

PERCEPÇÃO DO RISCO DE PREDACÃO POR MICOS-LEÕES-DOURADOS
(*Leontopithecus rosalia*) E SAGUIS (*Callithrix* spp.) EM RELAÇÃO ÀS
ESTRUTURAS DE CONECTIVIDADE ARTIFICIAL SOBRE FAIXAS DE
DUTOS DE ÓLEO E GÁS

LUIS ALBERTO LÓPEZ RAMIREZ

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO–
UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
JANEIRO – 2022

PERCEPÇÃO DO RISCO DE PREDACÃO POR MICOS-LEÕES-DOURADOS
(*Leontopithecus rosalia*) E SAGUIS (*Callithrix* spp.) EM RELAÇÃO ÀS
ESTRUTURAS DE CONECTIVIDADE ARTIFICIAL SOBRE FAIXAS DE
DUTOS DE ÓLEO E GÁS

LUIS ALBERTO LÓPEZ RAMIREZ

Dissertação apresentada ao Programa de Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Dr. Carlos Ramon Ruiz-Miranda

Co-Orientadora: Dra. Priscila da Silva Lucas

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

JANEIRO – 2022

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

R173

Ramirez, Luis Alberto López.

Percepção do risco de predação por micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*) e saguis (*Callithrix* spp.) em relação às estruturas de conectividade artificial sobre faixas de dutos de óleo e gás / Luis Alberto López Ramirez. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2022.

48 f. : il.

Inclui bibliografia.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia, 2022.

Orientador: Carlos Ramón Ruiz Miranda.

1. risco de predação. 2. paisagem do medo. 3. conservação. 4. efeitos antrópicos. 5. primatas. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 577

PERCEPÇÃO DO RISCO DE PREDACÃO POR MICOS-LEÕES-DOURADOS
(*Leontopithecus rosalia*) E SAGUIS (*Callithrix* spp.) EM RELAÇÃO ÀS
ESTRUTURAS DE CONECTIVIDADE ARTIFICIAL SOBRE FAIXAS DE
DUTOS DE ÓLEO E GÁS

LUIS ALBERTO LÓPEZ RAMIREZ

Dissertação apresentada ao Programa de Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em: 28/01/2022


Comissão examinadora:



Dra. Caryne Aparecida de Carvalho Braga (UENF)



Dr. Helio Kinast Cruz Secco (Falco Ambiental)



Dra. Milene Amâncio Alves-Eigenheer (UENF)



Dr. Carlos Ramon Ruiz-Miranda (UENF)

Orientador



Dra. Priscila da Silva Lucas (UENF)
Co-orientadora



Governo do Estado do Rio de Janeiro
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

DECLARAÇÃO

Eu, Marina Satika Suzuki, coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPG-ERN) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), seguindo a Resolução CPPG nº2 de 2021, declaro validadas as assinaturas constantes da Folha de Assinaturas da Dissertação intitulada "PERCEPÇÃO DO RISCO DE PREDACÃO POR MICOS-LEÕES-DOURADOS (*Leontopithecus rosalia*) E SAGUIS (*Callithrix* spp.) EM RELAÇÃO ÀS ESTRUTURAS DE CONECTIVIDADE ARTIFICIAL SOBRE FAIXAS DE DUTOS DE ÓLEO E GÁS" de autoria de LUIS ALBERTO LÓPEZ RAMIREZ, defendida no dia 28 de janeiro de 2022.

Campos dos Goytacazes, 31 de março de 2022

Marina Satika Suzuki
Coordenadora PPG-ERN / UENF
ID. Funcional 641333-1



Documento assinado eletronicamente por **Marina Satika Suzuki**, **Coordenadora**, em 31/03/2022, às 12:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento nos art. 21º e 22º do [Decreto nº 46.730, de 9 de agosto de 2019](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.fazenda.rj.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=6, informando o código verificador **30754492** e o código CRC **4EB71697**.

Referência: Processo nº SEI-260009/002124/2021

SEI nº 30754492

Avenida Alberto Lamego, 2000, - Bairro Pq. Califórnia, Campos dos Goytacazes/RJ, CEP 28013-602
Telefone: - www.uenf.br

DEDICATÓRIA

*À minha mãe Sra. YOLANDA, por ser
minha coluna vertebral em tudo o que
faço e por me ensinar que conquistas são
alcançadas com sacrifício e dedicação. À
minha irmã PILAR pelo apoio
incondicional prestado antes e durante o
mestrado.*

AGRADECIMENTOS

A Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS), Associação Mico Leão Dourado (AMLD) e a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pelo apoio econômico e logístico prestado para o desenvolvimento deste trabalho, que foi executado no âmbito do Projeto: “Avaliação do efeito de faixas de dutos na conectividade da paisagem da mastofauna e análise da eficácia de estruturas de travessia faunística”.

O meu sincero e profundo agradecimento ao meu orientador, Dr. Carlos Ramon Ruiz-Miranda, coordenador do Setor de Etologia Aplicada à Reintrodução e Conservação de Animais Silvestres (SERCAS-UENF), e responsável pelo referido projeto, de quem tive a honra em conhecê-lo, além de transmitir-me seu enorme conhecimento sobre a eco-etologia dos gêneros *Callithrix* e *Leontopithecus* para a execução desse trabalho.

Meus agradecimentos à minha orientadora de tese, Dra. Priscila da Silva Lucas pela excelente orientação, conselhos durante o desenvolvimento deste trabalho. Além disso, agradeço infinitamente à Dra. Talitha Mayumi Francisco que me acolheu e me fez sentir confortável nos ambientes do SERCAS, também pelos conselhos e apoio incondicional prestados ao longo deste tempo.

Deferência especial aos alunos Henrique Simfrone, Gabriel Comelli e os Srs. Joziel Araujo Quintanilha e Renato Xavier de Oliveira, integrantes da equipe técnica da AMLD, com quem compartilhei experiências encantadoras e indelévels na Mata Atlântica, e que me apoiaram nos trabalhos de campo.

Ao Matheus de Souza Moraes pela amizade sincera e pelo apoio incondicional durante o mestrado. Agradeço imensamente a Jéssica Castro Rocha pela confiança depositada em mim, pela sua enorme paciência e sábios conselhos, bem como pelo apoio emocional que me deu antes do início da pandemia COVID-19.

A todos os proprietários por nos permitirem entrar nas suas fazendas para o monitoramento das pontes, sem eles a execução dos trabalhos de campo e o cumprimento dos nossos objetivos também não teriam estado cristalizados.

Ao programa de pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPG-ERN), ao Laboratório de Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pela oportunidade de cursar o mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A educação pública do estado do Rio de Janeiro, por me permitir completar mais essa etapa da minha formação acadêmica.

A Assessoria de Assuntos Internacionais e Institucionais (ASSAI) dirigida pela Profa. Dra. Ângela Pierre Vitoria e ao Reitor Prof. Raul E. Lopez Machado pelo apoio para a obtenção e prorrogação do meu visto.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	v
AGRADECIMENTOS	vi
SUMÁRIO.....	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo geral	3
2.2. Objetivo específico	3
3. HIPÓTESES E PREDIÇÕES.....	3
4. MATERIALES E MÉTODOS.....	4
4.1. Área de estudo.....	4
4.2. Trabalho de campo	5
4.2.1. Seleção de locais para instalação de pontes.....	5
4.2.2. Instalação de pontes de dossel	6
4.2.3. Monitoramento de ponte.....	9
4.3. Trabalho post campo.....	11
4.3.1. Número de vídeos obtidos.....	11
4.3.2. Eventos de travessia	12
4.3.3. Dados de comportamento	13
4.4. Análise de dados.....	14
5. RESULTADOS	16
6. DISCUSSÃO	22
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. APA - Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João / Mico-Leão-Dourado.	4
Figura 2. Localização dos locais selecionados para a instalação de pontes de dossel distribuídas em quatro fazendas na APA Bacia do Rio São João / Mico-Leão-Dourado: A) Dois Irmãos, B) Iguape, C) Flandria, D) Igarapé.....	6
Figura 3. Ponte de dossel artificial instalada na Fazenda Iguapé.....	8
Figura 4. Ponte de dossel artificial instalada na Fazenda Flandria.....	8
Figura 5. Localização das armadilhas nas pontes de dossel artificial sobre a faixa do oleoduto.....	10
Figura 6. Instalação das armadilhas nas pontes de dossel artificial na floresta.	10
Figura 7. Média (e padrão desvio) de eventos de vigilância por evento de travessia para ambas as espécies nas condições de ponte sobre a faixa de dutos e controle dentro da floresta.....	19
Figura 8. Porcentagem de eventos de travessia por espécie nos quais houve vigilância inicial nas pontes sobre as faixas de dutos e no controle no interior da floresta.	19
Figura 9. Porcentagem dos eventos de travessia por espécie nos quais os indivíduos mostraram ambivalência nas pontes sobre as faixas de dutos ou no controle no interior da floresta.	21
Figura 10. Porcentagem dos eventos de travessia por espécie nos quais houve emissão de vocalizações de alarme nas pontes sobre as faixas de dutos ou no controle no interior da floresta.	21
Figura 11. Porcentagem dos eventos de travessia nos quais houve marcação olfativa nas pontes sobre as faixas de dutos ou no controle no interior da floresta.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Data de instalação das pontes de tratamento e controle, e coordenadas geográficas das armadilhas fotográficas.	7
Tabela 2. Número de vídeos que registram o uso de pontes por primatas na Fase I.	11
Tabela 3. Número de vídeos que registram o uso de pontes por primatas na Fase II.	11
Tabela 4. Número de eventos de travessia identificados por espécie e por fazendas e eventos escolhidos para a coleta de dados de comportamento na Fase I.	12
Tabela 5. Número de eventos de travessia por espécie e por condição experimental na Fase II.	13
Tabela 6. Eventos escolhidos aleatoriamente por espécie e por tipo de tratamento para a coleta de dados de comportamento na Fase II.	13
Tabela 7. Perguntas, variáveis e testes para o andamento do trabalho.	15
Tabela 8. Total de eventos de travessia registrados por fase do estudo, condição experimental e tipo de agrupamento social para cada espécie de estudo.	16
Tabela 9. Resultados das análises GLMM para o efeito de fase do estudo (inicial e final) nas variáveis de percepção de risco. Todos os valores para cada fase são porcentagens, com exceção no número de vigilância que está expressado em valor médio (padrão desvio).	17
Tabela 10. Valores estimados dos modelos GLMM ajustados para o efeito de grupo (em grupo versus individual) nas variáveis de percepção do risco em primatas durante travessias de fauna em pontes copa-a-copa na APA da Bacia do Rio São João, RJ.	18
Tabela 11. Valores estimados dos modelos GLMM ajustados para o efeito de grupo (em grupo versus individual) nas variáveis de percepção do risco em primatas durante travessias de fauna em pontes copa-a-copa na APA da Bacia do Rio São João, RJ.	20

