos na área de estudo durante as duas estações reprodutivas (2018/2019), sendo 32 destes ninhos ativos e 27 ninhos foram abandonados ou de alguma forma não mostraram sinais de atividade. Dos 32 ninhos ativos, 21,88% tiveram sucesso ( $N = 7$ ) e 78,12% foram predados ( $N = 25$ ). Não foi possível encontrar relação direta entre a situação final do ninho (i. e., sucesso ou predado; GLM;  $F = 0,028$ ;  $P = 0,857$ ) e a distância até a rodovia, tanto quanto o número absoluto de filhotes produzidos (GLM;  $F =$

0,023;  $P = 0,878$ ). Porém, foi possível verificar que fêmeas produziram mais ovos conforme maior a distância do ninho até a rodovia (GLM;  $F = 5,291$ ;  $P = 0,022$ ; Figura 5).

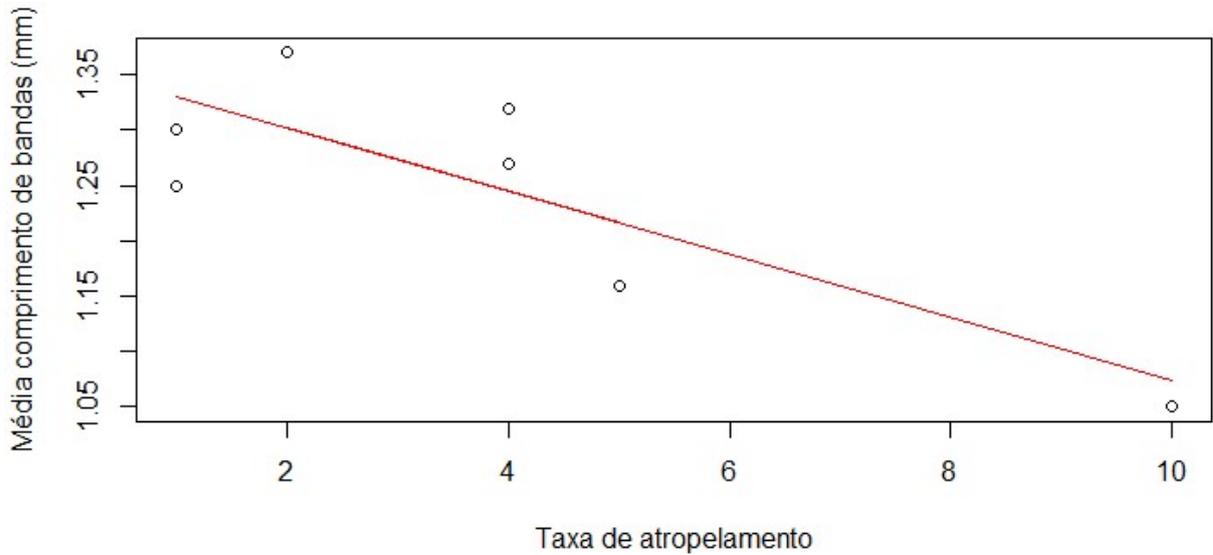
**Figura 5.**



Modelo Linear da Família de Poisson representando a relação entre o efeito da variável distância do ninho até a rodovia com a produção de ovos total em ninhos de tiziu ao longo vegetação que contorna a BR-020 paralelamente a ESECAE, durante as estações reprodutivas de 2018 e 2019.

Foram analisadas 146 penas para ptilocronologia, sendo 50 machos, 55 fêmeas e 41 juvenis (Data Set/2017 – Nov/2018). Interessantemente, indivíduos com menores comprimentos de bandas ocupavam áreas que possuíam maiores taxas de atropelamento (LM;  $F = 12,70$ ,  $P = 0,012$ ; Figura 6).

**Figura 6.**



Modelo Linear da Família Gaussiana representando a correlação entre o efeito da variável taxa de atropelamento com a média do comprimento de bandas de tizius capturados entre os trechos ao longo da BR-020. Durante o período de Set/2017 até Nov/2018.

