



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

ERIC BARBOSA GONZAGA

Efeitos da conectividade entre fragmentos florestais sobre a movimentação de aves florestais na Amazônia Oriental

Belém/PA

2024

ERIC BARBOSA GONZAGA

Efeitos da conectividade entre fragmentos florestais sobre a movimentação de aves florestais na Amazônia Oriental

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, do convênio da Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Área de concentração: Biodiversidade e conservação.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Pérsio Dantas Santos.

Coorientadora: Dra. Mariana Tolentino Bento da Silva.

Belém/PA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da
Universidade Federal do Pará

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B238e Barbosa Gonzaga, Eric Barbosa Gonzaga.
Efeitos da conectividade entre fragmentos florestais sobre a
movimentação de aves florestais na Amazônia Oriental / Eric
Barbosa Gonzaga Barbosa Gonzaga. — 2024.
25 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcos Pérsio Dantas Santos
Coorientação: Prof^a. Dra. Mariana Tolentino Bento da Silva
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, , ,
Belém, 2024.

1. Estradas. 2. Telemetria. 3. Translocação. 4. Aves. I. Título.

CDD 574.52409811

FOLHA DE APROVAÇÃO

ERIC BARBOSA GONZAGA

Efeitos da conectividade entre fragmentos florestais sobre a movimentação de aves florestais na Amazônia Oriental

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, do convênio da Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zoologia, sendo a COMISSÃO JULGADORA composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Marcos Pérsio Dantas Santos
Presidente
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Lincoln Silva Carneiro
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Prof. Dr. Pablo Vieira Cerqueira
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Prof. Dr. Luciano Fogaça de Assis Montag
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Prof. Dr. Sérgio Henrique Borges
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. João Batista de Pinho
Universidade Federal do Mato Grosso

Aprovado em: 12 de Abril de 2024.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à ajuda que recebi ao longo desta etapa de formação, por isso, sou grato a minha família, amigos e professores envolvidos.

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força e amparo sempre em minha vida e me permitiu chegar até aqui.

Sou imensamente grato aos meus familiares. À minha mãe, Ivone Barbosa Gonzaga, por sempre ter me amparado, motivado para nunca desacreditar em meu potencial e ter me direcionado em meus estudos com suporte, motivação e carinho. Ao meu pai, Luiz Gonzaga Filho, por sempre estar presente, motivando e dando conselhos para que me torne o melhor que posso ser. Ao meu irmão, Italo Barbosa Gonzaga, por sempre ser uma pessoa maravilhosa em minha vida, nos momentos difíceis esteve sempre a disposição para me amparar e me motivar em continuar sempre. A Simone Macedo Ferreira, por me apoiar em todas minhas decisões, esteve sempre sendo luz na minha vida desde a faculdade, sendo peça crucial no meu crescimento e auxiliando nas minhas conquistas.

Agradeço aos meus amigos de graduação Anielly Speroto, Wesley Prati e Yan Victor que estiveram sempre comigo em todas as fases, obrigado por serem meus irmãos e sempre um dando apoio para o outro, quantas vezes choramos e rimos juntos, são amigos que levo para o resto da vida, obrigado por tudo.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Pérsio Dantas Santos, por ter me aceito e acreditar em meu potencial. Por me auxiliar, dando conselhos e repassando seu imenso conhecimento sobre ornitologia, formando um profissional que ama o que faz. Agradeço, a minha coorientadora Prof^a. DR^a. Mariana Tolentino Bento da Silva, pela paciência. Cada instrução, conselho e aprendizagem em campo e no laboratório foram fundamentais para o bom andamento deste trabalho. Além disso, sou especialmente grato à toda equipe do BIOMACRO, que sempre foram unidos e um colaborando com o outro, isso foi importante para que eu pudesse desenvolver este trabalho em um ambiente super acolhedor.

Agradeço aos meus amigos Erikson Bruno, Kauê Felipe e Gabriela Silva, que também estiveram comigo durante as coletas e a amostragem em campo, essa etapa não foi fácil e com certeza não conseguiria sem esta ajuda.

Por fim, sou grato ao Programa de Pós-graduação em Zoologia do convênio da Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emilio Goeldi, a Fadesp, ao programa BRC, a empresa Hydro, que auxiliaram no custeio dos equipamentos, alimentação, estadia e local para o desenvolvimento deste trabalho, e a ao CNPq pelo amparo financeiro e concessão de bolsa de mestrado.

SUMÁRIO

RESUMO.....	08
<i>ABSTRACT</i>.....	09
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
Área de estudo.....	11
Coleta de dados.....	13
Captura e recaptura de aves.....	13
Translocação e espécies focais.....	13
Monitoramento por telemetria	13
Análises de dados.....	14
RESULTADOS.....	15
Taxa de recaptura	15
Movimento de travessia das espécies focais.....	16
DISCUSSÃO.....	17
Movimentação da comunidade de aves.....	17
Translocação das espécies focais.....	18
CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
MATERIAL SUPLEMENTAR.....	25

1 EFEITOS DA CONECTIVIDADE ENTRE FRAGMENTOS FLORESTAIS SOBRE A
2 MOVIMENTAÇÃO DE AVES FLORESTAIS NA AMAZÔNIA ORIENTAL

3
4 **RESUMO**

5
6 As clareiras lineares, como efeito secundário da mineração, estão entre as atividades de uso
7 de terra mais visíveis e diretas que impactam a biodiversidade alterando os padrões de movimentação
8 de várias espécies em diferentes ambientes. Por este motivo, este trabalho avaliou em duas perguntas
9 se a estrada afeta a movimentação da comunidade de aves e quais características da paisagem e
10 inerentes das espécies foco influenciaram no movimento de cruzar a estrada. Utilizamos uma estrada
11 com aproximadamente 80 metros de largura e instalamos linhas de redes nos dois lados da estrada e
12 comparamos os resultados através de cálculos de taxas de recaptura para responder a primeira
13 pergunta. Obtivemos 481 capturas e 39 recapturas. Apenas uma fêmea de *Willisornis vidua*, cruzou
14 a estrada, demonstrando que os movimentos da comunidade de aves podem ser afetados pela estrada,
15 uma vez que a taxa de recaptura entre os lados da estrada foram baixos, podendo esta resposta estar
16 relacionada com a baixa mobilidade de espécies florestais em grandes distâncias, adaptações
17 morfológicas e a qualidade do ambiente. Já para segunda pergunta, foram capturados e translocados
18 para o outro lado da estrada, indivíduos de *Pyriglena leuconota* e *Formicarius analis*, onde cada
19 indivíduo recebeu um transmissor VHF e monitorados por telemetria. Para segunda pergunta
20 capturamos nove indivíduos de *Pyriglena leuconota* e 6 indivíduos de *Formicarius analis*. Todos os
21 indivíduos translocados retornaram ao seu local de origem. As variáveis que melhor explicaram o ato
22 de atravessar a estrada foram DCS (distância entre capturar e soltura) e a DSL (distância entre soltura
23 e a borda do lado contrário), a estrada teve um efeito na movimentação, contudo não inibiu por
24 completo este movimento, esta resposta pode estar relacionada com a proximidade entre os
25 fragmentos, adaptações ao ambiente fragmentado e conhecimento da paisagem. A estrada reduziu a
26 conectividade entre os dois lados da estrada, além da diminuição da qualidade do ambiente, mesmo
27 para espécies menos generalistas como as espécies foco, grandes distâncias entre os fragmentos
28 podem vir a se tornar uma barreira a dispersão.

29
30 **Palavras-chaves:** Estradas, Telemetria, Translocação, Aves.

31

32 EFFECTS OF CONNECTIVITY BETWEEN FOREST FRAGMENTS ON THE MOVEMENT OF
33 FOREST BIRD IN THE EASTERN AMAZON

34

35

SUMMARY

36

37 Linear clearings, as a secondary effect of mining, are among the most visible and direct land
38 use activities that impact biodiversity by altering the movement patterns of various species in different
39 environments. For this reason, this work evaluated in two questions whether the road affects the
40 movement of the bird community and which characteristics of the landscape and inherent
41 characteristics of the focus species influenced the movement of crossing the road. We used a road
42 approximately 80 meters wide and installed net lines on both sides of the road and compared the
43 results by calculating recapture rates to answer the first question. We obtained 481 captures and 39
44 recaptures. Only one female of *Willisornis vidua* crossed the road, demonstrating that the movements
45 of the bird community can be affected by the road, since the recapture rate between the sides of the
46 road was low, and this response may be related to the low mobility of birds. forest species at great
47 distances, morphological adaptations and the quality of the environment. For the second question,
48 individuals of *Pyriglena leuconota* and *Formicarius analis* were captured and translocated to the other
49 side of the road, where each individual received a VHF transmitter and monitored by telemetry. For
50 the second question, nine individuals of *Pyriglena leuconota* and 6 individuals of *Formicarius analis*
51 were captured. All translocated individuals returned to their place of origin. The variables that best
52 explained the act of crossing the road were DCS (distance between capture and release) and DSL
53 (distance between release and the edge of the opposite side), the road had an effect on movement,
54 however it did not completely inhibit this movement, this response may be related to the proximity
55 between the fragments, adaptations to the fragmented environment and knowledge of the landscape.
56 The road reduced connectivity between the two sides of the road, in addition to reducing the quality
57 of the environment, even for less generalist species such as the focus species, large distances between
58 fragments could become a barrier to dispersal.

59

Keywords: Roads, Telemetry, Translocation, Birds.