RESUMO

Um dos efeitos negativos das infraestruturas lineares é a formação de barreiras aos movimentos das espécies da fauna, principalmente arbóreas, resultando na redução da conectividade entre populações e, assim, aumentando o risco de extinção. Uma das formas mais utilizadas para mitigar esses efeitos de barreira são as pontes de dossel. Há uma falta de conhecimento sobre como a eficácia das pontes de dossel é afetada pelas diferenças comportamentais entre as espécies. O objetivo deste estudo foi avaliar a hipótese de que os híbridos *Leontopithecus rosalia* e *Callithrix* spp. percebem pontes de dossel como locais de predação de alto risco. Para isso, foram instaladas 4 pontes de dossel sobre a faixa do gasoduto de petróleo e gás, e outras 4 dentro da floresta (controle) que foram monitoradas com armadilhas de câmera estrategicamente localizadas para registrar o comportamento dos primatas em sua jornada. Dos eventos de travessia identificados em 1917, 356 eventos foram escolhidos aleatoriamente para coleta de dados comportamentais. Foram 173 eventos de travessia de grupo e 183 eventos de travessia individual. Houve poucas travessias mistas (7,9%) com as duas espécies presentes. Ambas as espécies apresentaram significativamente mais comportamentos relacionados à percepção de risco de predação (vigilância acentuada, ambivalência, passagem rápida e chamadas de alarme) nas pontes do que nos controles. Além disso, esses comportamentos tendiam a ser mais acentuados durante os primeiros meses de instalação, especialmente para *Callithrix*. As diferenças entre as espécies foram mais quantitativas do que qualitativas e podem estar relacionadas a diferenças interespecíficas na vulnerabilidade à predação e táticas anti-predatórias. Pontes de dossel podem ser uma medida de mitigação eficaz para curtas distâncias, mas ou o risco percebido de predação levanta hipóteses de que pode haver uma relação custo-benefício entre a distância a ser percorrida e a percepção de risco que levaria a uma redução na eficácia das pontes em maior distância. Algumas implicações para a conservação das espécies são apontadas.

Palavra-chave: risco de predação, paisagem do medo, conservação, efeitos antrópicos, primatas, fragmentação

RESUMEN

Uno de los efectos negativos de infraestructuras lineares es la formación de barreras para los movimientos de especies de fauna silvestre, principalmente las arborícolas, resultando en la reducción en conectividad entre poblaciones y de esa forma aumentando el riesgo de extinción. Una de las más utilizadas formas de mitigación de estos efectos barrera son los puentes de dosel. Hay una falta de conocimiento acerca de cómo la eficacia de los puentes de dosel se ve afectada por diferencias comportamentales entre especies. El propósito de este estudio fue evaluar la hipótesis de que los *Leontopithecus rosalia* y los *Callithrix* híbridos spp perciben los puentes de dosel sitios de alto riesgo de predación. Para ello, fueron instalados 4 puentes de dosel sobre la franja de ducto de gas y petróleo, y otros 4 en el interior del bosque (control) que fueron monitoreados con cámaras trampa ubicadas estratégicamente para grabar el comportamiento de los primates en su travesía. De los 1917 eventos de travesías identificados, 356 eventos fueron escogidos aleatoriamente para la colecta de datos de comportamiento. Fueron documentos 173 eventos de travesía en grupo y 183 eventos de travesías individuales. Hubo pocas travesías mixtas (7,9%) con las dos especies presentes. Ambas especies exhibieron significativamente más comportamientos relacionados a percepción de riesgo de predación (vigilancia acentuada, ambivalencia, pasaje rápido y llamados de alarma) en los puentes que en los controles. También estos compartimentos tendieron a ser más acentuados durante los primeros meses de instalación, especialmente para *Callithrix*. Las diferencias entre las especies fueron más cuantitativas de que cualitativas y pueden estar relacionadas a diferencias interespecífica en vulnerabilidad a predación y tácticas anti-predatorias. Puentes de dosel pueden ser una medida eficaz de mitigación para cortas distancias, mas o riesgo percibido de predación levanta a hipótesis de que pueda haber una relación costo-beneficio entre distancia a ser recorrida y percepción de riesgo que llevaría a una reducción de eficacia de los puentes en distancia mayores. Son apuntadas algunas implicaciones para conservación de especies.

Palabra-llave: riesgo de predación, paisaje del miedo, conservación, efectos antrópicos, primates, fragmentación

ABSTRACT

One of the negative effects of linear infrastructures is the formation of barriers to the movements of wildlife species, mainly arboreal ones, resulting in the reduction in connectivity between populations and thus increasing the risk of extinction. One of the most widely used ways to mitigate these barrier effects are canopy bridges. There is a lack of knowledge about how the efficacy of canopy bridges is affected by behavioral differences between species. The purpose of this study was to evaluate the hypothesis that *Leontopithecus rosalia* and *Callithrix* spp hybrids perceive canopy bridges as high-risk sites of predation. To do this, 4 canopy bridges were installed over the oil and gas pipeline strip, and another 4 inside the forest (control) that were monitored with strategically located camera traps to record the behavior of the primates on their journey. Of the 1917 crossing events identified, 356 events were randomly chosen for behavioral data collection. Documents were 173 group crossing events and 183 individual crossing events. There were few mixed crossings (7.9%) with the two species present. Both species exhibited significantly more behaviors related to perception of risk of predation (accentuated vigilance, ambivalence, rapid passage and alarm calls) in the bridges than in the controls. Also, these compartments tended to be more accentuated during the first months of installation, especially for *Callithrix*. The differences between the species were more quantitative than qualitative and may be related to interspecific differences in vulnerability to predation and anti-predatory tactics. Canopy bridges can be an effective mitigation measure for short distances, but or perceived risk of predation raises hypotheses that there may be a cost-benefit ratio between distance to be traveled and risk perception that would lead to a reduction in effectiveness of bridges in greater distance. Some implications for species conservation are pointed out.

Keywords: risk of predation, landscape of fear, conservation, anthropic effects, primates, fragmentation

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais e subtropicais estão ameaçadas pelo desmatamento e fragmentação (Arroyo-Rodriguez & Mandujano, 2009; Vickers et al., 2015). Uma das atividades antrópicas que contribuem com esses processos é a construção de infraestruturas lineares como estradas, rodovias, ferrovias, linhas de energia, canais, faixas de dutos (para petróleo, gás e água) e parques eólicos (Laurence et al., 2001; Geneletti, 2006). Essas infraestruturas lineares causam efeitos negativos, como a baixa conectividade de populações da flora e fauna silvestre (Valladares-Padua et al., 1995; Yokochi et al., 2015), criando subpopulações pequenas e isoladas, aumentando as chances de extinção devido a barreiras geográficas e baixo fluxo gênico entre populações (Frankham et al., 2004; Dixo et al., 2009; Yokochi et al., 2016). Compreender os efeitos causados pelos diferentes tipos de infraestruturas lineares levará a propor diferentes medidas de mitigação, de modo que o nível de risco varia de acordo com o tipo de infraestrutura linear (Lucas et al., 2019), e portanto, nos ajudará a entender, a capacidade de sobrevivência dos animais em ambientes altamente fragmentados (Estrada et al., 2017).

Estudos relacionados a infraestruturas lineares e seu impacto na fauna silvestre indicam que a maioria dos efeitos negativos advém da “mortalidade direta” (Fahrig & Rytwinski, 2009; Dorsey et al., 2015; Santos, 2017; Barrientos, 2019) e do “efeito barreira” (Barrientos et al., 2019). O primeiro fator ocorre devido a colisões rodoviárias e ferroviárias na maioria dos casos (Malo et al., 2004; Taylor et al., 2004), e o segundo ocorre a partir da combinação de uma série de fatores que alteram o movimento natural dos animais nas infraestruturas lineares ou áreas adjacentes à estas (Barrientos et al., 2017). Estes efeitos negativos podem influenciar a mudança de comportamento dos animais para evitar “clareiras” na floresta causadas pelo desmatamento (Goosem et al., 2010; Ascensão et al., 2017), conseqüentemente afetando o tamanho da população e sua persistência (Jaeger et al., 2005). Uma das medidas para mitigar esses impactos são as pontes de dossel (natural, artificial ou semiartificial) que se mostraram eficazes na mitigação da fragmentação através da redução da perda de conectividade (Teixeira et al., 2017, Gregory et al., 2017).

As florestas costeiras do Atlântico brasileiro foram afetadas por atividades antropogênicas como as infraestruturas lineares, sendo uma das principais causas de fragmentação e perda de habitats durante muitos anos. Uma dessas florestas afetadas estão dentro da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João / Mico-Leão-Dourado no estado do Rio de Janeiro, habitat de muitas espécies da flora e da fauna silvestre, incluindo ao mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) um primata endêmico e ameaçado de extinção (Kierulff et al., 2014; Ruiz-Miranda et al., 2019). Também habitam esta região populações de híbridos de duas espécies de *Callithrix* spp. introduzidas na região e consideradas como uma ameaça à conservação dos micos-leões-dourados (Ruiz-Miranda et al. 2019).

O comportamento dos micos-leões-dourados pode variar de acordo com o tipo de infraestrutura linear (estradas pavimentadas e não pavimentadas, linhas de alta tensão e gasodutos/oleodutos) em relação ao tamanho da área de vida, uso do espaço e no movimento (Lucas et al., 2019). Nos últimos anos, o avanço da tecnologia forneceu informações muito importantes sobre a ecologia do movimento e comportamento dos animais em paisagens heterogêneas, aumentando assim a pesquisa científica relacionada ao medo, aplicando-a a vários grupos de animais, como aves (Masello et al., 2017; Atuo & O'Connell, 2017), peixes (Gil et al., 2017) e invertebrados (Hintz & Relyea, 2017; Hermann & Landis, 2017). Quantificar o risco de predação com o uso de métodos existentes bem documentados, como observações de comportamento de vigilância ou estudo de busca de recursos alimentares (Laundré et al., 2019), pode ser útil no manejo e conservação de populações de animais silvestres (Laundré et al., 2010). No entanto, restrições fisiológicas, filogenéticas ou ecológicas podem limitar a capacidade de um animal responder ao risco percebido de predação (Schmidt & Kuijper, 2015; Valeix et al., 2009). Compreender o papel do risco de predação no comportamento pode abrir caminho para um melhor desenho de estratégias para reduzir conflitos entre seres humanos e animais selvagens (Gaynor et al., 2019). Essas investigações são essencialmente importantes devido a vários impactos causados pelos seres humanos, como modificações nas paisagens de medo através da exclusão e reintrodução de predadores (Gomper & Vanak, 2008), modificações de habitat

(Hof et al., 2012; Sahlén et al., 2016; Kerby et al., 2012) e caça (Darimont et al., 2015; Clinchy et al., 2016).