## 5 Discussão

Em geral, Aves apresentaram o maior número absoluto de atropelamento em nossa área de estudo. Ainda é necessário compreender melhor a complexidade da estrutura de vegetação presente em áreas adjacentes a rodovias ou ao redor de unidades de conservação, estas informações se fazem necessárias na tomada de medidas mitigatórias (VAN DER REE et al., 2015; SANTOS et al., 2017). Estudos indicam que os efeitos de rodovias sob a fauna podem atuar diferentemente entre os grupos taxonômicos e que, em geral, a resposta em função da rodovia é negativa (FAHRIG; RYTWINSKI, 2009). Em 2015 o Instituto Brasília Ambiental (IBRAM) mostrou com o Projeto Rodofauna que aves possuem uma elevada frequência de atropelamento ao redor de diversas unidades de conservação no Distrito Federal (IBRAM, 2015). Em geral pequenos vertebrados possuem maiores números absolutos de atropelamento, diversos trabalhos mostram como aves é um grupo altamente afetado pelo atropelamento de fauna e que a estrutura de vegetação pode regular padrões espaciais de atropelamento (FORMAN; ALEXANDER, 1998; BAGER; ROSA, 2012; SANTOS, 2017; SANTOS et al., 2017).

No presente estudo, observou-se que machos de tiziu possuem uma maior frequência de atropelamento, provavelmente devido a sua mudança comportamental durante a estação

reprodutiva. Os machos de tiziu apresentam uma movimentação e um padrão de comportamento territorial característico de sua estação reprodutiva, na qual pode estar provocando elevados números de atropelamento, por exemplo, ao realizarem a demarcação territorial através de um *display* multimodal (exibição comportamental), no qual os indivíduos saltam verticalmente de um poleiro, realizando uma acrobacia juntamente com o bater de asas, exibindo a mancha branca subaxilar e emitindo uma vocalização característica (SICK, 1997; ALMEIDA; MACEDO, 2001). Frequências de mortalidade ligadas a um sexo-específico foram também observadas em fêmeas de tartaruga de água doce que apresentam um padrão de movimentação restrito ao sexo (GIBBS, 2005). A diferença entre a frequência de atropelamento entre os sexos devido ao atropelamento pode estar influenciando diretamente a reprodução e o recrutamento da espécie no local de estudo. Estudos anteriores sugeriram que o número de atropelamento de tizius vem diminuindo com o passar dos anos (SANTOS, 2017). Diferenças demográficas na sobrevivência relacionadas a estrutura populacional (i.e., estágio de desenvolvimento ou sexo), por menor que possam ser (i.e., 20%; CASWELL; WEEKS, 1986) podem desestabilizar a dinâmica da população local (CASWELL, 2001). A mortalidade em decorrência do atropelamento pode atuar em conjunto com padrões de forrageamento, uso de habitat, reprodução e dispersão (FORMAN, 2003; VAN DER REE et al., 2015).

Geralmente, em espécies que possuem dimorfismo sexual, machos tendem a possuir uma maior mortalidade e menores expectativas de vida do que as fêmeas (CASWELL, 2001). Na maioria das espécies, o número de fêmeas na população é relativamente mais importante que o número de machos para o crescimento populacional, podendo variar dependendo do grupo estudado em questão, porém as flutuações na razão sexual afetarão diretamente a reprodução e o recrutamento (COMFORT, 1956; CLUTTON-BROCK et al., 1985; CASWELL, 2001).

Não encontramos influência significativa da distância até a rodovia nas variáveis comportamentais (i.e., taxas de *displays* e confrontos agonísticos observados). Outros fatores ambientais e ecológicos podem estar ligados diretamente as taxas dos comportamentos observados em campo. Estudos prévios indicam que a incidência solar atua como uma importante condição ambiental para os machos realizarem *displays* (SICSU et al., 2013), e que também, confrontos agonísticos e o tamanho territorial na espécie podem ser modulados pela disponibilidade de recursos e o nível de agregação dos territórios (DIAS, 2007; DIAS, 2009). Na estação reprodutiva, os machos de tiziu passam a defender pequenos territórios agregados

que podem variar de 13.0 a 72.5 m<sup>2</sup> (WEATHERS, 1986; SICK 1997). É notavelmente perceptível a intensificação do seu comportamento agressivo (encontros agonísticos) (SICK, 1997; ALMEIDA; MACEDO, 2001; CARVALHO et al., 2007).