INTRODUÇÃO

Os diferentes usos da terra têm contribuído para o aumento das taxas de desmatamento da floresta amazônica, bem como a fragmentação dos ambientes. Dentre eles podemos destacar a agricultura de larga escala, abertura de pastagens, extração ilegal de madeira, garimpo ilegal, mineração industrial, além da instalação de rodovias e ferrovias (Laurance *et al.* 2001; Fearnside 2002; Soares-Filho *et al.* 2006). Estas atividades foram responsáveis por uma perda de cerca de 1,5 milhões de hectares na floresta amazônica brasileira, somente em 2021, cerca de 50% da perda total das florestas tropicais no mundo, com um aumento de mais de 15% na avaliação de 2022 (Global Forest Watch 2022).

A atividade de mineração industrial, por mais que ocupe menos de 1% de superfície terrestre (Hooke *et al.* 2012), tem impactado negativamente as áreas em que estão instaladas, contribuindo para o desmatamento e a fragmentação florestal. Sua atividade consiste na ocupação e perturbação de grandes áreas de terra, por meio da supressão vegetal, remoção do solo, escavação para alcançar o minério de interesse, entre outros. Essas atividades implicam em uma série de impactos ambientais como erosão do solo, poluição por poeira, ruído, consumo de água, alteração na biodiversidade local (Mkpuma *et al.* 2015), além de impactos secundários que vão além da área de extração do mineiro em si, como aberturas de estradas, acessos, e pátios de estocagem (Sonter *et al.* 2017).

Dentre esses efeitos secundários da mineração industrial, temos o surgimento das clareiras lineares (Carthew *et al.* 2013), as quais podem ser definidas como construções em linha reta que cortam ambientes florestais ou remanescentes de florestas (Andrews, 1990). Dentre as diversas atividades econômicas que causam o surgimento de clareiras lineares, temos como exemplo a abertura de estradas e a implantação de Linhas de Transmissão de energia. O Brasil possui mais de 1,7 milhões de km de estradas, sendo a quarta maior rede rodoviária do mundo (Meijer *et al.* 2018), além de 140 mil km implantados de linhas de transmissão de energia (EPE 2020). Os impactos decorrentes do surgimento de clareiras lineares em áreas florestais, afetam diretamente a riqueza, abundância e na composição da biodiversidade local (Seibert and Conover 1991; Spooner and Smallbone 2009; Bennett 2017; Goodwin and Shriver 2011). Afetam quantidade e a qualidade do ambiente, impedindo o acesso aos recursos entre os lados, aumentando a mortalidade por meio dos atropelamentos e eletrocussões, perturbação sonora, isolamento de populações e comunidades tendo em vista seu efeito como barreira à dispersão e fluxo gênico (Keller and Largiader 2003; Jaeger and Fahrig 2004; Jaeger *et al.* 2005; Fahrig and Rytwinski 2009; Galea and Humle 2021). Além do aumento da extração de recursos, caça e efeito de borda, erosões e diminuição dos processos de sucessão ecológica (Forman and Alexander 1998; Oliveira e Zaú 1998; Laurance *et al.* 2011).

Assim, a fauna que vive no entorno das clareiras lineares pode estar em constante risco, e dentre os grupos de vertebrados que mais são afetados, podemos citar as aves (Kociolek *et al.* 2011; Summers *et al.* 2011). As aves possuem respostas ecológicas aos efeitos das clareiras lineares na dinâmica florestal e qualidade do ambiente. Algumas espécies são mais suscetíveis a estes efeitos (Laurance *et al.* 2004), podendo ser ainda mais evidentes para espécies exclusivas de sub-bosque e terrestres (Laurance *et al.* 2004; Van Houtan *et al.* 2007; Jones and Bond 2010). Podemos citar a interferência na ocupação e tamanho dos territórios (Ortega and Capen 1999; Forman and Deblinger 2000; Whitworth *et al.* 2015), aumento da taxa de mortalidade (Mumme *et al.* 2000), alteração nos padrões de reprodução (King and DeGraaf 2002), mudanças nos comportamentos de vocalização (Brumm 2004; Slabbekoorn and Ripmeester 2008), colisões com fios elétricos e destruição de ninhos durante a construção da linha de transmissão de energia (Rioux *et al.* 2013) e principalmente alteração nos movimentos das espécies (Laurance *et al.* 2004; Tremblay and Clair 2009).

A capacidade de algumas espécies em transpor barreiras, aqui impostas pelas clareiras lineares, recebe o nome de conectividade funcional. Este termo designa como o ambiente pode facilitar ou impedir movimentos de uma determinada espécie (Taylor *et al.* 1993), se afeta a distribuição, estrutura genética e a persistência no ambiente (Hanski 1998; Baguete and Dyck 2007; Betts *et al.* 2015). Seu resultado provém da soma da conectividade estrutural do ambiente e a

111 movimentação de uma espécie, com suas respostas comportamentais relacionadas a mudanças na
112 estrutura, e composição do ambiente (Betts *et al.* 2015).

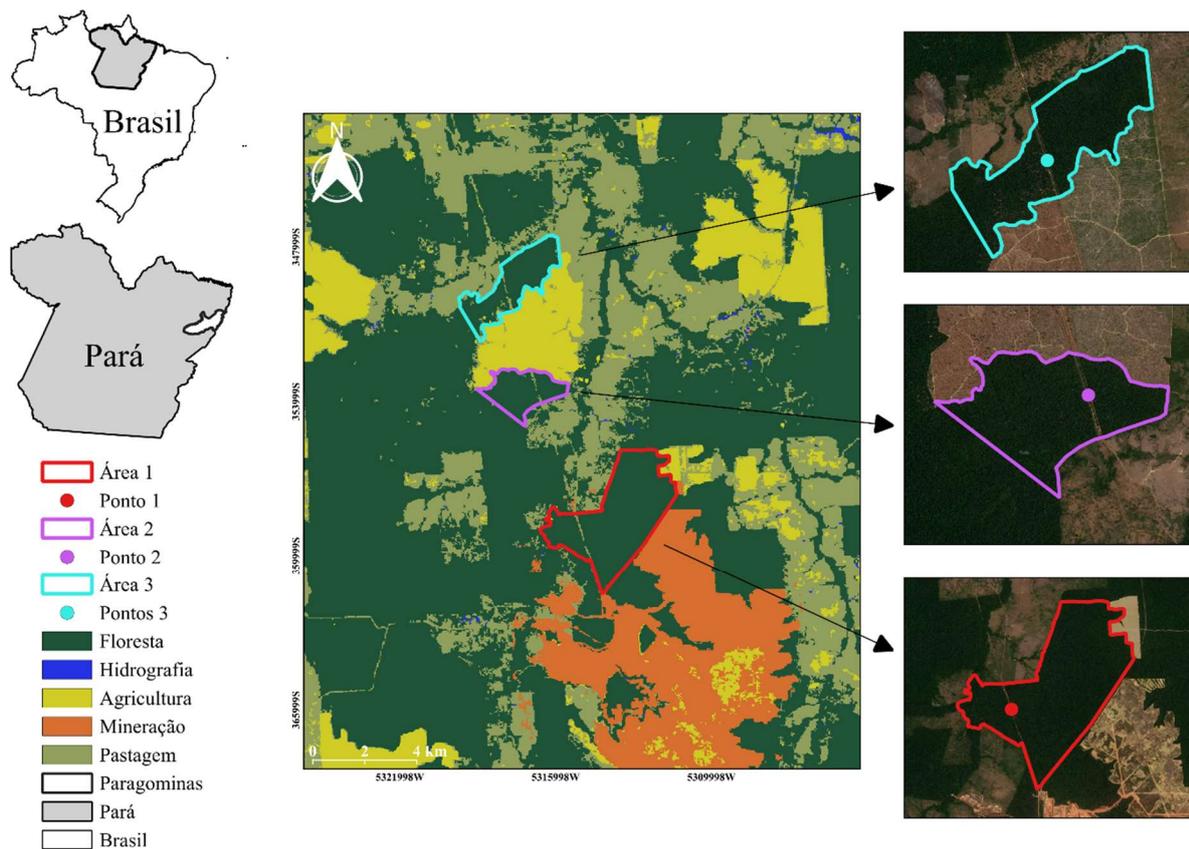
113 A movimentação das aves é um fator fundamental para compreensão da permeabilidade do
114 ambiente. Visto que, espécies propensas a extinção em florestas contínuas, como aves terrestres, tem
115 uma movimentação diária contínua e movimentava-se em distâncias maiores nestes ambientes,
116 contudo com a fragmentação do seu habitat sua movimentação fica restrita a pequenas distâncias
117 devido ao tamanho da área fragmentada e a influência do efeito de borda (Van Houtan *et al.* 2007).
118 A movimentação de algumas espécies como passeriformes insetívoros terrestres (Laurance *et al.*
119 2004; Lees and Peres 2009; Ahmed *et al.* 2014; Stouffer 2020), espécies exclusivas de sub-bosque e
120 ameaçadas de extinção (Laurance *et al.* 2004; Jones and Bond 2010), podem ser afetadas pelas
121 clareiras lineares. Sendo assim, este trabalho visa avaliar o efeito das clareiras lineares na
122 movimentação da comunidade de aves, com o objetivo de responder as seguintes questões: (I) os
123 movimentos de aves florestais são afetados pelas clareiras lineares? (II) Espécies de diferentes
124 guildas, como insetívoros de sub-bosque e onívoros terrestres, são afetados de forma distinta em sua
125 capacidade de cruzar clareiras lineares?