Este trabalho apresenta um estudo da percepção do risco de predação em relação a estruturas de conectividade artificial sobre faixas de duto de óleo e gás no âmbito do projeto de pesquisa intitulado: “Avaliação do efeito de faixas de dutos na conectividade da paisagem para a mastofauna e análise da eficácia de estruturas de travessia da fauna” que está sendo executado com o apoio financeiro e logístico fornecido pela Petrobrás e pela Associação Mico Leão Dourado (AMLD).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

- Avaliar a percepção do risco de predação dos micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*) e saguis (*Callithrix* spp.) durante as travessias em estruturas de conectividade artificial (pontes de bambu) instaladas sobre faixas de dutos de óleo e gás na APA da Bacia do Rio São João, no Rio de Janeiro, Brasil.

2.2. Objetivo específico

- Quantificar a percepção do risco de predação de *Leontopithecus rosalia* e *Callithrix* spp. nas pontes de dossel artificial instaladas sobre faixas de dutos de óleo e gás e no interior da floresta.
- Comparar a percepção do risco de predação de *Leontopithecus rosalia* e *Callithrix* spp. nas pontes de dossel artificial instaladas sobre faixas de dutos de óleo e gás e no interior da floresta.

3. HIPÓTESES E PREDIÇÕES

- H1: Os micos-leões-dourados e saguis percebem como locais de alto risco de predação às pontes de dossel instaladas sobre faixas de dutos de óleo e gás.

- P1: Se as pontes de dossel sobre faixas de dutos são vistas como locais de alto risco de predação, então, os eventos de vigilância e outros comportamentos anti-predador (agrupamento e velocidade de travessia) dos micos-leões-dourados e saguis será maior em relação às pontes de dossel dentro da floresta.

4. MATERIALES E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em pequenas áreas florestais isoladas (30–200 ha), localizadas ao redor da Reserva Biológica Poço das Antas (PA), dentro da APA - Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João / Mico-Leão-Dourado, localizada no município de Silva Jardim (2232038 "S e 4216041" W), no nordeste do estado do Rio de Janeiro, Brasil (Lucas et al. 2019) (Figura 1).

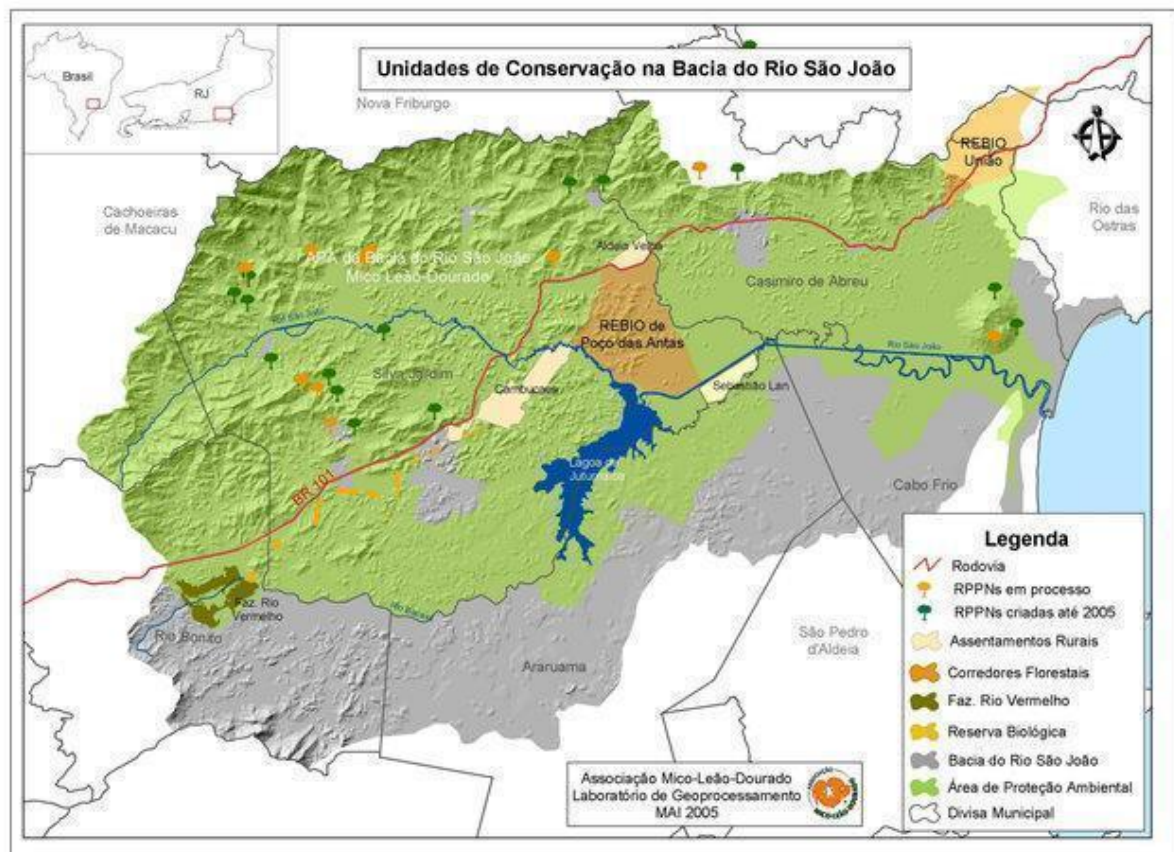


Figura 1. APA - Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João / Mico-Leão-Dourado.

Os fragmentos isolados de vegetação nativa que permanecem na APA da bacia do rio São João / Mico-Leão-Dourado são geralmente encontrados em áreas com terreno acidentado, predominantemente em encostas íngremes ou no topo de colinas. Por outro lado, áreas planas foram desmatadas para a realização de atividades como agricultura e pecuária (ICMBio 2008). A vegetação em áreas isoladas consiste na floresta tropical de planície atlântica (IBGE 2012). A APA é atravessada por linhas de alta tensão, faixas de oleodutos e gás, estradas vicinais pavimentadas ou não e uma estrada federal, a BR-101. O clima na região é tropical úmido com inverno seco, de acordo com o sistema de classificação Köppen (Köppen, 1948). A maioria da precipitação ocorre de outubro a março, os meses secos são principalmente entre abril e setembro. A temperatura média anual é de 24,6 °C e a precipitação média anual é de 1100–2121 mm (IBGE 2012). Os micos-leões-dourados habitam uma paisagem antropogênica; conseqüentemente, as principais ameaças às suas populações estão relacionadas às atividades humanas que causam fragmentação e degradação florestal.

4.2. Trabalho de campo

4.2.1. Seleção de locais para instalação de pontes

As pontes artificiais de dossel foram instaladas em áreas privadas pertencentes a quatro fazendas onde o oleoduto foi construído (Figura 2). Antes da instalação de pontes artificiais em ambientes abertos (na faixa oleoduto) e fechados (interior da floresta) sabia-se da existência de grupos de micos-leões-dourados na área, mas não se sabia por onde passavam para o outro lado do oleoduto. Nesse sentido, a seleção dos locais nos dois tipos de ambientes foi feita de forma aleatória, exceto para o local localizado na fazenda Dois irmãos onde já havia sido observado um grupo de *L. rosalia* tentando atravessar o duto pela equipe técnica da AMLD. Na escolha do local adequado para a instalação das pontes, foram levados em consideração o tipo de floresta, a presença de árvores de grande porte e em bom estado, preferencialmente localizadas próximo à borda, pois em algumas áreas pequenas havia vegetação secundária.

As pontes de tratamento e de controle foram instaladas uma após a outra, exceto em Igarapé, separadas por cerca de 20 m por falta de árvores adequadas.



Figura 2. Localização dos locais selecionados para a instalação de pontes de dossel distribuídas em quatro fazendas na APA Bacia do Rio São João / Mico-Leão-Dourado: A) Dois Irmãos, B) Iguapé, C) Flandria, D) Igarapé.

4.2.2. Instalação de pontes de dossel

Um total de 8 pontes de dossel artificial foram instaladas. A instalação foi realizada em duas fases que decorreram de 16 de setembro de 2019 a 9 de abril de 2020 (Fase Inicial) e de 6 de julho de 2020 a 12 de novembro de 2020 (Fase Final). Na fase inicial foram instaladas 4 pontes sobre o oleoduto (Ponte tratamento), e na fase final foram utilizadas as mesmas 4 pontes da primeira fase, incluindo 4 novas pontes instaladas dentro da floresta (Ponte controle).

Tabela 1. Data de instalação das pontes de tratamento e controle, e coordenadas geográficas das armadilhas fotográficas.

Ponte	Data de instalação	Nome da câmera	Coordenadas geográficas
Tratamento			
Fazenda Dois Irmãos	16/09/2019	DA2IR_01	22°30'45"S/42°20'11"O
		DA2IR_02	22°30'45"S/42°20'11"O
Fazenda Iguape	18/03/2020	DAIGUA_01	22°30'20"S/42°19'35"O
		DAIGUA_02	22°30'20"S/42°19'35"O
Fazenda Igarapé	02/04/2020	DAIGA_01	22°30'17"S/42°18'44"O
		DAIGA_02	22°30'18"S/42°18'44"O
Fazenda Flandria	09/04/2020	DAFLA_01	22°30'18"S/42°18'55"O
		DAFLA_02	22°30'18"S/42°18'54"O
Controle			
Fazenda Dois Irmãos	06/07/2020	DA2IR_03	22°30'45"S/42°20'11"O
Fazenda Iguape		DAIGUA_04	22°30'21"S/42°19'35"O
Fazenda Igarapé		DAIGA_05	22°30'19"S/42°18'44"O
Fazenda Flandria		DAFLA_03	22°30'18"S/42°18'54"O

O bambu foi usado como substrato natural para a construção das pontes de dossel artificial. Os bambus utilizados pertencem ao gênero *Guadua*, os quais são compostos por bambus que apresentam um caule lenhoso de médio e grande porte que pode atingir uma altura de 30 m e 15 cm de diâmetro (Filgueiras & Viana, 2017).

A largura da faixa do oleoduto não é uniforme, variando até cerca de 30 m de comprimento na área de estudo. Na construção das pontes sobre a faixa de duto nas fazendas Dois Irmãos e Iguapé, foi utilizada apenas uma planta de bambu devido à curta distância entre as bordas (Figura 3), e mais de dois nas fazendas Igarapé e Flandria, que apresentaram maiores distâncias. Para conectar o bambu às árvores em cada borda, foram utilizados cabos de aço de 25 mm que foram introduzidos na parte interna do bambu, originando um peso que oscilava em 30 kg (Figura 4). As pontes de dossel localizadas no interior da floresta não apresentaram problemas durante a sua instalação, bastando apenas duas árvores em bom estado para poder amarrar os bambus de cada lado. Todas as pontes foram amarradas com arame galvanizado de 3,40 mm na altura de 5 a 7 m, para isso foi utilizada uma escada articulada de alumínio.



Figura 3. Ponte de dossel artificial instalada na Fazenda Iguapé.



Figura 4. Ponte de dossel artificial instalada na Fazenda Flandria.