Foi observada uma associação positiva entre o tamanho da área defendida e a distância da rodovia. Considerando ser uma espécie migratória, machos que ocupam áreas mais afastadas da rodovia tendem a possuir tamanhos territoriais maiores, provavelmente devido a disponibilidade de áreas com melhores qualidades. Machos que possuem melhores condições devem chegar ao sítio reprodutivo previamente aos demais, e por sua vez ocuparem áreas que são mais afastadas da rodovia, onde supostamente seriam áreas de melhores qualidades. Restando assim somente áreas mais próximas da rodovia para machos de piores qualidades. O tiziu utiliza pistas ambientais (i.e., gramíneas mais altas; DIAS et al., 2009) para selecionar e estabelecer seus territórios (CARVALHO et al., 2007; DIAS et al., 2009). Áreas mais afastadas podem possuir uma faixa disponível maior para a distribuição e ocupação das gramíneas ao longo da rodovia, talvez, territórios mais próximos da rodovia possam apresentar um padrão de presença de gramíneas diferente de territórios mais afastados, resultando em áreas de defesa menores. No entanto, áreas antropizadas de baixa qualidade podem dispor desse mesmo recurso (SCHLAEPFER et al., 2002). Diversas condições ecológicas afetam direta e indiretamente o comportamento de aves que também nidificam em habitats próximos a rodovias. Por exemplo, estudos experimentais, utilizando caixas ninho, mostrou que a exposição de ruídos em longo termo em Andorinhas-das-árvores (*Tachycineta bicolor*) tende a influenciar o comportamento parental e afeta a qualidade dos ninhegos negativamente (i.e., tempo de viglância do ninho; nível de stress oxidativo de ninhegos; tamanho dos ninhegos; INJAIAN et al., 2018).

Foi possível observar uma relação negativa entre o comprimento de bandas e taxa de atropelamento entre os trechos. Curiosamente, nossos resultados mostram que, maiores taxas de atropelamento nos transectos estão associadas com menores taxas de crescimento de penas nos machos de tizius que ocupam esses transectos. Talvez, durante o processo de seleção de habitat, os machos em melhores condições estejam selecionando prioritariamente áreas com menores riscos de atropelamento. Em alguns grupos de aves, o crescimento de penas se mostra um bioindicador da qualidade do habitat (Rogers, 1987; Rogers e Smith, 1993). Por exemplo, em Cabras-cabeçadas (*Lanius ludovicianus*), foi observado que em

ambientes agrícolas cujos apresenta característica estruturais fundamentais para o forrageamento da espécie, populações deste local apresentam o crescimento reduzido de penas em função da qualidade do habitat (i.e., presença de agrotóxicos) (GRUBB; YOUSEF, 1994; GRUBB, 2006). Usualmente, animais precisam acessar a qualidade do habitat de forma indireta, desta forma, é possível que a atratividade do habitat não esteja associada a benefícios de sobrevivência ou reprodução do indivíduo, de tal forma que habitats de baixa qualidade possam ser tão ou mais atraentes do que habitats de alta qualidade (ROBERTSON; HUTTO, 2006). Efeitos similares podem ser vistos também em outras espécies, por exemplo, o Pato-Real (*Anas platyrhynchos*), utiliza poças decorrentes de chuvas em locais de retenção aos redores de rodovias para reprodução (COWARDIN, et al., 1985; SMITH; DODD, 2003). Aves de vegetação campestre e que ocupam ambientes ao redor de rodovias tendem a apresentar alguma sensibilidade as alterações no habitat (FORMAN; REINEKING; HERSPERGER, 2002).