126 127 MATERIAL E MÉTODOS

128 129 ÁREA DE ESTUDO

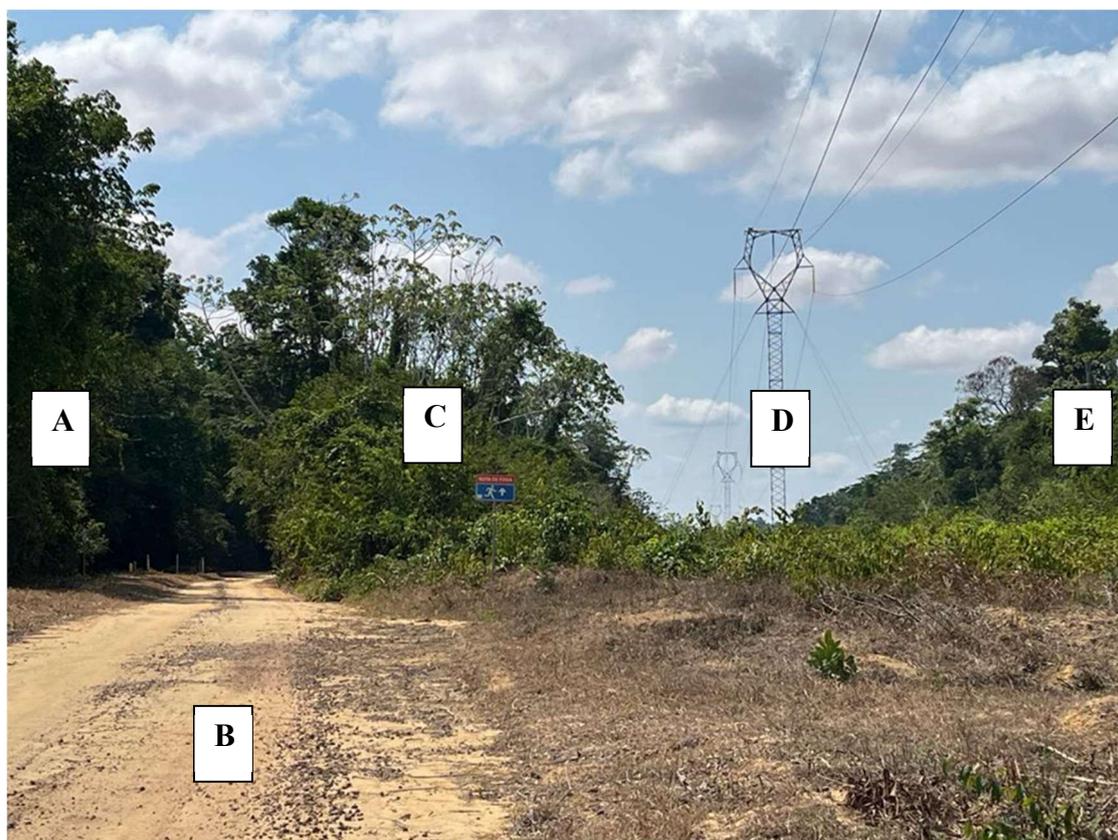
130
131 O estudo foi realizado na área da empresa de Mineração Hydro Paragominas (3°15'38" S e
132 47°43'28" W), a qual está situada a 70 km do município de Paragominas/PA. Para o estudo foram
133 selecionados três pares de fragmentos florestais que são cortados pela estrada de servidão do
134 mineroduto da empresa (Figura 1), e de uma Linha de Transmissão de energia, os quais estão situados
135 lado a lado, seguindo basicamente o mesmo traçado (Figura 2). A largura total entre a borda do
136 fragmento do lado esquerdo e a borda do fragmento do lado direito, cortado pela estrada de servidão
137 do mineroduto e da Linha de Transmissão, é de cerca de 80 metros. Entre a estrada do de servidão do
138 mineroduto e a Linha de Transmissão de energia, encontra-se uma pequena faixa de vegetação de
139 aproximadamente 5 metros de largura, sendo contínua entre os fragmentos. Para efeitos
140 metodológicos, de agora em diante iremos nos referir a estrada de servidão do mineroduto e a Linha
141 de Transmissão como algo único, denominado de clareira linear.

142 A temperatura média anual na área é de 26,7°C, com uma taxa de precipitação anual variando
143 de 857,8 a 2.787 mm e clima do tipo "AW", conforme classificação de Köppen-Geiger, caracterizado
144 como quente e úmido com estações de chuva e de seca bem definida (Martins *et al.* 2018). A
145 vegetação é caracterizada em três subtipos: floresta densa de terra baixa, floresta densa submontana
146 e floresta densa aluvial (Rodrigues *et al.* 2003).



147
148
149
150

Figura 1. Mapa da área de estudo e dos pontos de amostragem de aves na área de mineração Hydro Paragominas, Pará, Brasil



151
152
153

Figura 2. A - Fragmento florestal à esquerda da clareira linear; B - Estrada de servidão do mineroduto; C – Faixa de vegetação estreita entre a estrada do mineroduto e a faixa de servidão da

154 Linha de transmissão; D – Linha de Transmissão com sua faixa de servidão; E – Fragmento
155 florestal à direita da clareira linear, localizados na área de mineração da Hydro Paragominas, Pará,
156 Brasil

157

158 **COLETA DE DADOS**

159 **Captura e recaptura de aves**

160

161 Foram instaladas quatro linhas de redes, sendo duas linhas com 10 redes no fragmento do lado
162 esquerdo da clareira linear, e duas linhas com 10 redes cada no fragmento a direita da clareira linear.
163 A primeira linha de rede de cada lado foi instalada próxima da borda da floresta que margeia a clareira
164 linear (150 metros de distância da borda), enquanto a segunda linha de rede em cada lado do
165 fragmento florestal foi instalada em seu interior (500 metros de distância da borda), todas paralelas a
166 clareira linear. As redes de neblina eram da marca Ecotone (malha 36 mm, 12 x 2,5 m). As redes
167 foram abertas no período da manhã das 6:00 às 12:00 e revisadas a cada 20 minutos. Os fragmentos
168 foram amostrados entre os meses de novembro de 2022 a novembro de 2023, cada um foi amostrado
169 com redes por 6 dias (2 dias de amostragem x 3 campanhas).

170 Todos os indivíduos capturados foram identificados, medidos, pesados, fotografados,
171 receberam anilhas metálicas fornecidos pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves
172 (CEMAVE - registro do projeto nº 4784; Sisbio nº 84725-1). As recapturas foram identificadas pelos
173 códigos das anilhas, assim foi possível saber de qual linha de rede o indivíduo foi capturado e avaliar
174 as movimentações em relação a clareira linear. Os movimentos de recaptura foram definidos pelos
175 códigos: entre linhas de rede do mesmo lado (ER), lado contrário (LC) e mesma linha de rede (ML).

176

177 **Translocação e espécies focais**

178

179 Para responder a segunda pergunta envolvendo a respostas das espécies de sub-bosque e
180 terrestre em relação a movimentação entre os fragmentos através das clareiras lineares, foi usado o
181 método de translocação. Esse método consiste no ato de retirar o indivíduo do seu território e
182 transportá-lo para um outro local desconhecido, simulando uma dispersão, e assim padronizando a
183 motivação do movimento entre os indivíduos, onde baixas probabilidades de retorno, longos tempos
184 ou maiores rotas de retorno indicam uma baixa conectividade da paisagem (Volpe *et al.* 2014).

185 Foram selecionadas duas espécies de aves insetívoras as quais representam diferentes guildas
186 quanto ao uso das áreas de floresta. A espécie *Pyriglena leuconota* (papa-taoca-de-belém, utiliza o
187 sub-bosque de florestas de terra firme e seguidora regular de formigas-correição (Sick 2001;
188 Maldonado-Coelho *et al.* 2013). A espécie *Formicarius analis* (pinto-do-mato-de-cara-preta) é um
189 insetívoro terrestre de matas de terra firme que permanece residente em seu território, contudo este
190 território pode flutuar entre os anos (Stouffer 2007).

191 Aleatoriamente entre os pares de fragmentos foram capturados nove indivíduos de *Pyriglena*
192 *leuconota* e seis indivíduos de *Formicarius analis*, totalizando 15 indivíduos adultos, os quais foram
193 translocados para o lado contrário da clareira linear onde foram capturados, as distancias entre captura
194 e soltura não foram iguais para todos os indivíduos, contudo, a padronização da distância da soltura
195 referente a borda do fragmento foi padronizada em 10 metros. Cada um dos indivíduos capturados
196 recebeu transmissores de no máximo 5% do peso corpóreo modelo LOTEK (Pico PIC Ag393), sendo
197 esses transmissores acoplados na parte dorsal diretamente na pele com cola de cílios hipoalergênico,
198 assegurando que não serão coladas as penas.

199

200 **Monitoramento por telemetria**

201

202 Após a soltura foi monitorado apenas um indivíduo por vez com o uso receptor Biotracker
203 Receiver 148-156MHz (Lotek), acoplado a uma antena Folding Yagi 3 Element 145-155 MHz
204 (Lotek). Cada indivíduo foi monitorado no primeiro dia logo após a soltura entre os horários das 6 às
205 17:30. Após o primeiro dia, foram registrados pontos para saber a localização do indivíduo se cruzou

206 ou não a clareira linear. O monitoramento foi realizado até o seu retorno ao local onde foi capturado.
 207 Durante o monitoramento do indivíduo, a cada 15 minutos foi registrado, com o auxílio de GPS da
 208 marca Garmin, modelo GPSmap 62s, um ponto de localização, além da direção por meio de uma
 209 bússola e intensidade do sinal do transmissor. Posterior a finalização do experimento, foi anotado se
 210 houve ou não a travessia dos indivíduos, número de dias para travessia, e utilizando o software R, foi
 211 calculada a localização real do indivíduo utilizando os pontos do GPS que foram tirados a cada 15
 212 min onde o observador estava, direção aferida por uma bússola, intensidade do sinal do transmissor
 213 e a distância do indivíduo em relação ao observador.