4.2.3. Monitoramento de ponte

As armadilhas fotográficas tiveram como objetivo registrar o uso de pontes de dossel por primatas e coletar dados comportamentais. Usando uma escada articulada de alumínio, posicionamos as armadilhas fotográficas do modelo Bushnell HD Aggressor Low Glow 119874 perto do ponto de conexão (Figura 5). No total, 20 armadilhas fotográficas ativadas por sensor de movimento foram utilizadas em duas fases durante o estudo. Na fase inicial foram instaladas 8 armadilhas fotográficas e na fase final foram utilizadas 12 armadilhas, das quais 8 foram utilizadas para as pontes de tratamento e 4 para as pontes de controle. As nas pontes de tratamento foram colocadas uma de cada lado e nas pontes de controle as únicas armadilhas utilizadas foram colocadas no lado sul em direção à ponte (Figura 6).

As armadilhas fotográficas foram configuradas para gravar vídeos com duração de 30 segundos, outras câmeras foram programadas com duração de 40 segundos. As câmeras foram inspecionadas aproximadamente a cada 20 dias. Para garantir o bom funcionamento das câmeras, as baterias Duracell AA foram verificadas. Apenas três armadilhas foram substituídas por outras em boas condições. Antes de revisar as câmeras, os cartões de memória SD de 8GB foram substituídos por um novo. Cada cartão de memória era identificado por um código composto pelo nome da fazenda e o número da câmera que indicava a origem dos vídeos.

É importante mencionar que os vídeos da Fase I foram obtidos dentro do subprojeto "Reconectando paisagens para mamíferos através de pontes de dossel e oportunidades de estudos com armadilhas fotográficas" dirigida pela Dra. Priscila da Silva Lucas.



Figura 5. Localização das armadilhas nas pontes de dossel artificial sobre a faixa do oleoduto.



Figura 6. Instalação das armadilhas nas pontes de dossel artificial na floresta.

4.3. Trabalho post campo

4.3.1. Número de vídeos obtidos

Os vídeos que continham os cartões de memória foram armazenados em um HD Externo 1 TB e agrupados por data de monitoramento. As armadilhas fotográficas registraram um total de 9,520 vídeos que continham diversas gravações como o uso das pontes por primatas e outros animais, falsos disparos e movimentos das árvores. Para a seleção dos vídeos que registraram o uso das pontes por primatas, todos os vídeos foram revisados, agrupando-os por espécies e datas de uso.

Como resultado da revisão, obteve-se um total de 5,237 vídeos que registraram o uso de pontes de dossel por primatas. Na primeira fase do estudo foram gravados 1,975 vídeos (Tabela 2), e na segunda fase foram gravados 3,262 vídeos (Tabela 3).

Tabela 2. Número de vídeos que registram o uso de pontes por primatas na Fase I.

Fazenda	<i>Callithrix</i> spp.	<i>L. rosalia</i>
Dois Irmãos	768	212
Flandria	63	32
Igarapé	5	2
Iguape	741	152
Total por espécie	1,577	398
Total	1,975	

Tabela 3. Número de vídeos que registram o uso de pontes por primatas na Fase II.

Fazenda	Tratamento		Controle	
	<i>Callithrix</i> spp.	<i>L. rosalia</i>	<i>Callithrix</i> spp.	<i>L. rosalia</i>
Dois Irmãos	738	182	389	92
Flandria	64	40	8	18
Igarapé	63		1	
Iguape	1,370	229	64	4
Total por espécie	2,235	451	462	114
Total	3,262			

4.3.2. Eventos de travessia

Após agrupar os vídeos por datas, todos os vídeos foram revisados novamente para identificar aqueles que conseguiram registrar o comportamento durante a travessia, seja em grupos ou individualmente. Cada evento de travessia pode ser composto por um ou mais vídeos de uma ou ambas as armadilhas na mesma ponte.

Para identificar os vídeos que compõem cada evento, foram levados em consideração hora da travessia, tamanho do grupo, presença de rádio coleira (no caso de *L. rosalia*) e tamanho corporal dos indivíduos.

Na primeira fase do estudo, foram identificados um total de 285 eventos de travessia (grupos e indivíduos), destes 206 correspondem a saguis e 79 a micos-leões-dourados (Tabela 4). Para a coleta de dados comportamentais foram escolhidos aleatoriamente 15 eventos por espécie nas fazendas Dois Irmãos e Iguapé. Na Flandria, 9 e 11 eventos de uso foram ideais para a coleta de dados, pois todo o comportamento dos indivíduos pode ser observado durante o tempo em que utilizaram a ponte, enquanto os demais eventos não registraram todo o comportamento. Foi excluído Igarapé porque teve poucos eventos (Tabela 4).

Tabela 4. Número de eventos de travessia identificados por espécie e por fazendas e eventos escolhidos para a coleta de dados de comportamento na Fase I.

Fazenda	Eventos		Eventos para coleta de dados	
	<i>Callithrix</i> spp.	<i>L. rosalia</i>	<i>Callithrix</i> spp.	<i>L. rosalia</i>
Dois Irmãos	68	22	15	15
Flandria	23	20	9	11
Igarapé	2	2		
Iguapé	113	35	15	15
Total por espécie	206	79	39	41
Total	285		80	

Na segunda fase do estudo, foram identificados um total de 1,632 eventos, dos quais, 1,163 correspondem a pontes de tratamento e 469 correspondem a pontes de controle (Tabela 5). Neste caso, para a coleta de dados comportamentais, foram escolhidos aleatoriamente até 33 eventos para cada espécie e para cada tipo de experimento, resultando em um total de 276 eventos (Tabela 6). No caso de Flandria e Iguapé, os eventos escolhidos

aleatoriamente registraram todo o comportamento dos indivíduos durante o uso das pontes, excluindo a Igarapé por ter poucos eventos.

Tabela 5. Número de eventos de travessia por espécie e por condição experimental na Fase II.

Fazenda	Ponte		Controle	
	<i>Callithrix</i> spp.	<i>L. rosalia</i>	<i>Callithrix</i> spp.	<i>L. rosalia</i>
Dois Irmãos	335	76	325	75
Flandria	41	30	8	10
Igarapé	30		1	
Iguape	595	56	47	3
Total por espécie	1,001	162	381	88
Total	1,163		469	

Tabela 6. Eventos escolhidos aleatoriamente por espécie e por tipo de tratamento para a coleta de dados de comportamento na Fase II.

Fazenda	Ponte		Controle	
	<i>Callithrix</i> spp.	<i>L. rosalia</i>	<i>Callithrix</i> spp.	<i>L. rosalia</i>
Dois Irmãos	30	33	30	32
Flandria	24	20	8	8
Igarapé				
Iguape	30	30	29	2
Total por espécie	84	83	67	42
Total	167		109	

4.3.3. Dados de comportamento

A coleta de dados de comportamento foi realizada por meio da observação de 356 eventos de travessia obtidos nas duas fases escolhidos aleatoriamente que podem ser individuais ou em grupo. Os dados foram coletados de cada um dos membros do grupo ou de um indivíduo durante o tempo em que estavam usando a ponte. A duração da observação foi tomada a partir do momento em que os primatas utilizaram as pontes registradas pelas armadilhas fotográficas. Para cada indivíduo, foram coletados dados como idade baseada no tamanho corporal (quando foi possível identificar), presença de rádio colar (no caso de *L. rosalia*), tempo de uso e presença de filhotes dependentes. Estas variáveis foram definidas e quantificadas da seguinte forma:

- Eventos de vigilância: O comportamento de vigilância foi coletado ao longo da travessia. O número de vezes que um primata observou seu entorno.
- Velocidade de travessia: Não foram consideradas as paradas no início e no final da travessia localizadas próximas às bordas. Foi classificada em dois velocidades:
 1. Rápida: Quando os animais corriam e no trajeto paravam para observar mais de uma vez e duravam menos de um segundo.
 2. Lenta: Quando os animais caminham ou correram com menor intensidade e pararam para observar mais de 3 vezes e que duraram mais de 3 segundos.
- Vigilância inicial: Presença ou ausência de comportamento no momento do início da travessia.
- Ambivalência: Presença ou ausência de ida e volta no mesmo evento de travessia
- Alarme: Presença ou ausência de vocalizações de alarme (a vocalização *whine* (ver Ruiz-Miranda e Kleiman, 2002)
- Ordem de uso: Posição do indivíduo no grupo durante a travessia.
- Modo de uso: Travessia em grupo ou individual.
- Mista: Travessia com as duas espécies presentes.
- Catação ou *grooming* (Animais limpavam seus corpos por conta própria)
- Marcação olfativa: Animal esfrega o substrato com as glândulas esternais ou circumgenitais.
- Alimentação: Comer ou forrageio.

4.4. Análise de dados

Os modelos de GLMM foram construídos no Software R versão 4.1 (R Core Team, 2021) utilizando a função `glmmTMB` do pacote de mesmo nome (Brooks et al., 2017). Para cada modelo ajustado, a família de distribuição dos dados foi considerada de acordo com o tipo de variável: distribuição Poisson para a variável eventos de vigilância e distribuição binomial para as demais variáveis dependentes (Tabela 7).

Tabela 7. Perguntas, variáveis e testes para o andamento do trabalho.

Pergunta	Variável Explicativa	Variável Resposta	Variável Aleatória	Teste
Primatas percebem as pontes como um local de risco?	Ponte vs Controle	Vigilância inicial Eventos de vigilância Alarme, Velocidade (Rápido ou não), Ambivalência	Travessia	GLMM
Há diferença entre as espécies?	Callithrix vs Leontopithecus	Vigilância inicial Eventos de vigilância Alarme, Velocidade (Rápido ou não), Ambivalência	Travessia	GLMM
Há diferenças em relação ao tempo decorrido da instalação das pontes?	Fase 1 vs Fase 2	Vigilância inicial Eventos de vigilância Alarme, Velocidade (Rápido ou não), Ambivalência	Travessia	GLMM
Há diferenças na percepção de risco quando em grupos ou sozinhos?	Grupo vs Individual	Vigilância inicial Eventos de vigilância Alarme, Velocidade (Rápido ou não), Ambivalência	Travessia	GLMM
Há diferença relacionada a ordem durante a travessia?	Primeiro vs Não primeiro	Eventos de vigilância	Travessia	GLMM

5. RESULTADOS

Foram documentados 173 eventos de travessia em grupo e 183 eventos de travessia individuais (Tabela 8). Destas travessias foram obtidos 710 registros de comportamento, sendo 527 observações (74,4%) das travessias de grupos. As travessias mistas com ambas as espécies ao mesmo tempo foram raras (7,9%). Durante os eventos de travessia tanto os micos como os saguis se mostraram vigilantes e apreensivos. Comportamentos que denotariam baixo nível de apreensão ocorreram em poucos eventos: catação (3,15) e alimentação (0,56% e somente *L. rosalia*).

Tabela 8. Total de eventos de travessia registrados por fase do estudo, condição experimental e tipo de agrupamento social para cada espécie de estudo.