Os resultados mostraram que a distância até a rodovia não afetou significativamente a situação final do ninho (i.e., sucesso ou predado), nem quanto a produção de filhotes. Entretanto, foi observada uma a relação entre a distância do ninho até a rodovia e o número de ovos produzidos nos ninhos. Quanto maior a distância do ninho até a rodovia maiores são as chances de o ninho produzir 3 ovos. O tiziu pode colocar de 1 a 3 ovos em seu ninho (SICK, 1997; CARVALHO et al., 2007; AGUILAR et al., 2008), provavelmente a decisão energética em colocar mais ovos no ninho pode ser ponderada distância do ninho até a rodovia. Em outras palavras, áreas mais afastadas favorecem a produção de mais ovos. Provavelmente, fêmeas de áreas mais afastadas possuem sua condição energética melhor do que em áreas mais próximas, o que favorece sua decisão e postura de ovos. O tiziu utiliza o tamanho e o tipo do substrato vegetal de estrutura complexa e utiliza cerca de 4 espécies de gramíneas para realizar seus ninhos e demarcar seus territórios (WEATHERS, 1986; CARVALHO et al., 2007; DIAS et al., 2009; AGUILAR et al., 2008). Possivelmente, áreas mais próximas da rodovia possuem uma complexidade e estrutura de vegetação que não favorece a demanda nutricional de fêmeas e como consequência, reduzem o número de ovos produzidos. A variação no tipo de habitat pode influenciar diretamente o número de ovos presentes em ninhadas (KILPI; LINDSTRÖM, 1997; BEDAL et al., 1998; WILLIAMS, 2005)

Espécies que utilizam diretamente os habitats no entorno de rodovias estão suscetíveis a variações demográficas devido aos efeitos negativos da proximidade da rodovia (i.e., taxa de mortalidade maior para indivíduos reprodutores, expectativa de vida menor devido ao

atropelamento), a mortalidade concentrada em períodos reprodutivos pode resultar na redução do recrutamento médio populacional da espécie, por exemplo e prejudicar a dinâmica populacional (MUMME et al., 2000). Interessantemente, vegetações de entorno de rodovias podem reproduzir habitats similarmente naturais, oferecendo recursos importantes para determinadas espécies, conseqüentemente aumentando o risco de atropelamento. Aves de vegetações campestres e que ocupam habitats similares nas margens da rodovia são mais suscetíveis ao atropelamento e aos riscos ligados as modificações/variações da vegetação ao redor de rodovias (i.e., manutenção), que pode destruir diretamente ninhos ativos e matar adultos e ninhos (GRILLO et al., 2012; VAN DER REE et al., 2015).

Diferentes espécies possuem diferentes critérios que as atraem para habitats que possuem determinadas características (VAN DER REE, 2015), machos de tiziu possuem atributos pré-determinados para a seletividade de habitat, que envolve uma complexidade estrutural de vegetação contendo arbustos e gramíneas (DIAS, 2009; AGUILAR et al., 2008), elementos básicos para que a espécie possa realizar comportamentos fundamentais para sua reprodução e que de alguma forma podem servir de pistas de qualidade individual (DIAS, 2007; DIAS, 2009), medidas de mitigação devem focar na remoção de espécies arbustivas cujo os machos de tiziu utilizam como poleiro para a realização de *displays*, e a confecção de ninhos, diminuindo a atratividade da espécie por áreas mais próximas da rodovia (PONS, 2000; ROBERTSON; HUTTO, 2006; POOT et al., 2008; SANTOS et al., 2017).

## **6 Considerações finais**

A distância até a rodovia gera um efeito negativo em diversos aspectos biológicos do tiziu. Machos tendem a serem mais atropelados e apresentam um menor tamanho territorial na proximidades da rodovia. Foi possível perceber também que número de ovos produzidos tende a aumentar conforme maior a distância até a rodovia. Indivíduos de pior qualidade se encontram em áreas caracterizadas por maiores taxas de atropelamento, sugerindo que áreas que possuem menor risco de atropelamento estão sendo escolhidas por indivíduos de melhores condições. Apesar das evidências apontarem efeitos negativos a respeito da presença da rodovia, ainda é necessário entender como o recrutamento da espécie pode estar sendo afetado e se realmente a presença da rodovia pode afetar o sucesso reprodutivo da espécie.