214 ANÁLISE DE DADOS

215
 216 Para padronizar o esforço amostral, a taxa de recaptura foi calculado dividindo o número de
 217 indivíduos recapturados pelo número de dias de amostragem e quantidade de horas de rede aberta (6
 218 h), para cada uma das linhas de rede. Os tratamentos foram: Taxa de recaptura na mesma linha de
 219 rede (ML), entre linhas de rede do mesmo lado (ER), e lado contrário (LC). O pressuposto de
 220 normalidade dos dados para variável taxa de recaptura não cumpriu as suposições estatísticas da
 221 análise paramétrica, de que a distribuição dos dados é normal. Devido a este resultado foi selecionado
 222 o teste estatístico não paramétrico de Friedman (Friedman 1937), que não possui o pressuposto de
 223 normalidade dos dados, usado também para avaliar as diferenças entre grupos utilizando dados
 224 ordinais e contínuos, como um correspondente não paramétrico a ANOVA de uma via. Ele avalia
 225 cada instância individual e coletivamente, calculando e classificando médias para observações
 226 dependentes. Foi utilizado o teste post-hoc de Dunn (1964), para identificar a diferença entre os
 227 tratamentos, comparando grupos pareados dois a dois. Para corrigir a quantidade de comparações,
 228 foram feitas correção através do método de Bonferroni.

229 Os dados de translocação foram analisados por meio de modelos lineares generalizados
 230 (GLM), para avaliar quais variáveis estão associadas a decisão de retorno das espécies focais para o
 231 local onde foram capturadas. A variável resposta é o número de dias que cada indivíduo levou para a
 232 travessia da clareira linear. Já as variáveis independentes estão representadas na Tabela 1.

233
 234 Tabela 1. Tabela de dados composta pelo nome, definição e importância ecológica das variáveis
 235 independentes

Variável	Definição	Importância Ecológica
Espécie	<i>Pyriglena leuconota</i> e <i>Formicarius analis</i>	A resposta pode variar entre as espécies
DCS	Medida da distância entre ponto de captura e ponto de soltura (m)	Quanto maior a distância, os indivíduos levarão mais dias para efetuar a travessia
DSL	Medida da distância entre ponto de soltura e a borda do lado contrário da clareira linear (m)	Quanto maior a distância, os indivíduos levarão mais dias para efetuar a travessia

237
 238 Inicialmente, verificamos os pressupostos analíticos da análise ao submeter as variáveis ao
 239 teste de Shapiro, que avalia se os dados são semelhantes a uma distribuição normal. Executamos um
 240 modelo linear generalizado, com distribuição Poisson, para verificar a associação entre os dias para
 241 a travessia das espécies (variável resposta) com a distância entre captura e soltura-DCS (variável
 242 explicativa 1), distância entre soltura e a borda do lado contrário da clareira linear-DSL (variável
 243 explicativa 2) e espécies (variável explicativa 3). Para inferir colinearidade entre as variáveis
 244 independentes no modelo utilizando o fator de inflação de variância (VIF), que leva em conta a
 245 colinearidade entre múltiplas variáveis explicativas dentro dos modelos, excluindo variáveis quando
 246 os valores são iguais ou superiores a 3 (Zuur *et al.* 2009). Como os valores eram geralmente baixos
 247 (Espécie: 1.306536; DCS: 1.581278; DSL: 1.882529), essas variáveis foram utilizadas em conjunto
 248 no modelo. Para verificar se os dias de retorno dos indivíduos diferiu entre as duas espécies foco, foi
 249 utilizado o teste U de Mann-Whitney (Hart 2001). Todas as análises foram realizadas no programa R
 250 4.3.2 (R Core Team 2023). Utilizamos o pacote de estatística base do R, com as funções `friedman.test`

251 e dunn_test para o teste de Friedman e teste de Dunn, respectivamente. Para verificar se existe
252 diferença na resposta das espécies foi utilizado o pacote rstatix (Kassambara 2023). Para a GLM,
253 também foi utilizado o pacote base do R, com a função glm. Para gerar os gráficos foi utilizado o
254 pacote ggplot2 (Wickham H. 2016).

255

256 **RESULTADOS**

257

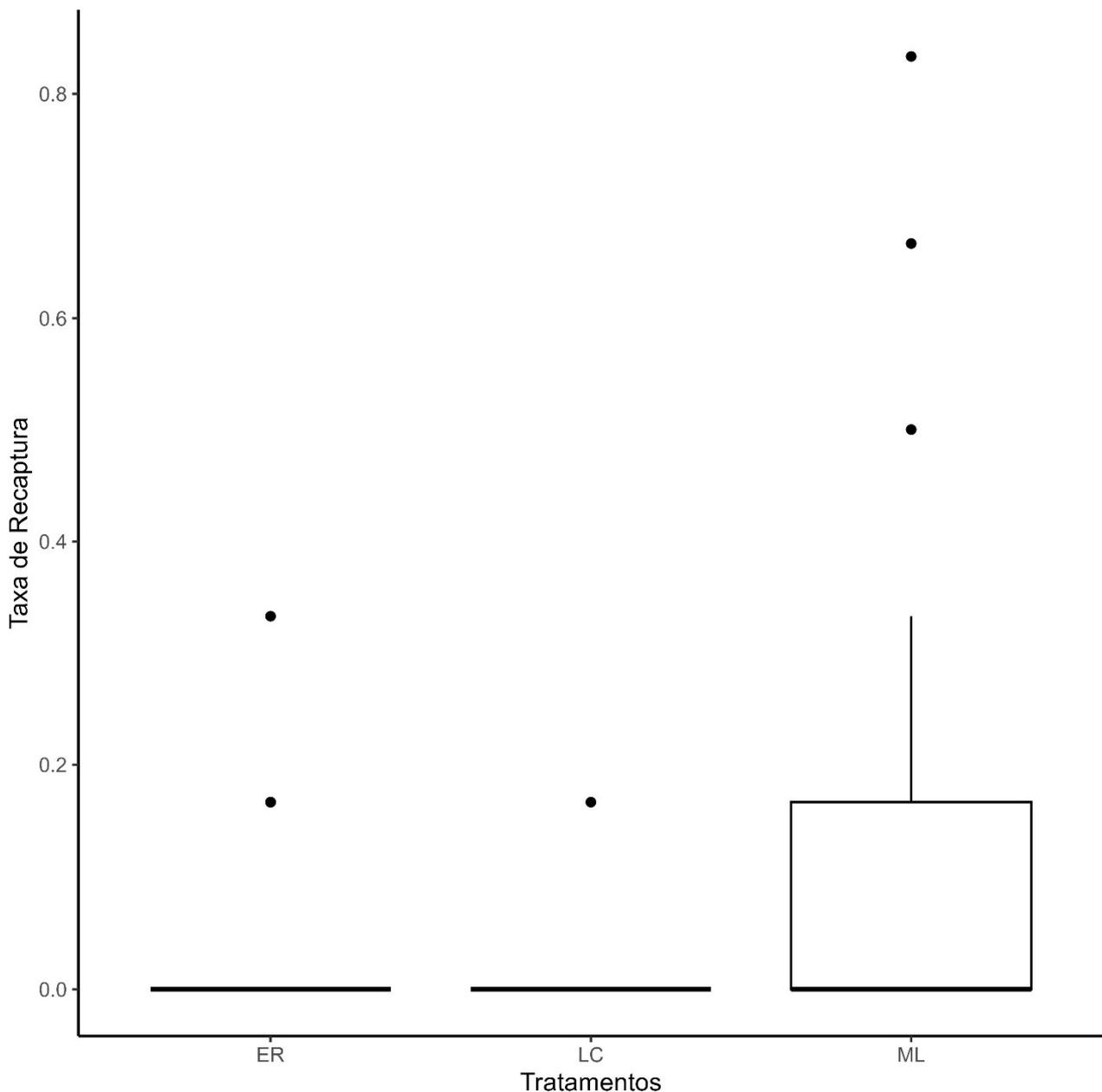
258 Um total de 481 capturas e 39 recapturas foram registradas em 2880 horas de rede de neblina,
259 contabilizando indivíduos de 20 famílias e 57 espécies. As espécies com maiores taxas de captura
260 foram: *Glyphorhynchus spirurus*, *Pyriglena leuconota* e *Willisornis vidua* com 73, 69 e 54 capturas,
261 respectivamente. As famílias com maior riqueza de espécies foram Thamnophilidae (12 espécies) e
262 Dendrocolaptidae (8 espécies). Em relação as espécies alvo, foram capturadas nas redes de neblina:
263 *Pyriglena leuconota* com 69 capturas e *Formicarius analis* com sete capturas.

264

265 **TAXA DE RECAPTURA**

266

267 Apenas um indivíduo foi recapturado do outro lado da clareira linear, uma fêmea de
268 *Willisornis vidua*, capturado na linha de 150 metros e recapturado na linha de 150 metros do outro
269 lado da clareira linear. Oito foram recapturados movendo-se entre as linhas de rede e 30 indivíduos
270 foram recapturados na mesma linha de rede. O teste de Friedman demonstrou que há diferença entre
271 os tratamentos sobre a taxa de recaptura ($X^2_{(3)} = 19.015$; $p < 0.0001$). As combinações do post-hoc
272 de Dunn-Bonferroni entre os tratamentos (LC – ER = $p < 1.00$; ML – ER = $p < 0.177$; ML – LC = p
273 < 0.025) mostrou que a taxa de recaptura tende a ser menor entre os lados opostos da clareira linear
274 (Figura 3).