Fase/Condição	Ponte		Controle	
	Em grupo	Individual	Em grupo	Individual
Fase Inicial				
<i>L. rosalia</i>	31	10		
<i>Callithrix</i> spp.	20	19		
Fase Final				
<i>L. rosalia</i>	50	33	18	24
<i>Callithrix</i> spp.	30	54	24	43
Total por ponte	131	116	42	67

Análise de GLMM mostram que os fatores explicativos de fase do estudo e tamanho de grupo tiveram pouca influência nas variáveis que representam percepção de risco (Tabela 9). Fase de estudo pode ter tido efeitos diferentes para cada espécie.

Tabela 9. Resultados das análises GLMM para o efeito de fase do estudo (inicial e final) nas variáveis de percepção de risco. Todos os valores para cada fase são porcentagens, com exceção no número de vigilância que está expressado em valor médio (padrão desvio).

Variável	Espécie	Fase	Intercepto	Estimativa do Parâmetro	Valor de Z	P
Velocidade Rápida	Callithrix	Inicial 78,5 Final 58,4	0,1540	0,3563	1,594	0,11
	L. rosalia	Inicial 41,9 Final 32,1				
Vigilância inicial	Callithrix	Inicial 65,8 Final 45,8	0,4677	0,3974	1,924	0,05
	L. rosalia	Inicial 72,4 Final 57,8				
Ambivalência	Callithrix	Inicial 5,1 Final 10,4	-7,4024	-0,1405	-0,267	0,79
	L. rosalia	Inicial 6,7 Final 2,9				
Vocal Alarme	Callithrix	Inicial 1,3 Final 2,8	-12,269	2,139	0,75	0,45
	L. rosalia	Inicial 1,0 Final 0,4				
Eventos de vigilância	Callithrix	Inicial 2,05 (1,4) Final 1,3 (0,9)	0,713	0,09712	1,485	0,14
	L. rosalia	Inicial 2,6 (1,8) Final 2,2 (1,5)				

Quando comparadas as travessias em grupo versus as individuais (Tabela 10), as análises mostram que somente houve efeito de tamanho de grupo para velocidade de travessia (*Callithrix* Grupo= 61,4%; Individual= 66,6%; *L. rosalia* Grupo=33,6%, Individual= 40,3%) e ambivalência (*Callithrix* Grupo= 9,4%; Individual= 8,6%; *L. rosalia* Grupo=2,2%, Individual= 11,9%). As variáveis de eventos de vigilância, vigilância inicial e emissão de sinais de alarme não foram significativas. Nas travessias em grupo, a ordem de travessia não mostrou diferenças significativas entre o primeiro animal em atravessar.

Tabela 10. Valores estimados dos modelos GLMM ajustados para o efeito de grupo (em grupo versus individual) nas variáveis de percepção do risco em primatas durante travessias de fauna em pontes copa-a-copa na APA da Bacia do Rio São João, RJ.

Modelo	Intercepto	Estimativa do Parâmetro	Valor de Z	P
Velocidade de travessia	0,1162	0,5296	2,109	0,0349
Vigilância inicial	0,5652	0,1215	0,524	0,6
Ambivalência ~ modo	-7,8679	1,3338	2,019	0,0435
Vocalização de alarme	-11,698	2,041	1,449	0,14724
Eventos de vigilância	0,73838	0,01318	0,177	0,86
Eventos de vigilância ~ ordem de uso (Posição do indivíduo no grupo durante a travessia)	0,72016	0,01078	0,449	0,654

Ambas as espécies de primata mostraram mais vigilância nas pontes sobre a faixa de dutos do que no controle dentro da floresta. A média de eventos de vigilância por evento de travessia foi relativamente maior para os saguis na ponte de controle e foi muito maior para micos-leões-dourados na ponte de tratamento (Figura 7; Tabela 10). Os micos-leões exibiram relativamente mais eventos vigilância do que os saguis (Tabela 10). A porcentagem de eventos de travessia com vigilância inicial foi maior nas pontes do que nos controles para as duas espécies (Figura 8, Tabela 11). As diferenças entre micos e saguis não foram significativas (Tabela 11).

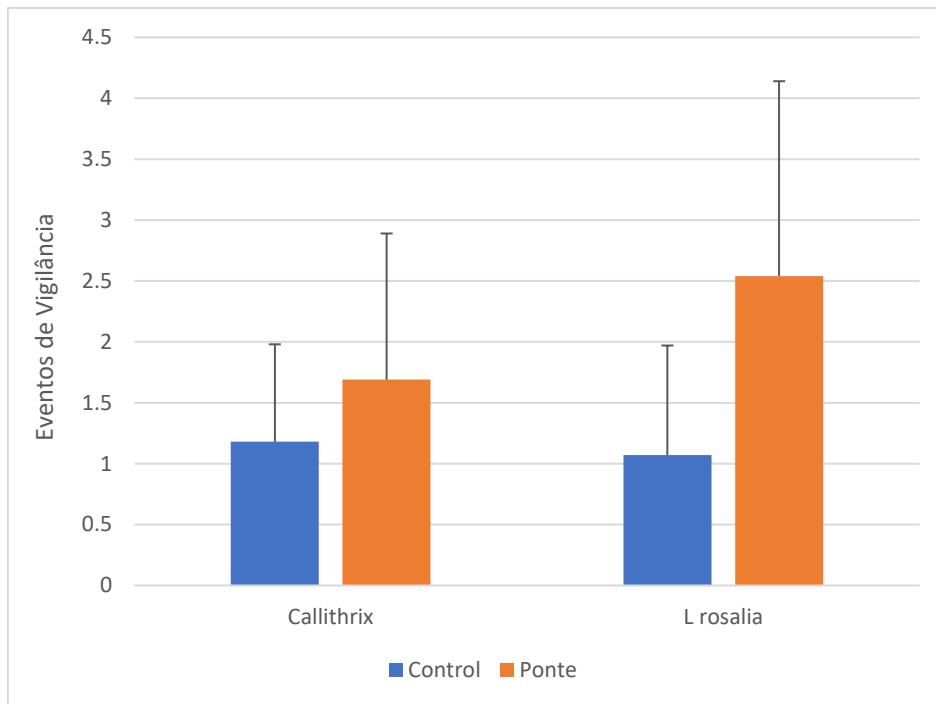


Figura 7. Média (e desvio padrão) de eventos de vigilância por evento de travessia para ambas as espécies nas condições de ponte sobre a faixa de dutos e controle dentro da floresta.

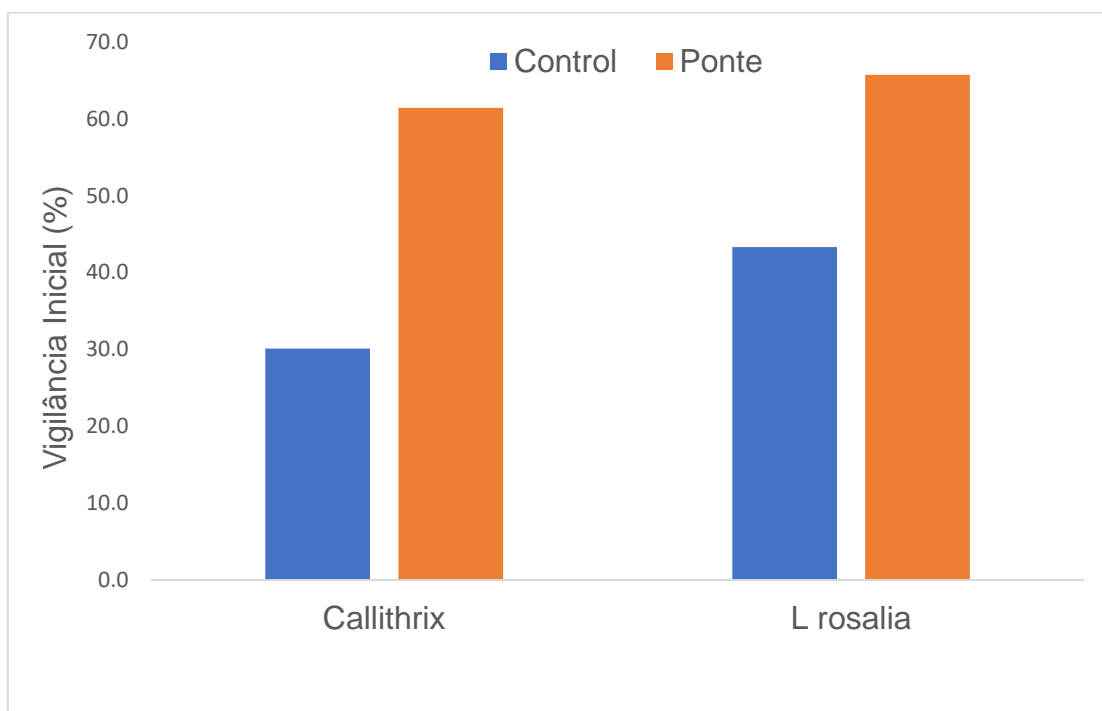


Figura 8. Porcentagem de eventos de travessia por espécie nos quais houve vigilância inicial nas pontes sobre as faixas de dutos e no controle no interior da floresta.

Tabela 11. Valores estimados dos modelos GLMM ajustados para o efeito de grupo (em grupo versus individual) nas variáveis de percepção do risco em primatas durante travessias de fauna em pontes copa-a-copa na APA da Bacia do Rio São João, RJ.

Modelo	Intercepto	Estimativa do Parâmetro	Valor de Z	P
Velocidade da travessia ~ Tipo de experimento	-0,619	0,875	4,30	1,68e05
Eventos de vigilância ~ Tipo de experimento	0,114	0,648	8,413	<2e-16
Vigilância inicial ~ Tipo de experimento	-0,631	1,218	6,280	3,38e-10
Ambivalência ~ Tipo de experimento	-3,473	-0,071	-0,183	0,854
Vocalização de alarme ~ Tipo de experimento	-9,834	-1,471	-1,470	0,142
Velocidade da travessia ~ Espécies	1,357	-1,994	-8,070	7,01e-16
Vigilância inicial ~ Espécies	0,485	0,187	0,968	0,333
Ambivalência ~ Espécies	-6,596	-1,921	-3,401	0,000672
Vocalização de alarme ~ Espécies	-10,653	-3,152	-1,866	0,062
Eventos de Vigilância ~ Espécies	0,518	0,397	6,061	1,36e-09

Outros comportamentos relacionados a percepção de risco também mostraram diferenças entre tratamento e controle e entre as espécies. A porcentagem de eventos de travessia nas quais os animais mostraram ambivalência foi diferente entre pontes e controle, porém o modelo GLMM não foi significativo (Tabela 11), provavelmente porque houve efeitos opostos significativos em micos e saguis (Figura 9). Os saguis mostraram um aumento na porcentagem de travessias com ambivalência nas pontes sobre as faixas de dutos em relação aos controles, enquanto os micos-leões mostraram redução em ambivalência. A emissão de chamados de alarme ocorreu em menos de 6% dos eventos de travessia (Figura 10) com tendência a ser menor nas pontes do que no controle para ambas as espécies, mas os modelos GLMM não mostraram diferenças significativas entre ponte e controle ou entre as espécies (Tabela 11). Finalmente, a marcação

olfativa foi exibida somente pelos micos-leões-dourados (Figura 11), os quais marcaram significativamente mais no controle do que nas pontes sobre as faixas de dutos ($\chi^2=13,39$, $p<0,001$).