## Referências

- ADAMS, Eldridge S. Approaches To the Study of Territory Size and Shape. **Annual Review of Ecology and Systematics** v. 32. 277-303. November. 2001. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114034>.
- 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. Mar., 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2008.00142.x>.
- 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. Abr., 2001. [https://doi.org/10.1642/0004-8038\(2001\)118\[0404:LLMSOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1642/0004-8038(2001)118[0404:LLMSOT]2.0.CO;2).
- ANTAS, Paulo de Tarso Zuquim; CAVALCANTI, Roberto Brandão. Aves comuns do planalto central. **Editora UnB**. Nov., 1988.
- ARESCO, Matthew J. The effect of sex-specific terrestrial movements and roads on the sex ratio of freshwater turtles. **Biological Conservation**, v. 123, n. 1, p. 37-44. Fev., 2005. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.10.006>.
- BAGER, Alex; FONTOURA, Vanessa. Evaluation of the effectiveness of a wildlife roadkill mitigation system in wetland habitat. **Ecological Engineering** v. 53, n. August, p. 31-38, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.01.006>.
- 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. Nov., 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. Dez., 2002.
- BEAUDRY, Frederic; DEMAYNADIER, Phillip G.; HUNTER JR, Malcolm L. Identifying hot moments in road-mortality risk for freshwater turtles. **The Journal of Wildlife Management**, v. 74, n. 1, p. 152-159. Jan., 2010. <https://doi.org/10.2193/2008-370>.
- BECK, Michelle L.; DAVIES, Scott; SEWALL, Kendra B. Urbanization alters the relationship between coloration and territorial aggression, but not hormones, in song sparrows. **Animal behaviour**, v. 142, p. 119-128. Mai., 2018. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2018.06.012>.
- BELDAL, Eduardo J. et al. Laying date and clutch size of Great Tits (*Parus major*) in the Mediterranean region: a comparison of four habitat types. **Journal für Ornithologie**, v. 139, n. 3, p. 269-276. Apr., 1998. <https://doi.org/10.1007/BF01653337>.
- BROWN, James H.; MEHLMAN, David W.; STEVENS, George C. Spatial variation in abundance. **Ecology**, v. 76, n. 7, p. 2028-2043. Oct., 1995. <https://doi.org/10.2307/1941678>.

BROWN, Jerram L. The evolution of diversity in avian territorial systems. **The Wilson Bulletin**, p. 160-169. Jun., 1964.

CARVALHO, C. B. V; MACEDO, R. H. F.; GRAVES, J. A. Reproduction of Blue-black Grassquits in central Brazil. **Brazilian journal of Biology**. Revista brasleira de biologia, v. 67, n. 2, p. 275–281. Mai., 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842007000200012>.

CASWELL, Hal; WEEKS, Daniel E. Two-sex models: chaos, extinction, and other dynamic consequences of sex. **The American Naturalist**, v. 128, n. 5, p. 707-735. Nov., 1986. <https://doi.org/10.1086/284598>.

CLUTTON-BROCK, Timothy H.; ALBON, Steve D.; GUINNESS, Fiona E. Parental investment and sex differences in juvenile mortality in birds and mammals. **Nature**, v. 313, n. 5998, p. 131. Jan., 1985. <https://doi.org/10.1038/313131a0>.

COMFORT, Alex. The biology of senescence. 1956.

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. Out., 2001. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2001.00170.x>.

DIAS, Raphael Igor da Silva Corrêa. Efeito de manipulações experimentais na biologia reprodutiva e comportamento do tiziu (*Volatinia jacarina*): da seleção de parceiros à disponibilidade de alimento. Mar., 2007.

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, Set., 2009. <https://doi.org/10.1525/cond.2009.090142>.

ERRITZOE, Johannes; MAZGAJSKI, Tomasz D.; REJT, Łukasz. Bird casualties on European roads—a review. **Acta Ornithologica**, v. 38, n. 2, p. 77-94, Nov., 2003. <https://doi.org/10.3161/068.038.0204>.

FAHRIG, Lenore; RYTWINSKI, Trina. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. **Ecology and society**, v. 14, n. 1, p. 21. Ago., 2009.

FORMAN, Richard TT et al. Road ecology: science and solutions. Island Press, 2003.

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, Nov., 1998. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207>.

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, Jun., 2002. <https://doi.org/10.1007/s00267-001-0065-4>.

FRETWELL, Stephen Dewitt; LUCAS, Henry L. On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. **Acta biotheoretica**, v. 19, n. 1, p. 16-36, Mar., 1969. <https://doi.org/10.1007/BF01601955>.

GIBBS, James P.; STEEN, David A. Trends in sex ratios of turtles in the United States: implications of road mortality. **Conservation Biology**, v. 19, n. 2, p. 552-556, Abr., 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.000155.x>.

GRANT, J.W.A. Whether or not to defend? The influence of resource distribution. **Mar. Behav. Physiol.** 23, 137–153. Jan., 1993. <https://doi.org/10.1080/10236249309378862>.