275
 276 Figura 3. Gráfico de comparação entre as taxas de recaptura dos três tratamentos: entre linhas de
 277 rede do mesmo lado (ER), lado contrário (LC) e mesma linha de rede (ML)
 278

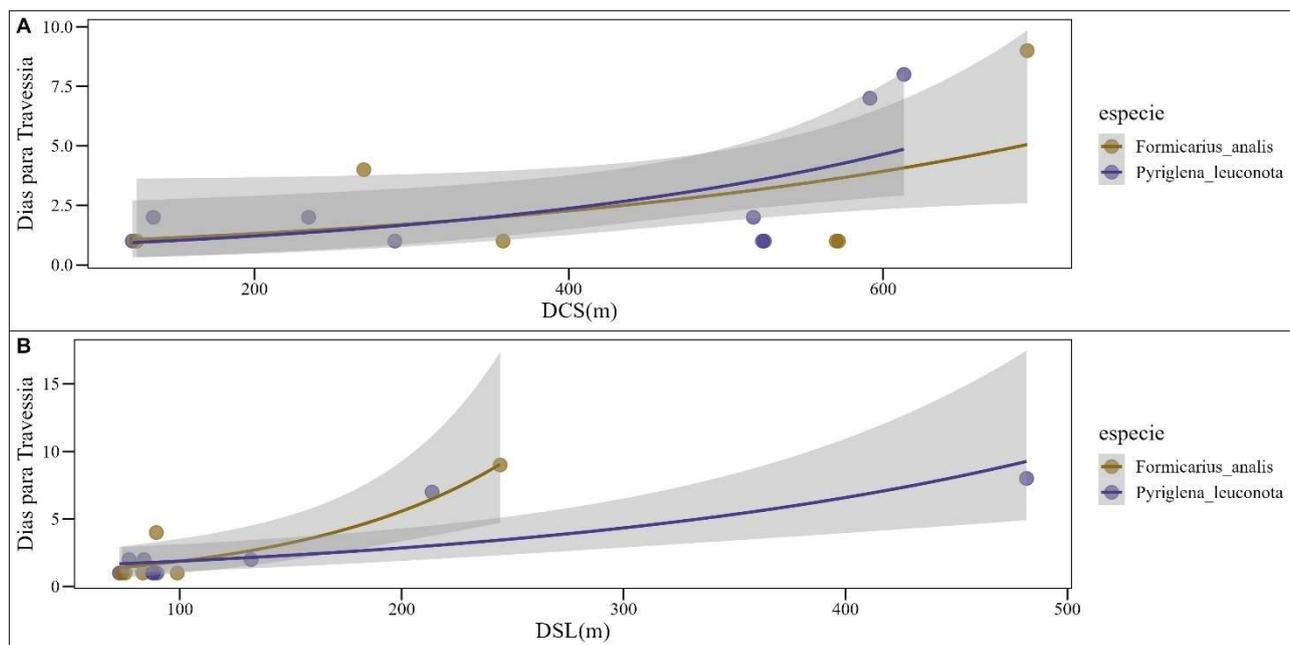
279 **MOVIMENTO DE TRAVESSIA DAS ESPÉCIES FOCAIS**

280
 281 Já para o experimento de translocação e monitoramento por telemetria foram capturados nove
 282 indivíduos de *Pyriglena leuconota* e seis indivíduos de *Formicarius analis*. Dos seis indivíduos de
 283 *Formicarius analis*, quatro retornaram no mesmo dia e apenas um levou nove dias para retornar. Dos
 284 nove indivíduos de *Pyriglena leuconota*, quatro atravessaram no mesmo dia e apenas dois levaram
 285 mais de cinco dias para retornar (Tabela S1). As variáveis relacionadas com o movimento de travessia
 286 que tiveram valores significativos na análise foram a DCS e DSL (Tabela 2). Testamos a influência
 287 da variável espécie, por se tratar de indivíduos com extratos florestais diferentes, contudo, esta
 288 diferença não foi significativa conforme o resultado do teste U de Mann-Whitney ($w = 23.5$; $p <$
 289 0.7008). Em geral, conforme as distâncias entre captura/soltura e soltura/borda do lado contrário
 290 aumentam, o tempo de retorno dos indivíduos também eram maiores (Figura 4).
 291

292 Tabela 2. Tabela de dados com o resumo dos resultados da GLM ao avaliar o efeito das
 293 variáveis espécies, DCS (distância entre o ponto de captura e soltura) e DSL (distância entre ponto
 294 de soltura e a borda do lado contrário da clareira linear) em relação aos dias de retorno dos indivíduos
 295 das espécies foco (*Pyriglena leuconota* e *Formicarius analis*). Valores em negrito foram
 296 significativos estatisticamente ($p < 0.05$).

Variáveis	Estimativa	Erro Padrão	Z	P
Espécie	0.004	13	32.980	0.9498039
DCS	11.530	12	21.450	0.0006848
DSL	9.310	11	12.140	0.0022790

297



298

299 Figura 4. Gráficos dos resultados obtidos pela análise da GLM: A) Efeito da variável DCS (distância
 300 entre captura e soltura) em relação aos dias de retorno; B) Efeito da variável DSL (distância entre
 301 ponto de soltura e a borda do lado contrário) em relação aos dias de retorno. Os pontos nos gráficos
 302 representam cada indivíduo monitorado de cada espécie.

303

304 DISCUSSÃO

305

306 MOVIMENTAÇÃO DA COMUNIDADE DE AVES

307

308 Os resultados deste estudo demonstram que os movimentos da comunidade de aves podem
 309 ser afetados pelas clareiras lineares, uma vez que a taxa de recaptura entre os fragmentos foram
 310 baixos. Isso foi observado para a movimentação entre as linhas de rede, que não obteve diferença
 311 significativa nas recapturas, sugerindo que as aves se movimentam mais localmente. O fato de apenas
 312 uma fêmea de *Willisornis vidua*, ter sido recapturada no outro lado da clareira pode ser explicado
 313 pelas fêmeas terem uma maior proporção emigratória, menor risco de predação na matriz por serem
 314 menos conspícuas e possuírem um maior reconhecimento de rotas mais rápidas e seguras para
 315 dispersão (Awade *et al.* 2017).

316 Algumas espécies florestais não se movimentam entre grandes distâncias (Van Houtan *et al.*
 317 2007) e possuem baixa capacidade de voo (Awade *et al.* 2017), somando ainda o efeito das clareiras
 318 lineares, que é um ambiente aberto, com temperaturas que oscilam, maior intensidade luminosa, além
 319 do efeito de borda, tudo isso afetam consideravelmente a movimentação de aves (Laurance *et al.*

320 2004). Segundo Laurance *et al.* (2004), a clareira causada por estradas teve um efeito negativo,
321 diminuindo a movimentação da comunidade de aves e sendo observado poucos movimentos de cruzar
322 a estrada, corroborando com os resultados deste trabalho. Tremblay & Clair (2009), concluíram que
323 clareiras lineares de aproximadamente 30 m de largura aliadas ao volume do tráfego de veículos,
324 diminuía drasticamente a probabilidade de movimento de aves canoras. Além de influenciar nos
325 comportamentos de vocalização, pois aves canoras demonstraram ser sensíveis a níveis baixos de
326 ruídos (Brumm 2004; Slabbekoorn and Ripmeester 2008; Forman & Alexander 1998), o que pode
327 ser ampliado em vias com maior intensidade de tráfego de veículos, por exemplo.

328 Contudo deve se levar em conta outros fatores que podem estar influenciando nesta resposta.
329 Podemos citar a qualidade ambiental do seu território, que apresenta os recursos necessários para sua
330 alimentação, nidificação e permanência. Relacionado a distância, podemos citar as limitações de
331 alcance perceptivo, as aves conseguem avistar fragmentos próximos, mas caso a distância seja muito
332 maior que o alcance perceptível, as chances de transpor para uma outra mancha na paisagem pode ser
333 menor (Zollner 2000).

334 Laurance & Goosem (2009), relataram que certas espécies não persistem em um universo
335 limitado de um fragmento, vindo a ocorrer extinções, através da combinação de dois fatores efeito de
336 borda e efeitos de área operando, ou seja, algumas espécies após a diminuição da área do fragmento
337 permanecem isoladas e não conseguem dispersar pela matriz aberta. Como podemos observar no
338 trabalho de Stouffer (2020), que acompanhou por 40 anos a dinâmica de isolamento de fragmentos
339 após o desmatamento. Nesse artigo os autores observaram que fragmentos de 1 hectare tiveram um
340 aumento na abundância de aves, em relação a fragmentos de 10 hectares, devido, principalmente, a
341 fuga do desmatamento destas áreas. Após um ano a abundância das aves entrou em declínio
342 acentuado, abaixo dos níveis pré-isolamento. Segundo Laurance & Gomez (2005), uma clareira com
343 aproximadamente 250 metros de largura teve um efeito de barreira para os movimentos de aves
344 florestais. Em um estudo utilizando zonas de efeito de infra-estruturas (IEZ), que é área em que as
345 clareiras lineares afetam o local onde estão inseridas, as aves foram o grupo mais prejudicado, com
346 uma IEZ média de 650 metros, e maior em habitats florestais em comparação com ambientes abertos
347 (Jonge *et al.* 2022).