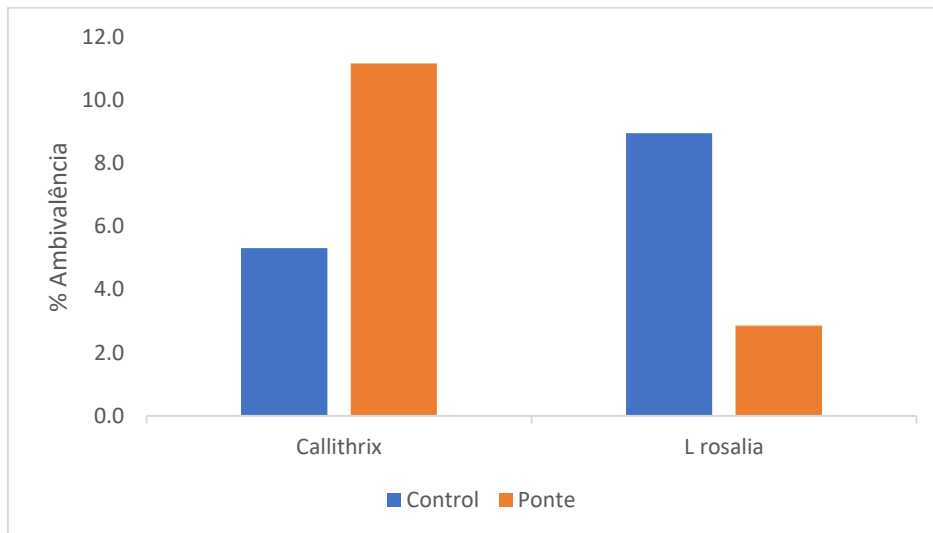


Figura 9. Porcentagem dos eventos de travessia por espécie nos quais os indivíduos mostraram ambivalência nas pontes sobre as faixas de dutos ou no controle no interior da floresta.

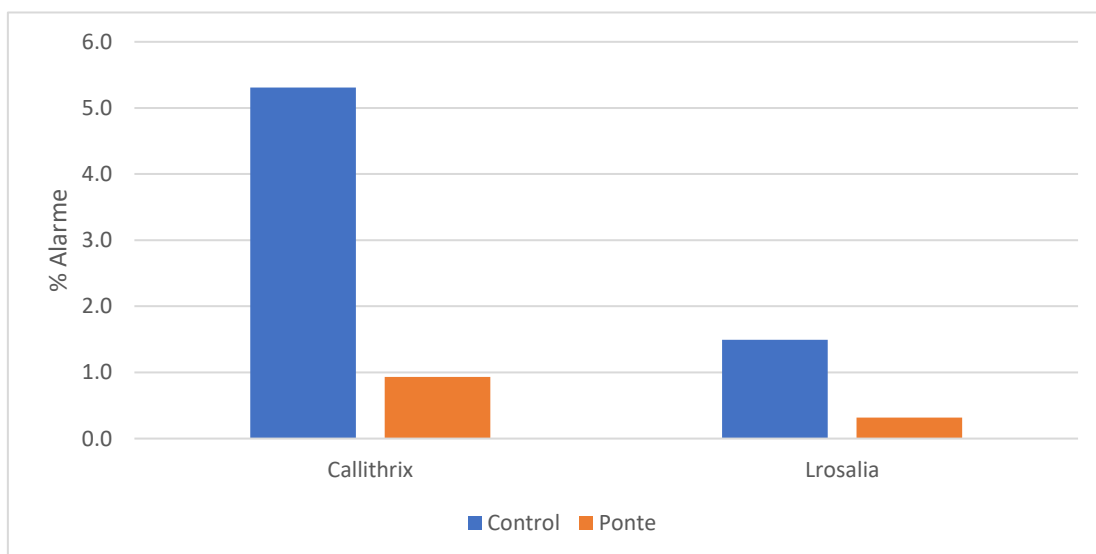


Figura 10. Porcentagem dos eventos de travessia por espécie nos quais houve emissão de vocalizações de alarme nas pontes sobre as faixas de dutos ou no controle no interior da floresta.



Figura 11. Porcentagem dos eventos de travessia nos quais houve marcação olfativa nas pontes sobre as faixas de dutos ou no controle no interior da floresta.

6. DISCUSSÃO

Os resultados mostram que as duas espécies estudadas percebem as pontes instaladas sobre as faixas de dutos como um local de risco de predação por predadores, aéreos e terrestres, que os fazem executar diferentes comportamentos anti-predador durante a travessia. O comportamento mais evidenciado desde os primeiros meses após a instalação das pontes, e que ocorre tanto em ponte como controle, foi a vigilância. Os indivíduos prestes atravessar vigiavam antes de iniciar e durante a travessia. Houve algumas diferenças entre os locais, que eram esperadas pois a intensidade da percepção do medo pode variar com o tipo de ambiente (Gaynor et al. 2019). Por outro lado, houve algumas diferenças entre as espécies, mais quantitativas do que qualitativas, que podem ser reflexo de como essa percepção de risco é demonstrada por espécies com diferentes vulnerabilidades e estratégias para evitar predação.

Para ambas as espécies, as travessias foram em maior grau um evento individual no qual o animal mostra vigilância no início e durante a travessia, e se desloca com velocidade média a rápida. Para estas espécies, a vigilância é a primeira linha de proteção contra predador, seguido da emissão de chamado de alarme para alertar outros membros do grupo (Blanchard et al. 2018; Castro

1992; Ferrari 2009). As pontes sobre as faixas de dutos podem ser consideradas um substrato exposto a predadores aéreos, e estas espécies são vulneráveis a ataques por aves de rapina (Lledo-Ferrer et al. 2009). Não houve registro de predadores atacando os primatas, mas uma tentativa de predação foi observada na fazenda Iguape quando um gavião-carijó atacou um esquilo (*Sciurus aestuans*) durante sua travessia na ponte sobre o gasoduto. Além disso, foi registrada a presença da ave de rapina gavião-caipira (*Buteogallus urubitinga*), predando uma cobra coral (*Micrurus corallinus*) na faixa do gasoduto próximo à área de estudo (Lucas et al., 2020). Sendo um local de risco esperávamos observar mais travessias de grupo, pois o risco de predação individual seria diluído em proporção ao tamanho de grupo (Bernstein 1987; Slobodchikoff and Shields 1988). Ao invés, parece que tanto micos como saguis, utilizam uma estratégia individual na qual se faz a tentativa de passar despercebido silenciosamente sem paradas, porém com outros membros do grupo vigiando nas bordas na floresta, e desta forma evitar ataques por predador aéreo que esteja voando ou pousado perto das pontes. No caso das pontes feitas de bambu, a melhor opção poderia ser passar rapidamente, pois não há muitas oportunidades de comportamento evasivo, e se dirigir ao chão não oferece proteção. Porém, as Travessias individuais foram mais rápidas e ambivalentes do que as travessias em grupo. Outro ponto a considerar é que ambas as espécies vivem em grupos familiares onde todos os indivíduos têm alto grau de parentesco, e nestes casos o efeito de diluição de probabilidade de predação vem acompanhado de perda de aptidão inclusiva.

Houve diferenças comportamentais entre micos-leões e saguis durante os eventos de travessia das pontes. Os saguis mostraram mais ambivalência, mais vocalizações de alarme, menos eventos de vigilância, e tenderam atravessar usando locomoção rápida mais do que os micos-leões, especialmente na fase inicial do estudo. Estas diferenças podem ser consequência de diferenças na percepção de risco e estratégias contra predador em espécies com diferente tamanho de corpo e cor de pelagem. Saguis são menores e de coloração mais críptica do que os avermelhados e conspícuos micos-leões, os primeiros enfatizam camuflagem e inconspicuidade, os segundos vigilância, detecção e alarme (Ferrari 2009; Stevenson and Rylands 1988).

Dois dos comportamentos mostraram ocorrência aquém do que poderia ser esperado para estas situações: os chamados de alarme e a marcação olfativa. Saguis e micos-leões-dourados no ato de atravessar a ponte raramente foram observados emitindo vocalizações de alarme. Percebeu-se através dos vídeos que a maioria das vocalizações vinha de outros indivíduos que estavam na floresta perto da ponte. Há três possíveis explicações para a baixa taxa de detecção de vocalizações de alarme. (1) Travessia de pontes não é o tipo de situação que elicia vocalizações de alarme. Os calitrichídeos emitem vocalizações de alarme específicas para predadores aéreos e predadores terrestres, mas somente no momento de avistamento do predador ou de uma pista do predador (Caesar and Zuberbuehler 2012; Ruiz-Miranda and Kleiman 2002). A resposta ao sinal de predador aéreo é procurar cobertura, incluindo se deixar cair dos galhos em direção ao chão. Para os predadores terrestres, a resposta é de recrutamento de conspecificos que irão fazer “mobbing”. Esses contextos de presença de predador específicos pouco ocorreram nas pontes. Um grupo de saguis foi observado reagindo rapidamente e ambivalentemente emitindo vocalizações constantes, outros caindo no chão no mesmo momento em que uma vocalização de alarme foi ouvida vindo da floresta, mas a câmera não detectou o predador. Os *Leontopithecus* emitem a vocalização “whine” a qual tem uma função generalizada de alerta (Ruiz-Miranda and Kleiman 2002). Esta foi a mais escutada no contexto. Uma hipótese para a baixa taxa de emissão é que estas vocalizações (do tipo *whine*) fariam com que um animal atravessando um campo aberto ficar em evidência e mais fácil de detectar por um predador aéreo próximo. Finalmente, a baixa taxa de registros de vocalizações de alarme pode ser consequência de uma limitação deste método de coleta de dados (Meek et al. 2016). A distância entre a câmera e os primatas pode ser muito longa para captar alguns sons, à medida que os primatas avançam em sua jornada para o outro lado oposto do oleoduto torna-se difícil reconhecer se os alarmes são dos próprios indivíduos atravessando ou de outros indivíduos dentro da floresta.

A marcação olfativa faz parte do comportamento social dos primatas e é usada para diferentes propósitos, tais como marcar a localização dos recursos alimentares (Henry 1977) ou para defender seus territórios (Harrison & Tardif, 1989). Os saguis não exibiram marcação nas travessias analisadas. Saguis

usam suas glândulas de cheiro (circumgenitais) para marcar fontes de alimentos, especificamente escarificações de árvores para extração de exsudatos (Epple et al. 1993; Heymann 2006). A falta de marcação nas pontes pode ser somente um reflexo de um contexto inadequado para exibição deste comportamento.