GRUBB JR, Thomas C. Ptilochronology: feather growth bars as indicators of nutritional status. **The Auk**, v. 106, n. 2, p. 314-320. Apr.1989. <https://doi.org/10.1093/auk/106.2.314>.

GRUBB, Thomas C. A deficient diet narrows growth bars on induced feathers. **The Auk**, v. 108, n. 3, p. 725-727. Jun., 1991. <https://doi:10.2307/4088120>.

HAILA, Yrjo; HANSKI, Ilpo K.; RAIVIO, Suvi. Turnover of breeding birds in small forest fragments: the " sampling" colonization hypothesis corroborated. **Ecology**, v. 74, n. 3, p. 714-725. Apr., 1993. <https://doi.org/10.2307/1940799>.

HOLTON, Glyn A. Defining risk. **Financial Analysts Journal**, v. 60, n. 6, p. 19-25. Jan., 2004. <https://doi.org/10.2469/faj.v60.n6.2669>.

IBRAM, Instituto Brasília Ambiental. Relatório Simplificado de 60 meses do Rodofauna. **RODOFAUNA**. v. 01. Mar., 2015. URL: <http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/Relat%C3%B3rio-Simplificado-de-60-meses-do-Rodofauna-Abril2010-a-Mar%C3%A7o2015.pdf>.

INJAIAN, Allison S.; TAFF, Conor C.; PATRICELLI, Gail L. Experimental anthropogenic noise impacts avian parental behaviour, nestling growth and nestling oxidative stress. **Animal Behaviour**, v. 136, p. 31-39. Jan., 2018. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2017.12.003>.

JOHNSON, Matthew D. Measuring habitat quality: a review. **The Condor**, v. 109, n. 3, p. 489-504. Aug., 2007. <https://doi.org/10.1650/8347.1>.

JONES, G. P. Relationship between density and behaviour in juvenile *Pseudolabrus celidotus* (Pisces: Labridae). **Animal Behaviour** v.31. 729-735. Ago., 1983. [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(83\)80229-2](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(83)80229-2).

JOYAL, Lisa A.; MCCOLLOUGH, Mark; HUNTER JR, Malcolm L. Landscape ecology approaches to wetland species conservation: a case study of two turtle species in southern Maine. **Conservation Biology**, v. 15, n. 6, p. 1755-1762. Jan., 2001. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.98574.x>.

- KELLER, Gregory S.; YAHNER, Richard H. Seasonal forest-patch use by birds in fragmented landscapes of south-central Pennsylvania. **The Wilson Journal of Ornithology**, v. 119, n. 3, p. 410-419. Set., 2007. <https://doi.org/10.1676/04-034.1>.
- KILPI, Mikael; LINDSTRÖM, Kai. Habitat-specific clutch size and cost of incubation in common eiders, *Somateria mollissima*. **Oecologia**, v. 111, n. 3, p. 297-301. Jan., 1997. <https://doi.org/10.1007/s004420050238>.
- KUITUNEN, M. T. et al. Impact of busy roads on breeding success in pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. **Environmental Management**, v. 31, n. 1, p. 79–85. Jan., 2003. <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2694-7>.
- 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. Dez., 2009. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.009>.
- LE TORTOREC, Eric et al. Feather growth bars as a biomarker of habitat fragmentation in the Eurasian treecreeper. **Ecological indicators**, v. 15, n. 1, p. 72-75. Apr., 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.09.013>.
- 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. Jan., 2002.
- LEONARD, Ryan J.; HOCHULI, Dieter F. Exhausting all avenues: why impacts of air pollution should be part of road ecology. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 15, n. 8, p. 443-449. Ago., 2017. <https://doi.org/10.1002/fee.1521>.
- LIKER, A. et al. Lean birds in the city: body size and condition of house sparrows along the urbanization gradient. **Journal of Animal Ecology**, v. 77, n. 4, p. 789-795. Mai., 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01402.x>.
- LINDSTRÖM, Jan; KOKKO, Hanna. Sexual reproduction and population dynamics: the role of polygyny and demographic sex differences. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 265, n. 1395, p. 483-488. Mar., 1998. <https://doi.org/10.1098/rspb.1998.0320>.
- LUCASS, C.; EENS, M.; MÜLLER, W. When ambient noise impairs parent-offspring communication. **Environmental Pollution**, v. 212, p. 592–597. Mai., 2016. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.03.015>.
- MACEDO, Regina H. et al. Breeding clusters in birds: ecological selective contexts, mating systems and the role of extrapair fertilizations. **Animal Behaviour**. Set., 2018. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2018.01.021>.