348 O que podemos supor sobre o isolamento causado pela fragmentação é que, algumas espécies
349 não possuem adaptações morfológicas para cruzar clareiras lineares (Greenberg 1989), de modo a
350 poder alcançar os recursos que estejam no lado oposto. Estudos recentes com um grupo de morcegos
351 comprovou que as estradas podem limitar a conectividade entre as populações, isolando populações,
352 mas este efeito está ocorrendo de maneira lenta contudo já expressiva (Medinas *et al.* 2023).
353 Entretanto, segundo alguns modelos teóricos, a dificuldade imposta para os processos de dispersão,
354 por si só, pode ser suficiente para provocar uma redução na riqueza de espécies, devido ao fato de
355 impedir a deriva genética entre populações que foram separadas (Laurance, Goosem and Laurance
356 2009).

357

358 **TRANSLOCAÇÃO DAS ESPÉCIES FOCAIS**

359 A variável espécie não obteve valor significativo, mesmo sendo espécies de hábitos diferentes,
360 podemos supor que a clareira linear afeta ambas de maneira semelhante. Este resultado pode ser
361 explicado pelo fato de o ambiente já ter sido explorado pelos indivíduos das duas espécies alvo
362 (Cumming *et al.* 2022) e de seus territórios serem próximos um do outro. Esses resultados diferem
363 dos observados por Laurance & Gomez (2005), onde as respostas foram diferentes para cada espécie
364 alvo, por exemplo, *Thamnomanes caesius* retornaram dentro de 3-5 horas; enquanto *Hylophylax*
365 *poecilinota* e *Formicarius colma* retornaram em dois dias para seus territórios de origem. Nós
366 encontramos que o tempo para o retorno das espécies alvo não foram diferentes entre si (Tabela S1),
367 a maioria dos indivíduos retornaram antes de cinco dias e poucos indivíduos levaram mais que cinco
368 dias para o retorno (duas *Pyriglena leuconota* e um *Formicarius analis*).

369 Sobre a variável DCS, quando aumentamos a distância entre captura e soltura, aumenta-se os
370 dias de retorno. O mesmo pode ser observado para a variável DSL, quando aumentamos a distância
371 entre soltura e a borda do lado contrário, aumenta-se os dias para travessia. O que pode estar

372 influenciando no retorno dos indivíduos para seu território de origem pode vir a ser a proximidade
373 entre os fragmentos. Caso as distâncias entre os fragmentos fossem maiores, como clareiras lineares
374 com 250 metros de largura, é provável que houvesse redução da imigração para fragmentos florestais
375 isolados e influenciando padrões de ocupação de manchas (Laurance & Gomez 2005). Uma revisão
376 sistemática feita por Dayananda et al. (2021), avaliando respostas de trabalhos de translocação e
377 movimentação de aves, concluiu que em alguns trabalhos, as clareiras lineares com 50 metros de
378 largura foram responsáveis por inibir o movimento de retorno das espécies, tornando-se barreiras
379 substanciais para aves florestais.

380 Percebe-se que os indivíduos tendem a evitar áreas próximas as clareiras lineares pela
381 diminuição da qualidade do ambiente, ocasionada pela perturbação do tráfego, e a baixa
382 conectividade. Da Silva et al. (2023), avaliaram a correlação de ruídos em estradas pavimentadas com
383 a abundância de *Formicarius colma*, e encontraram que a abundância dessa espécie foi inversamente
384 correlacionada aos ruídos, com sua abundância aumentando apenas a uma distância de 800 metros da
385 estrada pavimentada, o que sugere que essa espécie é bastante susceptível aos impactos decorrentes
386 de clareiras lineares. Este resultado também pode ser observado na redução do retorno da maioria dos
387 indivíduos translocados em cruzamentos de estradas, em relação aos translocados em áreas sem
388 estrada (Teixeira et al. 2020).

389 Vale ressaltar que as aves possuem um alcance perceptível, feito por meio do avistamento de
390 fragmentos vizinhos, mas esse alcance perceptível é limitado pela distância entre os fragmentos
391 (Awade et al. 2017). Alguns estudos avaliaram a distância de percepção de algumas espécies, como
392 por exemplo *Pyriglena leucoptera*, sugerindo que o seu alcance perceptivo foi de aproximadamente
393 80 metros, ou seja, distancias maiores dificultariam as chances de os indivíduos alcançarem outro
394 fragmento, reduzindo o sucesso de dispersão (Awade et al. 2017). Isso corrobora com nossos
395 resultados, onde observamos que esta distância pode inibir os movimentos, mas não os barrar
396 completamente. O tipo de vegetação presente na matriz do entorno de cada fragmento, também
397 influencia na percepção de deslocamento dos indivíduos. Extensas áreas arbustivas podem interferir
398 no deslocamento e localização de aves (Castellón & Sieving 2006), apesar de fornecer abrigo e
399 conectividade dentro de clareiras para outros grupos como roedores (Wang et al. 2008).

400 Outro ponto a ser avaliado é o conhecimento do indivíduo sobre a paisagem local, feito através
401 de explorações em seus movimentos diários, e o comportamento aprendido de outros indivíduos da
402 mesma espécie, como rotas aprendidas em eventos de migração, que podem explicar as mudanças
403 nos seus padrões de movimento que permitem que sobrevivam em ambientes desconhecidos
404 (Cumming et al. 2022). Por exemplo, uma clareira linear que corte o território de alguns indivíduos,
405 pode obrigar uma movimentação em cruzar a clareira linear, sugerindo que a área de vida englobe
406 ambos os lados, segundo observações de Oliveira Jr. et al. (2011), que além dos indivíduos de
407 *Pyriglena leucoptera* que cruzaram a estrada, outros foram observados cruzando ocasionalmente e
408 não retornando ao lado original.

409 O fato de uma clareira linear não inibir totalmente os movimentos dos indivíduos, também
410 pode estar relacionado a ideia de que as aves ao longo do tempo vêm adaptando a sua sobrevivência
411 em ambientes fragmentados (Cheptou et al. 2017). Existe diferença na resposta de espécie presentes
412 em ambientes fragmentados e espécies em áreas florestais (Hansbauer et al. 2010; Cornelius et al.
413 2017). Por exemplo, Cornelius et al. (2017), avaliaram a resposta de aves de floresta e fragmento,
414 utilizando a espécie *Pyriglena leucoptera* como alvo, e verificaram que os indivíduos que vivem em
415 paisagens fragmentadas mais antigas tiveram um sucesso de dispersão maior do que indivíduos de
416 floresta contínua, pois ajustam seu comportamento à medida que ganham experiência com a borda e
417 a matriz de risco. Além disso, padrões de movimento se diferem entre espécies de área contínua e
418 espécies de área fragmentada, onde espécies de áreas fragmentadas passam a maior parte do tempo
419 em comportamento de forrageio, possivelmente devido ao fato que em áreas fragmentadas há maior
420 competição e menor disponibilidade de alimento (Smetzer et al. 2022).

421
422 **CONCLUSÃO**
423

424 Os efeitos das clareiras lineares são evidentes, reduzindo a qualidade do ambiente e da
425 conectividade entre os fragmentos florestais (Teixeira *et al.* 2020; Eisaguirre *et al.* 2020). Nossos
426 resultados demonstram que as clareiras lineares podem se tornar uma barreira a dispersão da
427 comunidade de aves, devido à baixa capacidade das espécies em transpor esse ambiente adverso, em
428 nossos resultados, do total de 481 indivíduos de 57 espécies capturados, apenas um indivíduo foi
429 recapturado no lado oposto da clareira linear avaliada. Para os resultados da telemetria, os seis
430 indivíduos de *Formicarius analis* e nove *Pyriglena leuconota*, retornaram para seu local de origem,
431 contudo não houve diferença na resposta entre as espécies, indicando que a clareira linear afeta ambas
432 de maneira semelhante. Para espécies menos generalistas, como *Pyriglena leuconota* e *Formicarius*
433 *analis*, grandes estradas podem vir a subdividir populações, aumentando a vulnerabilidade e extinções
434 locais (Wilcox and Murphy 1985).

435 Torna-se importante um meio de conexão entre estes ambientes para que possa ocorrer a
436 movimentação dos indivíduos. Mesmo que estas duas espécies possam adaptar-se ao ambiente
437 fragmentado, deve se levar em conta que mesmo entre espécies especialistas florestais as respostas
438 específicas de cada espécie a fragmentação florestal podem variar consideravelmente (Hansbauer *et*
439 *al.* 2010). Sugerimos que possa haver uma redução na distância entre fragmentos, ou a implementação
440 de corredores ecológicos, ou trampolins, para conectar indivíduos da mesma espécie que se
441 encontram em fragmentos próximos (Dayananda *et al.* 2021).

442 As clareiras lineares foram testadas e abordadas, foi encontrado que quando as espécies são
443 submetidas a um estímulo de movimentação (translocação no caso do experimento), ou seja, que as
444 forcem a se movimentar além da sua área de vida usual. Estas espécies podem transpor clareiras
445 lineares com largura de aproximadamente 80 metros e que a taxa de travessia em condições naturais
446 parece ser muito baixa. Portanto, no cenário da mineração a supressão da vegetação e afugentamento
447 de espécies inerente ao processo de supressão pode funcionar como esse estímulo de movimentação
448 e a partir disso demonstrar que promover os corredores e conexões para diminuir a distância entre
449 fragmentos seria uma ação mitigatória aos impactos.