Os micos-leões-dourados fizeram algumas marcações com ambas as glândulas esternais e as circumgenitais tanto nas pontes como nos controles. Os micos-leões-dourados tendem a marcar substratos no interior do território e não nas bordas ou em áreas de encontros intergrupais, o que tem levantado a hipótese de que a função das marcações de cheiro é marcar a localização dos recursos alimentares e caminhos rotineiros até recursos (Miller et al., 2003). Nesse sentido, é possível que os micos-leões marquem as pontes durante a travessia para indicar o caminho para os recursos alimentares para os membros do grupo sendo o único substrato apropriado para transpor a faixa do gasoduto devido à ausência de lianas ou árvores. A baixa incidência de marcação pode estar relacionada a que a localização das pontes é dentro da área de vida de um só grupo, não havendo motivação para marcação territorial (Miller et al., 2003). Uma terceira hipótese poderia ser porque uma vez que a ponte seja considerada como um local de risco de predação, a marcação olfativa poderia levar outros membros do grupo a inspecionar o cheiro e conseqüentemente se colocando em risco, ou poderia ser um sinal ou pista da presença de presa deixada para predadores. Essa hipótese tem sido postulada para explicar o porquê os micos-leões-dourados evitam marcar em locais próximos aos ocos de dormida (Franklin et al. 2007).

Os resultados deste estudo têm relevância para a conservação do mico-leão-dourado e espécies semelhantes em paisagem fragmentadas por estruturas lineares. Pontes simples que transpõem distâncias curtas podem ser utilizados frequentemente por calitriquídeos. Resultados semelhantes de uso de pontes sobre vãos pequenos (<25 metros) têm sido relatados para outras espécies de primatas e pequenos mamíferos arborícolas (Chan et al. 2020; Gregory et al. 2013; Teixeira et al. 2013). As pontes simples e de baixo custo parecem ser uma estratégia viável para transpor áreas abertas e expostas como as decorrentes de faixas de dutos, pequenas rodovias ou ferrovias e até aquedutos ou canais. Permitem tanto movimentos especiais de dispersão como movimentos rotineiros de uso de habitat, e conseqüentemente resultam em expansão da área de vida

ou território dos grupos sociais. Porém estas pontes áreas ou de dossel foram percebidas pelas duas espécies como local de risco, o que levanta a hipótese de que a medida que a distância a ser transposta aumenta, aumenta a percepção de risco de predação, o que diminuiria seu uso.

Um segundo ponto relevante a conservação é que duas espécies foram favorecidas pelas pontes, uma nativa e ameaçada de extinção e uma formada de híbridos de duas espécies introduzidos na região (alóctones). A espécie introduzida é considerada como uma ameaça a conservação dos micos-leões-dourados (de Moraes Jr et al. 2008; Ruiz-Miranda et al. 2006; Ruiz-Miranda et al. 2000; Ruiz-Miranda et al. 2019). Não houve evidência de interferência direta da espécie invasora no uso pontes pela espécie nativa ameaçada. O dilema para conservação é que as pontes podem vir favorecer a espécie invasora, a qual vem se vendo afetada negativamente pela fragmentação do habitat nesta região (de Moraes Jr et al. 2008; de Moraes Júnior 2010; Malukiewicz et al. 2015). Mais dados são necessários sobre a capacidade da espécie invasora, os *Callithrix jachcus* e *C. penicillata*, em comparação a ameaçada, os micos-leões-dourados, de transpor estruturas lineares para poder avaliar o benefício que as pontes representam, e assim avaliar o custo-benefício desta estratégia de mitigação do efeito barreira de estruturas lineares nos micos-leões-dourados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo-Rodriguez, V. & Mandujano, S. (2009). Conceptualization and measurement of habitat fragmentation from the primate perspective. *International Journal of Primatology*, 30, 497-514.
- Ascensão, F., Lucas, P. S., Costa, A., Bager, A. (2017). The effect of road on edge permeability and movement patterns for small mammals: A case study with Montane Akodont. *Landsc. Ecol.*, 32: 781-790.
- Atuo, F.A & O' Connell, T. J. (2017). The landscape of fear as na emergente property of heterogeneity: contrasting patterns of predation risk in grassland ecosystems. *Ecol. Evol.* 7, 4782-4793
- Balbuena, D., Alonso, F., Panta, M., García, A., Tremaine G. (2019). Mitigating tropical forest fragmentation with natural and semi-artificial canopy bridges. *Diversity* 11 <https://doi.org/10.3390/d11040066>
- Barrientos, R., Ascensão, F., Beja, P., Pereira, H. M., Borda-de-Água, L. (2019). Railway ecology vs road ecology: Similarities and differences. *Eur. J. Wildlife Res.*, 65: 12 <https://doi.org/10.1007/s10344-018-1248-0>
- Barrientos, R., Borda-de-Água, L. (2017). Railways as barriers for wildlife: Current Knowledge. *In: Borda-de-Água, L.; Barrientos, R.; Beja, P.; Pereira, H. (eds.) Railway Ecology*. Cham: Springer. p. 43-64.
- Bernstein IS. 1987. The evolution of nonhuman primate social behavior. *Genetica* 73:99-116.
- Blanchard P, Lauzeral C, Chamaille-Jammes S, Brunet C, Lec'hvien A, Peron G, and Pontier D. 2018. Coping with change in predation risk across space and time through complementary behavioral responses. *BMC Ecol* 18(1):60.
- Boinski, S., Moraes, E., Kleiman, D. G., Dietz, J.M., Baker, A. J. (1994). Intra-group vocal behaviour in wild golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia*: honest communication of individual activity. *Behaviour*, 130: 53-75.
- Brooks ME, Kristensen K, van Benthem KJ, Magnusson A, Berg CW, Nielsen A, Skaug HJ, Maechler M, Bolker BM (2017). “glmmTMB Balances Speed and Flexibility Among Packages for Zero-inflated Generalized Linear Mixed Modeling.” *The R Journal*, 9(2), 378–400. <https://journal.r-project.org/archive/2017/RJ-2017-066/index.html>.

- Caesar C, and Zuberbuehler K. 2012. Referential alarm calling behaviour in New World primates. *Current Zoology* 58(5):680-697 %@ 2396-9814.
- Castro IM. 1992. Anti-predator behavior of lion tamarins [Master's]. College Park: University of Maryland.
- Chan BPL, Lo YFP, Hong XJ, Mak CF, and Ma Z. 2020. First use of artificial canopy bridge by the world's most critically endangered primate the Hainan gibbon *Nomascus hainanus*. *Sci Rep* 10(1):15176
- Chan BPL, Lo YFP, Hong XJ, Mak CF, and Ma Z. 2020. First use of artificial canopy bridge by the world's most critically endangered primate the Hainan gibbon *Nomascus hainanus*. *Sci Rep* 10(1):15176.
- de Morais Jr MM, Ruiz Miranda CR, Grativol AD, de Andrade CC, Lima CS, Martins A, and Beck B. 2008. Os saguis, *Callithrix jacchus* e *penicillata*, como espécies invasoras na região de ocorrência do mico-leão-dourado. In: de Oliveira PP, Grativol AD, and Ruiz Miranda CR, editors. *Conservação do mico-leão-dourado: enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada*. 3 ed. Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense. p 86-117.
- de Morais Júnior MM. 2010. Os saguis (*Callithrix* spp., ERXLEBEN, 1777) exóticos invasores na bacia do rio São João, Rio de Janeiro: biologia populacional e padrão de distribuição em uma paisagem fragmentada. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense. 78 p.
- de Oliveira, C. R. Ruiz-Miranda, C.R., Kleiman, D.G., Beck, B.B. (2003). Play behavior in juvenile lion tamarins (*Callitrichidae*: Primates): Organization in relation to costs. *Ethology*, 109: 593-612.
- Dietz, J. M., Peres, C. P., Pinder, L. (1997). Foraging ecology and use of space in wild golden lion tamarins. *American Journal of Primatology*, 41: 289-305.
- Dixo, M., Metzger, J. P., Morgante, J. S., & Zamudio, K. R. (2009). Habitat fragmentation reduces genetic diversity and connectivity among toad populations in the Brazilian Atlantic Coastal Forest. *Biological Conservation*, 142: 1560-1569.
- Dorsey, B., Olsson, M., Rew, L. J. (2015). Ecological effects of railways on wildlife. In *Handbook of road ecology*. In: Van der Ree, R. D.; Smith, J.; Grilo, C. (eds.) *Handbook of Road Ecology*. Hoboken: John Wiley & Sons. p. 219-227.

- Epple G, Belcher AM, Küderling I, Zeller U, Scolnick L, Greenfield KL, and Smith AB. 1993. Making sense out of scents: species differences in scent glands, scent-marking behavior, and scent-mark composition in the Callitrichidae. In: Rylands AB, editor. *Marmosets and Tamarins: Systematics, Behaviour, and Ecology*. Oxford: Oxford University Press. p 123-151.
- Estrada, A., Garber, P. A., Rylands, A. B., Roos, C., Fernandez-Duque, E., Di Fiore, A., & Lin., B. (2017). Impeding extinction crisis of the world's primates: Why primates matter. *Science Advances*, 3: 1-16.
- Fahring, L., Rytwinski, T. (2009). Effects of roads on animal abundance: An empirical review and synthesis. *Ecol. Soc.*, 14: 21. Available online: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art21/> (acceso on 13 Julho 2020).
- Ferrari SF. 2009. Predation risk mand antipredator strategies. In: Garber P, Estrada A, Bicca-Marques JC, Heymann EW, and Strier BK, editors. *South American Primates: comparative perspectives in the study of mbehavior, ecology and conservation*: Springer. p 251-278.
- Figueiras, T.S., Viana P.L. *Bambus brasileiros: morofologia, taxonomia, distribuição e conservação*. In: *Bambus no Brasil: da biologia a tecnologia/ organização* Patricia Maria Drumond, Guilherme Wiedman. 1 ed. Rio de Janeiro: ICH, 2017. p. 28-41. 655 p.
- Frankham, R., Ballou, J. D., Bricoe, D. A. (2004). *A primer of conservation genetics*. Cambridge University Press, 236p.
- Franklin SP, Miller K, E, Baker AJ, and Dietz JM. 2007. Do cavity-nesting primates reduce scent marking before retirement to avoid predators to sleeping sites? *Am J Primatol* 69:255-266.
- Franklin, S. P. Hankerson, S. J., Baker, A. J. (2007). Golden lion tamarin sleeping-site use and pre-retirement behavior during intense predation. *American Journal of Primatology*, 69: 325-335.
- Gaynor KM, Brown JS, Middleton AD, Power ME, and Brashares JS. 2019. Landscapes of Fear: Spatial Patterns of Risk Perception and Response. *Trends Ecol Evol* 34(4):355-368.
- Geneletti, D. (2006). Some common shortcomings in the treatment of impacts of linear infrastructures on natural habitat. *Environ. Impact. Asses.*, 26: 257-267.