- MAIA, Rafael et al. Iridescent structural colour production in male blue-black grassquit feather barbules: the role of keratin and melanin. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 6, n. suppl\_2, p. S203-S211. Jan., 2009. <https://doi.org/10.1098/rsif.2008.0460.focus>.
- 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. Set., 2016a. <https://doi.org/10.1007/s00265-016-2208-x>.
- MANICA, Lilian T. et al. Vigor and skill in the acrobatic mating displays of a Neotropical songbird. **Behavioral Ecology**, p. arw143. 2016b. <https://doi.org/10.1093/beheco/arw143>.
- MICHENER, Harold; MICHENER, Josephine R. Bars in flight feathers. **The Condor**, v. 40, n. 4, p. 149-160. Jul – Aug., 1938. <https://doi:10.2307/1363421>.
- MILLER, James R.; CALE, Peter. Behavioral mechanisms and habitat use by birds in a fragmented agricultural landscape. **Ecological Applications**, v. 10, n. 6, p. 1732-1748. Dez., 2000. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1732:BMAHUB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1732:BMAHUB]2.0.CO;2).
- MORELLI, Federico et al. Can roads, railways and related structures have positive effects on birds? – A review. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 30, p. 21-31. Jul., 2014. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2014.05.006>.
- 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. Dez., 2000. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98370.x>.
- NIMER, E. Climatologia no Brasil. Série Recursos Naturais e Meio Ambiente 4. Rio de Janeiro: IBGE, v. 442. Out., 1979.
- 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. Abr., 1974. <https://doi:10.2307/2402004>.
- PARRIS, Kirsten M.; SCHNEIDER, Angela. Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. **Ecology and Society** v. 14, n. 1. Jun., 2009.
- PATTEN, M. A.; KELLY, J. F. Habitat selection and the perceptual trap. **Ecological Applications**, v. 20, n. 8, p. 2148–2156. Dez., 2010. <https://doi.org/10.1890/09-2370.1>.
- PATTERSON, I. J. Limitation of breeding density through territorial behaviour: experiments with convict cichlids, *Cichlasoma nigrofasciatum*. Mai., 1985.
- PATTERSON, I. J. Territorial behaviour and the limitation of population density. **Ardea**, v. 68, p. 53-62. Nov., 1980.
- PONS, Pere. Height of the road embankment affects probability of traffic collision by birds. **Bird Study**, v. 47, n. 1, p. 122-125. Mai., 2000. <https://doi.org/10.1080/00063650009461167>.

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

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>

RAJVANSHI, Asha et al. Roads, sensitive habitats and wildlife: environmental guideline for India and South Asia. Wildlife Institute of India. Jan., 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. p. 255-274. Oct., 2006. [https://doi.org/10.1007/1-4020-4504-2\\_12](https://doi.org/10.1007/1-4020-4504-2_12).

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. Fitofisionomias do bioma Cerrado. Embrapa Cerrados. Capítulo em livro científico (ALICE), 1998.

RIDDLE, Oscar. The genesis of fault-bars in feathers and the cause of alternation of light and dark fundamental bars. **The Biological Bulletin**, v. 14, n. 6, p. 328-[370]-1. May., 1908. <https://doi.org/10.2307/1535869>.

ROBERT MCDONALD, Wayne; CASSADY ST. CLAIR, Colleen. The effects of artificial and natural barriers on the movement of small mammals in Banff National Park, Canada. **Oikos**, v. 105, n. 2, p. 397-407. Mar., 2004. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.12640.x>.

ROBERTSON, Bruce A.; HUTTO, Richard L. A framework for understanding ecological traps and an evaluation of existing evidence. **Ecology**, v. 87, n. 5, p. 1075-1085. Mai., 2006. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2006\)87\[1075:AFFUET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2006)87[1075:AFFUET]2.0.CO;2).