450

451 REFERÊNCIAS

452

453 Ahmed SE, Lees AC, Moura NG, Gardner TA, Barlow J, Ferreira J, Ewers RM (2014) Road networks
454 predict human influence on Amazonian bird communities. *Proceedings of the Royal Society B*
455 281:20141742. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1742>

456 Andrews A (1990) Fragmentation of Habitat by Roads and Utility Corridors: A Review. *Australian*
457 *Zoologist* 26(3-4): 130-141. <https://doi.org/10.7882/AZ.1990.005>

458 Awade M, Candia-Gallardo C, Cornelius C, Metzger JP (2017) High Emigration Propensity and Low
459 Mortality on Transfer Drives Female-Biased Dispersal of *Pyriglena leucoptera* in Fragmented
460 Landscapes. *PLoS ONE* 12(1):e0170493. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170493>

461 Baguette M, Van Dyck H (2007) Landscape connectivity and animal behavior: Functional grain as a
462 key determinant for dispersal. *Landscape Ecology* 22: 1117-1129.

463 Betts MG, Gutzwiller KJ, Smith MJ, Robinson WD, Hadley AS (2015) Improving inferences about
464 functional connectivity from animal translocation experiments. *Landscape Ecology*, 30:585-593.

465 Bennett VJ, (2017) Effects of road density and pattern on the conservation of species and biodiversity.
466 *Current Landscape Ecology Reports* 2:1-11.

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

- 469 Carthew SM, Jones KMW, Lawe M (2013) Responses of small vertebrates to linear clearings in a
470 South Australian woodland. *Ecological Research* 28: 1003-1010.
- 471 Castellon TD, Sieving KE (2006) An Experimental Test of Matrix Permeability and Corridor Use by
472 an Endemic Understory Bird. *Conservation Biology* 20(1): 135–145. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00332.x>
- 474 Cheptou PO, Hargreaves AL, Bonte D, Jacquemyn H (2017) Adaptation to
475 fragmentation: evolutionary dynamics driven by human influences. *Philosophical Transactions of the
476 Royal Society B: Biological Sciences*. 372(1712):20160037. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0037>
- 477 Cornelius C, Awade M, Cândia-Gallardo C, Sieving KE, Metzger JP (2017) Habitat fragmentation
478 drives inter-population variation in dispersal behavior in a Neotropical rainforest bird. *Perspectives
479 in Ecology and Conservation* (15):3–9. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.02.002>.
- 480 Cumming GS, Henry DAW, Reynolds C (2022) Translocation experiment gives new insights into
481 the navigation capacity of an African duck. *Diversity and Distributions*. 28(5):1034–1049.
482 <https://doi.org/10.1111/ddi.13510>
- 483 da Silva JN, Banhos A, Azevedo CS, Diniz P, Duca C (2023) Highway noise decreases the abundance
484 of an understory rainforest bird. *Emu - Austral Ornithology* 123(4): 303-309.
485 <https://doi.org/10.1080/01584197.2023.2253837>
- 486 Dayananda SK, Mammides C, Liang D, Kotagama SW, Goodale E (2021) A review of avian
487 experimental translocations that measure movement through human-modified landscapes. *Global
488 Ecology and Conservation* 31:e01876. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01876>
- 489 Dunn OJ (1964) Multiple Comparisons Using Rank Sums. *Technometrics* 6(3): 241-252.
490 <https://doi.org/10.1080/00401706.1964.10490181>
- 491 Eisaguirre JM, Booms TL, Barger CP, Lewis SB, Breed GA (2020) Novel step selection analyses on
492 energy landscapes reveal how linear features alter migrations of soaring Birds. *Journal of Animal
493 Ecology* 89:2567–2583. DOI: 10.1111/1365-2656.13335
- 494 EPE (2020) Plano Nacional de Energia - PNE 2050. Brasilia. Available at:
495 [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico563/Relatorio_Final_do_PNE_2050.pdf)
496 [dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico563/Relatorio Final do PNE](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico563/Relatorio_Final_do_PNE_2050.pdf)
497 [2050.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico563/Relatorio_Final_do_PNE_2050.pdf).
- 498 Fahrig L, Rytwinski T (2009) Effects of roads on animal abundance: An empirical review and
499 synthesis. *Ecology and Society* 14(1):21.
- 500 Fearnside PM (2002) Avanço Brasil: environmental and social consequences of Brazil's planned
501 infrastructure in Amazonia. *Environmental Management* 30:735–747.
- 502 Forman RTT, Alexander LE (1998) Roads and their major ecological effects. *Annual Ecology and
503 Systematics Review* 29: 207–231. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207>
- 504 Forman RTT, Deblinger RD (2000) The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA)
505 suburban Highway. *Conservation Biology* 14: 36-46. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99088.x>
- 507 Friedman M (1937) The Use of Ranks to Avoid the Assumption of Normality Implicit in the Analysis
508 of Variance, *Journal of the American Statistical Association* 32(200): 675-701.
509 <https://doi.org/10.1080/01621459.1937.10503522>

510 Galea B, Humle T (2021) Identifying and mitigating the impacts on primates of transportation and
511 service corridors. *Society for Conservation Biology* 36(1): e13836.
512 <https://doi.org/10.1111/cobi.13836>

513 Global Forest Watch (2022) [https://www.globalforestwatch.org/blog/data-and-research/2022-tree-](https://www.globalforestwatch.org/blog/data-and-research/2022-tree-cover-loss-data-explained/)
514 [cover-loss-data-explained/](https://www.globalforestwatch.org/blog/data-and-research/2022-tree-cover-loss-data-explained/). Acessado em 15 de fevereiro de 2024

515 Goodwin S E, Shriver W G (2011). Effects of traffic noise on occupancy patterns of forest birds.
516 *Conservation Biology* 25(2):406-411. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01602.x>

517 Greenberg R (1989) Neophobia, aversion to open space, and ecological plasticity in Song and Swamp
518 Sparrows Canadian. *Journal of Zoology* 67:1194–1199. <https://doi.org/10.1139/z89-172>

519 Hansbauer MM, Storch I, Knauer F, Pilz S, Kuchenhoff H, Végvári Z, Pimentel RG, Metzger JP
520 (2010) Landscape perception by forest understory Birds in the Atlantic Rainforest: black-and-white
521 versus shades of grey. *Landscape Ecology* 25:407–417.

522 Hanski I (1998) Metapopulation dynamics. *Nature* 396:41-49.

523 Hart A (2001). Mann-Whitney test is not just a test of medians: differences in spread can be important.
524 *Bmj* 323(7309): 391-393.

525 Hooke, R leB, Martín-Duque J.F (2012) Land transformation by human: a review. *The Geological*
526 *Society of America* 22: 4–10. [10.1130/GSAT151A.1](https://doi.org/10.1130/GSAT151A.1)

527 Jaeger JAG, Bowman J, Brennan J, Fahrig L, Bert D, Bouchard J, Charbonneau N, Frank K, Gruber
528 B, von Toschanowitz KT (2005) Predicting when animal populations are at risk from roads: an
529 interactive model of road avoidance behavior. *Ecological Modelling* 185:329-348.
530 <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.12.015>

531 Jaeger JAG, Fahrig L (2004) Effects of road fencing on population persistence. *Conservation Biology*
532 18(6):1651–1657. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00304.x>

533 Jones DN, Bond ARF (2010) Road barrier effect on small birds removed by vegetated overpass in
534 South East Queensland. *Ecological Management & Restoration* 11, 1–15.

535 Jonge MMJ, Gallego-Zamorano J, Huijbregts MAJ, Schipper AM, Benítez-López A (2022) The
536 impacts of linear infrastructure on terrestrial vertebrate populations: A trait-based approach. *Global*
537 *Change Biology* 28(24): 7217-7233. <https://doi.org/10.1111/gcb.16450>

538 Kassambara A (2023). *_rstatix: Pipe-Friendly Framework for Basic Statistical Tests_*. R package
539 version 0.7.2, <<https://CRAN.R-project.org/package=rstatix>>.

540 Keller I, Largiadèr CR (2003) Recent habitat fragmentation caused by major roads leads to reduction
541 of gene flow and loss of genetic variability in ground beetles. *Proceedings of the Royal Society B*
542 27:417-423. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2247>

543 King DI, DeGraaf RM (2002) The effect of forest roads on the reproductive success of forest-dwelling
544 passerines Birds. *Forest Science* 48:391-396. <https://doi.org/10.1093/forestscience/48.2.391>