- Gil, M. et al. (2017). Context-dependent landscape of fear: algal density elicits risky herbivory in a coral reef. *Ecology* 98. 534-544.
- Goosem, M., Harding, E. K., Chester, G., Tucker, N., Harriss, C., Oakley, K. (2010). Roads in rainforest: Best practice guidelines for planning, design and management. Available online: https://researchonline.jcu.edu.au/12113/1/goosem_guidelines.pdf (accessed on 13 July 2020).
- Gregory T, Carrasco Rueda F, Deichmann J, Kolowski J, Costa Faura M, Dallmeier F, and Alonso A. 2013. Methods to establish canopy bridges to increase natural connectivity in linear infrastructure development. Society of Petroleum Engineers.
- Hankerson, S. J., Dietz, J. M. (2014). Predation rate and future reproductive potential explain home range size in golden lion tamarins. *Animal Behaviour*, 96: 87-95.
- Hankerson, S. J., Franklin, S. P., Dietz, J. M. (2007). Tree and forest characteristics influence sleeping site choice by golden lion tamarins. *American Journal of Primatology*, 69: 976-988.
- Hermann, S.L., Landis, D.A. (2017). Scaling up our understanding of non-consumptive effects in insect systems. *Curr. Opin. Insect Sci.* 20. 54-60.
- Heymann EW. 2006. Scent marking strategies of New World primates. *Am J Primatol* 68(6):650-661.
- Hintz, W.D., Relyea, R.A. (2017). A salty landscape of fear: responses of fish and zooplankton to freshwater salinization and predatory stress. *Oecologia* 185. 147-156.
- IBGE—Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema Fitogeográfico, Inventário das Formações Florestais e Campestres, Técnicas e Manejo de Coleções Botânicas, Procedimentos para Mapeamentos, 2nd ed.; Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais; IBGE: Rio de Janeiro, Brazil, 2012; p. 276.
- ICMBio—Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2008). Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado; Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade: Brasília, Brazil.

- Jaeger, J. A., Bowman, J., Brennan, J., Fahrig, L., Bert, D., Bouchard, J., Charbonneau, N., Frank, K., Gruber, B., von Toschanowitz, K. T. (2005). Predicting when animal populations are at risk from roads: An interactive model of road avoidance behavior. *Ecol. Modell.*, 185: 329-348.
- Kierulff, M. C., Rylands A. B. (2003). Census and distributions of the golden lion tamarin (*Leontopithecus rosalia*). *American Journal of Primatology*, 59: 29-44.
- Köppen, W. (1948). *Climatología: Con un Estudio de los Climas de la Tierra*; Fondo de Cultura Económica: Pánuco, México, p. 478.
- Lapenta, M. J., Procópio de Oliveira, P., Kierluff, M. C. M., Motta-Junior, J. C. (2003). Fruit exploitation by golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*) in the Uniao Biological Reserve, Rio das Ostras, RJ – Brazil. *Mammalia*, 67: 41-46.
- Lapenta, M. J., Procópio-de-Oliveira, P. (2008). Some aspects of seed dispersal effectiveness of Golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*) in a Brazilian Atlantic forest. *Tropical Conservation Science*, 1: 122-139.
- Lapenta, M. J., Procópio-de-Oliveira, P. (2009). The fate of seeds dispersed by golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*) in an Atlantic Forest Fragment, Brazil. *Tropical Conservation Science*, 2: 266-281.
- Lapenta, M. J., Procópio-de-Oliveira, P., Kierulff, M.C.M., Motta-Junior, J.C. (2008). Frugivory and seed dispersal of golden lion tamarin (*Leontopithecus rosalia* (Linnaeus, 1766)) in a forest fragment in the Atlantic Forest, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 68: 241-249.
- Lapenta, M.J., Procópio de Oliveira, P., Nogueira-Neto, P. (2007). Daily activity period, home range and sleeping sites of golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*) translocated to the Uniao Biological Reserve, RJ-Brazil. *Mammalia*, 71: 131-137.
- Laundré, J.W., Hernandez, L., Ripple, W.J. (2010). The landscape of fear: Ecological implications of being afraid. *The Open Ecology Journal*. 3: 1-7.
- Laurence, W. F., Cochrane, M. A., Bergen, S., Fearnside, P. M., Delamônica, P., Barber, C., D'Angelo, S., Fernandes, T. (2001). The future of the Brazilian Amazon. *Science*, 291: 438-439.
- Lledo-Ferrer Y, Hidalgo A, Heymann EW, and Peláez F. 2009. Field Observation of Predation of a Slate-Colored Hawk, *Leucopternis schistacea*, On a Juvenile Saddle-Back Tamarin, *Saguinus fuscicollis*. *Neotropical Primates* 16(2):82-84.

- Lucas, P. S., Alves-Eigenheer, M., Francisco, T. M., Dietz, J. M., Ruiz-Miranda, C. R. (2019). Spatial response to linear infrastructures by the endangered golden lion tamarin. *Diversity*. 11: 100 <https://doi.org/10.3390/d11070100>
- Malo, J. E., Suárez, F., Díez, A. (2004). Can we mitigate animal-vehicle accidents using predictive models? *J. Appl. Ecol.*, 41: 701-710.
- Malukiewicz J, Boere V, Fuzessy LF, and Grativol AD. 2015. Natural and Anthropogenic Hybridization in Two Species of Eastern Brazilian Marmosets (*Callithrix jacchus* and *C. penicillata*). *PloS one*.
- Masello, J. F. et al. (2017). How animals distribute themselves in space: variable energy landscapes. *Front. Zool.* 14, 33.
- Meek P, Ballard G, Fleming P, and Falzon G. 2016. Are we getting the full picture? Animal responses to camera traps and implications for predator studies. *Ecol Evol* 6(10):3216-3225.
- Miller, K. E., Laszlo, K., Dietz, J. M. (2003). The role of scent marking in the social communication of wild golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia*. *Animal Behaviour*, 65: 795-803.
- Miller, K. M., Dietz, J. M. (2006). Effects of individual and group characteristics on feeding behaviors in wild *Leontopithecus rosalia*. *International Journal of Primatology*, 27: 911-939.
- Peres, C. A. (1989). Costs and benefits of territorial defense in wild golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 25: 227-233.
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rapaport, L. G. (2011). Progressive parenting behavior in wild golden lion tamarins. *Behavioral Ecology*, 22: 745-754.
- Ruiz-Miranda C, Affonso A, de Morais M, Verona C, Martins A, and Beck B. 2006. Behavioral and ecological interactions between reintroduced golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia* Linnaeus, 1766) and introduced marmosets (*Callithrix* spp, Linnaeus, 1758) in Brazil's Atlantic coast forest fragments. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49(1):99-109.
- Ruiz-Miranda CR, Affonso AG, Martins A, and Beck bB. 2000. Distribuição do sagüi (*Callithrix jacchus*) nas áreas de ocorrência do mico leão dourado no Estado de Rio de Janeiro. *Neotropical Primates* 8(3):98-101.

- Ruiz-Miranda CR, and Kleiman DG. 2002. Conspicuousness and complexity: themes in lion tamarin communication. In: Rylands A, editor. *The Lion Tamarins of Brazil: twenty-five years of research and conservation*. Washington, D.C.: Smithsonian institution Press. p 256-275.
- Ruiz-Miranda CR, de Morais MM, Jr., Dietz LA, Rocha Alexandre B, Martins AF, Ferraz LP, Mickelberg J, Hankerson SJ, and Dietz JM. 2019. Estimating population sizes to evaluate progress in conservation of endangered golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). *PLoS One* 14(6):e0216664.
- Ruiz-Miranda, C. R., de Morais, M. M. Jr., Dietz, L. A., Rocha Alexandre, B., Martins, A. F., Ferraz, L.P. Mickelberg, J., Hankerson, S. J., Dietz, J. M. (2019). Estimating population sizes to evaluate progress in conservation of endangered golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). *PLoS ONE.*, 14: e0216664.
- Ruiz-Miranda, C. R., Gomes Affonso, A., de Morais, M. M., Verona, C. E., Martins, A., Beck, B. (2006). Behavioral and ecological interactions between reintroduced golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia* Linnaeus, 1766) and introduced marmosets (*Callithrix* spp. Linnaeus, 1758) in Brazil's Atlantic Coast Forest Fragments. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49: 99-109.
- Sabatini, V., Ruiz-Miranda, C. R. (2010). Does the Golden lion tamarin, *Leontopithecus rosalia* (Primates: Callitrichidae), select a location within the forest strata for long distance communication? *Zoologia*, 27: 179-183.
- Slobodchikoff CN, and Shields WM. 1988. Ecological trade-offs and social behavior. *The Ecology of Social Behavior*.
- Stevenson MF, and Rylands AB. 1988. The Marmosets, Genus *Callithrix*. In: Russel Mittermeier AR, Ademar Coimbra Filho, Gustavo Fonseca, editor. *Ecology and Behaviour of Neotropical primates*. Washington, D.C. p 131-222.
- Taylor, B. D., Goldingay, R. L. (2004). Wildlife road-kills on three major roads in north-eastern New South Wales. *Wildlife Res.*, 31: 83-91.
- Teixeira FZ, Printes RC, Fagundes JCG, Alonso AC, and Kindel A. 2013. Canopy bridges as road overpasses for wildlife in urban fragmented landscapes. *Biota Neotropica* 13(1):117-123 %@ 1676-0603.
- Valladares-Padua, C., Cullen, L. Padua, S. (1995). A prole bridge to avoid primate road kills. *Neotropical Primates*, 3: 13-15.

- Van der Grift, E. A., van der Ree, R. (2015). Guidelines for evaluating use of wildlife crossing structures. *In: Van der Ree, R. D.; Smith, J.; Grilo, C. (eds.) Handbook of Road Ecology*. Hoboken: John Wiley & Sons. p. 119-128.
- Vickers, T. W., Sanchez, J. N., Johnson, C. K., Morrison, S. A., Botta, R., Smith, T., Cohen, B. S. Huber, P. R., Ernest, H. B., Boyce, W. M. (2015). Survival and mortality of Pumas (*Puma concolor*) in a fragmented, urbanizing landscape. *PLoS One*, 10: e0131490. doi:10.1371/journal.pone.0131490
- Yokochi, K., Bencini, R. (2015). A remarkably quick habituation and high use of a rope bridge by an endangered marsupial, the western ringtail possum. *Nature Conservation*, 11: 79-94.
- Yokochi, K., Chambers, B. K., Bencini, R. (2015). An artificial waterway and road restrict movements and alter home ranges of endangered arboreal marsupial. *Journal of Mammalogy*, 96: 1284-1294.
- Yokochi, K., Kennington, W. J., Bencini, R., (2016). An endangered arboreal specialist, the western ringtail possum (*Pseudocheirus occidentalis*), shows a greater genetic divergence across a narrow artificial waterway than a major road. *PLoS One*, 11, 0146167. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146167>
- Zar, J. H. (2010). *Biostatistical analysis* Pearson Prentice-Hall. Upper Saddle River, NJ.