ROWE, W. D.; RISK, AN ANATOMY OF. **Wiley**. Mar., 1977. <https://doi.org/10.1080/01969727808910062>.

RYTWINSKI, T.; FAHRIG, L. Do species life history traits explain population responses to roads? A meta-analysis. **Biological Conservation**, v. 147, n. 1, p. 87–98. Mar., 2012. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.11.023>.

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. Dez., 1997. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1417\(199709/10\)12:5<371::AID-JQS320>3.0.CO;2-3](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1417(199709/10)12:5<371::AID-JQS320>3.0.CO;2-3).

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. Mar., 2017. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.03.003>.

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

SANTOS, Sara M. et al. Relative effects of road risk, habitat suitability, and connectivity on wildlife roadkills: the case of tawny owls (*Strix aluco*). **PLoS One**, v. 8, n. 11, p. e79967. Nov., 2013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079967>.

SCHLAEPFER, M. A.; RUNGE, M. C.; SHERMAN, P. W. Ecological and evolutionary traps. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 17, n. 10, p. 474–480. Out., 2002. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)02580-6](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)02580-6).

SEILER, Andreas; HELLDIN, J. O. Mortality in wildlife due to transportation. In: The ecology of transportation: Managing mobility for the environment. **Springer, Dordrecht**. p. 165-189. Out., 2006. [https://doi.org/10.1007/1-4020-4504-2\\_8](https://doi.org/10.1007/1-4020-4504-2_8).

SICK, Helmut. Ornitologia Brasileira. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro, 1997.

SICSÚ, Paula et al. Here comes the sun: multimodal displays are associated with sunlight incidence. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 67, n. 10, p. 1633-1642. Jul., 2013. <https://doi.org/10.1007/s00265-013-1574-x>.

SILVA, C. C. et al. Major Roads Have a Negative Impact on the Tawny Owl *Strix aluco* and the Little Owl *Athene noctua* Populations. **Acta Ornithologica**, v. 47, n. 1, p. 47–54. Jun., 2012. <https://doi.org/10.3161/000164512X653917>.

SOARES, C DE M. 2016. Fatores de influência na dinâmica de Atropelamento do Tiziu (*Volatinia jacarina*) em rodovias que margeiam as Unidades de Conservação do Distrito Federal. Monografia de graduação.

STAMPS, J. A. Territorial behavior: testing the assumptions. **Advances in the Study of Behavior**, v. 23, n. 173, p. 232. Jan., 1994. [https://doi:10.1016/S0065-3454\(08\)60354-X](https://doi:10.1016/S0065-3454(08)60354-X).

TANNER, D.; PERRY, J. Road effects on abundance and fitness of Galápagos lava lizards (*Microlophus albemarlensis*). **Journal of Environmental Management**, v. 85, n. 2, p. 270–278. Out., 2007. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.08.022>.

TROMBULAK, S C; FRISSELL, C a. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology** v. 14, n. 1, p. 18-30. Dez., 2001. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x>.

TUBELIS, Dáriu 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. Dez., 2000. <https://doi.org/10.1017/S0959270900000290>.

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

VIANNA, Vinicius Rozendo; DIAS, Raphael Igor. MONITORAMENTO DE POPULAÇÕES DE TIZIU (VOLATINIA JACARINA) NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ÁGUAS EMENDADAS: ENTENDENDO O EFEITO DO ATROPELAMENTO DE FAUNA. **Programa de Iniciação Científica-PIC/UniCEUB-Relatórios de Pesquisa**, n. 3, Set., 2018. <http://dx.doi.org/10.5102/pic.n3.2017.5858>.

WEATHERS, W. W. Thermal significance of courtship display in the Blue-black Grassquit (Volatinia jacarina). **National Geographic Research**. Dez., 1986.

WILLIAMS, Tony D. Mechanisms underlying the costs of egg production. **Bioscience**, v. 55, n. 1, p. 39-48. Jan., 2005. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0039:MUTCOE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0039:MUTCOE]2.0.CO;2).

YRJÖLÄ, R. A.; SANTA HARJU, J. L. M. The impact of road construction on a community of farmland birds. **Annales Zoologici Fennici**, v. 52, p. 33–44. Abr., 2015. <https://doi.org/10.5735/086.052.0203>.