- 545 Kociolek AV, Clevenger AP, Clair CCS, Proppe DS (2011) Effects of road networks on bird
546 populations. *Conservation Biology* 25(2):241–249. [https://doi.org/10.1111/j.1523-](https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01635.x)
547 1739.2010.01635.x
- 548 Laurance WF, Cochrane MA, Bergen S, Fearnside PM, Delamonica P, Barber C, D'Angelo S,
549 Fernandes T (2001) The future of the Brazilian Amazon. *Science* 291:438–439. DOI:
550 10.1126/ciência.291.5503.438
- 551 Laurance SGW, Stouffer PC, Laurance WF (2004) Effects of road clearings on movement patterns
552 of understory rainforest birds in central Amazonia. *Conservation Biology* 18:1099-1109.
553 <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00268.x>
- 554 Laurance SGW, Gomez SM (2005) Clearing Width and Movements of Understory Rainforest Birds.
555 *Biotropica* 37(1):149–152. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.04099.x>
- 556 Laurance WF, Goosem M (2009) impacts of habitat fragmentation and linear clearings on australian
557 rainforest biota. Blackwell Publishing 295-306. In N.E. Stork and S.M. Turton (eds) *Living in a*
558 *Dynamic Tropical Forest Landscape*. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 295–306.
559 10.1002/9781444300321.ch23
- 560 Laurance WF, Goosem M, Laurance SGW (2009) Impacts of roads and linear clearings on tropical
561 forests. *Trends in Ecology and Evolution* 24(12) 659-669. 10.1016/j.tree.2009.06.009
- 562 Laurance WF, Camargo JLC, Luizão RCC, Laurance SG, Pimm SL, Bruna EM, Stouffer PC,
563 Williamson GB, Benítez-Malvido J, Vasconcelos HL, Houtan KS van, Zartman CE, Boyle SA,
564 Didham RK, Andrade A, Lovejoy TE (2011) The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year
565 investigation. *Biological Conservation* 144:56–67. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.021>
- 566 Lees AC, Peres CA (2009) Gap-crossing movements predict species occupation in Amazonian forest
567 fragments. *Oikos* 118:280-290. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2008.16842.x>
- 568 Maldonado-Coelho M, Blake JG, Silveira LF, Batalha-Filho H (2013) Rivers, refuges and population
569 divergent of fire-eyes antbirds (*Pyriglena*) in the Amazon Basin. *Journal of Evolutionary Biology*
570 26:1090-1107. <https://doi.org/10.1111/jeb.12123>
- 571 Martins WBR, Ferreira GC, Souza FP, Dionisio LFS, Oliveira FA (2018) Deposição de serrapilheira
572 e nutrientes em áreas de mineração submetidas a métodos de restauração florestal em Paragominas,
573 Pará. *Revista Floresta* 48: 37-48.
- 574 Medinas D, Ribeiro V, Barbosa S, Valerio F, Marques JT, Rabelo H, Paupério J, Santos S, Mira A
575 (2023). Fine scale genetics reveals the subtle negative effects of roads on an endangered bat. *Science*
576 *of the Total Environment* 869:161705. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161705>
- 577 Meijer JR, Huijbregts MA, Schotten KC, Schipper AM (2018) Global patterns of current and future
578 road infrastructure. *Environmental Research Letters* 13:064006. [https://doi.org/10.1088/1748-](https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabd42)
579 9326/aabd42
- 580 Mkpuma RO, Okeke OC, Abraham EM (2015) Environmental Problems of Surface and Underground
581 Mining: a review. *The International Journal of Engineering and Science*, 4:12-20.

- 582 Mumme RL, Schoech SJ, Woolfenden GE, Filzpatrick JW (2000) Life and death in the fast lane:
583 demographic consequences of road mortality in the Florida scrub-jay. *Conservation Biology* 14:501-
584 512. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98370.x>
- 585 Oliveira Jr PRR de, Alberts CC, Francisco MR (2011) Impact of Road Clearings on the Movements
586 of Three Understory Insectivorous Bird Species in the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 43(5):
587 628–632. 2011 10.1111/j.1744-7429.2010.00744.x
- 588 Oliveira RR; Zaú AS (1998) Impactos da instalação de linhas de transmissão sobre ecossistemas
589 florestais. *Floresta e Ambiente* 5: 184-191.
- 590 Ortega YK, Capen DE (1999) Effects of forest roads on habitat quality for ovenbirds in a forested
591 landscape. *The Auk* 116:937-946. <https://doi.org/10.2307/4089673>
- 592 R Core Team (2023) R: A language and environment for statistical computing R Foundation for
593 Statistical Computing, Vienna, Austria, URL <https://www.R-project.org/>
- 594 Rioux S, Savard J-PL and Gerick AA (2013) Avian mortalities due to transmission line collisions: a
595 review of current estimates and field methods with an emphasis on applications to the Canadian
596 electric network. *Avian Conservation and Ecology* 8(2):7. <http://dx.doi.org/10.5751/ACE-00614-080207>
- 598 Rodrigues TE, Silva RC, Silva JML, Oliveira Júnior RC, Gama JRNF, Valente MA (2003)
599 Caracterização e classificação dos solos do município de Paragominas, Estado do Pará Belém:
600 Embrapa Amazônia Oriental, 49 p (Documentos n 162).
- 601 Seibert HC, Conover JH (1991) Mortality of vertebrates and invertebrates on na Athens County, Ohio,
602 highway Ohio. *Journal of Science* 91:163-166.
- 603 Sick H (2001) *Ornitologia brasileira* Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- 604 Slabbekoorn H, Ripmeester EAP (2008) Birdsong and anthropogenic noise: implications and
605 applications for conservation molecular. *Ecology* 17:72-83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03487.x>
- 607 Smetzer JR, Paxton KL, Hart PL, Paxton EH (2022) Activity patterns of Hawaiian forest birds in a
608 fragmented and continuous landscape. *Journal of Avian Biology* 2022(4):e02905.
609 <https://doi.org/10.1111/jav.02905>
- 610 Soares-Filho BS, Nepstad DC, Curran LM, Cerqueira GC, Garcia RA, Ramos CA, Voll, E McDonald
611 A, Lefebvre P, Schlesinger P (2006) Modeling conservation in the Amazon basin. *Nature* 440:520-
612 523.
- 613 Sonter LJ, Herrera D, Barrett DJ, Galford GL, Moran CJ, Soares-Filho BS 2017. Mining drives
614 extensive deforestation in the Brazilian Amazon. *Nature Communications* 8:1013.
- 615 Spooner GP, Smallbone L (2009) Effects of road age on the structure of roadside vegetation in South-
616 eastern Australia *Agriculture Ecosystems. Environment* 129:57-64.
617 <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.07.008>
- 618 Stouffer PC (2007) Density, territory size, and long-term spatial dynamics of a guild of terrestrial
619 insectivorous birds near Manaus, Brazil. *The Auk* 124:291–306.
620 <https://doi.org/10.1093/auk/124.1.291>
- 621 Stouffer PC (2020) Birds in fragmented Amazonian rainforest: lessons from 40 years at the biological
622 dynamics of forest fragments Project. *The Condor* 122:1-15. <https://doi.org/10.1093/condor/duaa005>

- 623 Summers P D, Cunnington GM, Fahrig L (2011) Are the negative effects of roads on breeding birds
 624 caused by traffic noise? *Journal of Applied Ecology*, 48(6):1527–1534.
 625 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02041.x>
- 626 Taylor PD, Fahrig L, Henein K, Merriam G (1993) Connectivity is a vital element of landscape
 627 structure. *Oikos* 68:571-573. <https://doi.org/10.2307/3544927>
- 628 Teixeira FZ, Rytwinski T, Fahrig L (2020) Inference in road ecology research: what we know versus
 629 what we think we know. *Biology Letters* 16(7):20200140. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2020.0140>
- 630 Tremblay MA, St Clair CC (2009) Factors affecting the permeability of transportation and riparian
 631 corridors to the movements of songbirds in an urban landscape. *Journal of Applied Ecology* 46:1314-
 632 1322. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01717.x>
- 633 Van Houtan KS, Pimm SL, Halley JM, Bierregaard Jr. RO, Lovejoy TE (2007) Dispersal of
 634 Amazonian birds in continuous and fragmented forest. *Ecology Letters* 10(3):219-229.
 635 <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01004.x>
- 636 Volpe NL, Hadley AS, Robinson WD, Betts MG (2014) Functional connectivity experiments reflect
 637 routine movement behavior of a tropical hummingbird species. *Ecological Applications*, 24(8):2122–
 638 2131. <https://doi.org/10.1890/13-2168.1>
- 639 Wang YH, Yang KC, Bridgman CL, Lin LK (2008) Habitat suitability modelling to correlate gene
 640 flow with landscape connectivity. *Landscape Ecol* 23:989–1000.
- 641 Whitworth A, Beirne C, Rowe J, Ross F, Acton C, Brudekin O, Brown P (2015) The response of
 642 faunal biodiversity to na unmarked road in the Western Amazon. *Biodiversity and Conservation*,
 643 24:1657-1670.
- 644 Wickham H (2016) *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis* Springer-Verlag New York
- 645 Wilcox BA, Murphy DD (1985) Conservation Strategy: The Effects of Fragmentation on Extinction.
 646 *The American naturalista* 125:879-887
- 647 Zollner PA (2000) Comparing the landscape level perceptual abilities of forest sciurids in fragmented
 648 agricultural landscapes. *Landscape Ecology*. 15:523-33.
- 649 Zuur A, Ieno EN, Walker N, Saveliev AA, Smith GM (2009) *Mixed effects models and extensions*
 650 *in ecology with R*. Springer Science & Business Media, New York, NY.

651

652 **MATEIRA SUPLEMENTAR**

653

654 Tabela S1. Tabela de dados com o resumo das respostas de retorno de cada indivíduo das espécies
 655 focais. Contendo espécie, número de anilha, data da captura e translocação e o número de dias para
 656 sua travessia

Espécie	Anilha	Data da captura e translocação	Dias para Travessia
<i>Formicarius analis</i>	G111558	06/06/2023	9 dias

<i>Formicarius analis</i>	H115635	16/06/2023	mesmo dia
<i>Formicarius analis</i>	H115639	13/09/2023	mesmo dia
<i>Formicarius analis</i>	G111589	13/09/2023	4 dias
<i>Formicarius analis</i>	H115633	16/09/2023	mesmo dia
<i>Formicarius analis</i>	G96375	02/11/2023	mesmo dia
<i>Pyriglena leuconota</i>	G111575	07/06/2023	2 dias
<i>Pyriglena leuconota</i>	G111574	07/06/2023	7 dias
<i>Pyriglena leuconota</i>	G111578	13/06/2023	4 dias
<i>Pyriglena leuconota</i>	G111580	15/06/2023	mesmo dia
<i>Pyriglena leuconota</i>	F64866	12/09/2023	8 dias
<i>Pyriglena leuconota</i>	G111599	18/09/2023	2 dias
<i>Pyriglena leuconota</i>	G107499	20/09/2023	mesmo dia
<i>Pyriglena leuconota</i>	F64882	21/09/2023	mesmo dia
<i>Pyriglena leuconota</i>	G111576	21/09/2023	mesmo dia
