
ECOLOGIA

LAURA CASTRO AZAMBUJA GONÇALVES

**CONECTIVIDADE ANIMAL PARA A
CONSERVAÇÃO DE UM PRIMATA AMEAÇADO**



Rio Claro
2020

LAURA CASTRO AZAMBUJA GONÇALVES

CONECTIVIDADE ANIMAL PARA A CONSERVAÇÃO DE UM PRIMATA
AMEAÇADO

Orientador: Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro

Coorientadora: Dra. Milene Amâncio Alves Eigenheer

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de
Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Ecóloga.

Rio Claro
2020

G635c

Gonçalves, Laura Castro Azambuja

Conectividade animal para a conservação de um primata ameaçado
/ Laura Castro Azambuja Gonçalves. -- Rio Claro, 2020

35 f. : fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ecologia) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio
Claro

Orientador: Milton Cezar Ribeiro

Coorientadora: Milene Amâncio Alves Eigenheer

1. Ecologia da Paisagem. 2. Corredores. 3. Ecologia animal. 4.
Mico-leão-dourado. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados
fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Dedico este trabalho à minha
avó Jeronima (*in memorian*).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao meu orientador Miltinho por todo apoio, contribuições e oportunidades que me proporcionou durante essa caminhada; e ao Laboratório de Ecologia Espacial e Conservação (LEEC).

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica (processo nº 144217/2020-1).

À Milene, minha coorientadora, por toda paciência, ensinamentos, contribuições, conselhos, e por ter me guiado pelo mundo acadêmico. Suas orientações fizeram toda a diferença na minha trajetória. Sem ela nada disso seria possível.

Ao Prof. Dr. Carlos Ramon Ruiz-Miranda pela oportunidade de estágio e ensinamentos. Aprendi muito sobre o a conservação do mico-leão-dourado e outros projetos desenvolvidos por ele e sua equipe. Esse estágio contribuiu muito para o meu crescimento e foi fundamental para este trabalho.

À Camila Priante pela ajuda nos meus primeiros passos no QGIS, conselhos e abrigo durante o estágio.

Aos professores e professoras do curso de Ecologia. Em especial as professoras Maria Inez e Zezé, que se dedicam muito ao curso e as viagens de campo. Fizeram toda a diferença com seus ensinamentos e inspiração.

À turma Eco 16, composta por pessoas maravilhosas que contribuíram muito durante a minha trajetória. Pessoas extraordinárias que tive a sorte de encontrar.

À toda a minha família em especial, minhas avós Jeronima e Vivi, minha mãe Rejamar e meu pai, José que sempre me apoiaram e respeitaram as minhas escolhas e me ajudaram a chegar até aqui. À minha irmã, amiga e companheira Marina, que sempre esteve ao meu lado e com quem sempre pude contar.

À minha amiga de infância Gabriela Antoni que me apresentou à Ecologia e mudou a minha vida.

À Amanda Viana, uma grande amiga que ganhei na graduação e que levarei para a vida.

À República Lama: Victoria Godoi, Gabriela Brito, Letícia Bulascoschi e nosso agregado Willian Simione, pela companhia, conversas e risadas. E aos felinos Dom e Alê. Foi muito bom ter passado um pedacinho da minha graduação com todos vocês.

À todas as pessoas que lutam por pautas importantes como a pesquisa e a conservação da biodiversidade e que são resistência em tempos de descaso e desmonte.

“Only if we understand, can we care.

Only if we care, will we help.

Only if we help, shall all be saved.”

(Jane Goodall)

RESUMO

Conservar espécies em ambientes fragmentados envolve decisões estratégicas sobre o uso da paisagem, uma vez que é fundamental manter a conexão entre áreas promovendo a movimentação da espécie-alvo, ligando organismos, populações, comunidades e até ecossistemas. A Mata Atlântica é um dos biomas mais fragmentados do país, sendo a expansão dos centros urbanos e a agropecuária os principais fatores de degradação. A perda de habitat e o isolamento de espécies são algumas de suas consequências, que podem levar ao declínio populacional e até mesmo a extinção de espécies. Manter a conectividade estrutural e funcional entre fragmentos de habitat auxilia a movimentação da fauna, processo essencial para a manutenção dos ecossistemas. Neste estudo buscamos identificar e analisar a funcionalidade de “corredores sob a perspectiva do animal” utilizando como modelo de estudo o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*), uma espécie de primata endêmica e ameaçada da Mata Atlântica. Analisamos dados de movimentação de 3 indivíduos monitorados por colares GPS em fragmentos florestais na Bacia do Rio São João, estado do Rio de Janeiro e produzimos um mapa detalhado de cobertura e uso do solo em escala de 1:2500m nas áreas de ocorrência dos animais estudados. Estimamos os valores das áreas de vida, comprimento de passo e suas relações com a paisagem e buscamos identificar padrões de movimento em áreas de corredor (movimentos rápidos, paralelos e repetitivos). Nossa hipótese principal foi refutada, pois não identificamos áreas de corredor sob a perspectiva do animal. O uso do espaço, e consequentemente a movimentação dos indivíduos estudados foram predominantemente em áreas florestais, com baixo uso de outras classes da paisagem, como dutos de combustível e pastagem. O comprimento de passo em áreas florestais também foi em média menor que em outras áreas, mas também apresentou a maior variabilidade em distâncias percorridas entre pontos. Os resultados obtidos nesse estudo são de grande importância para o planejamento de conservação de uma espécie de primata altamente ameaçada, e poderão ser utilizados para uma maior compreensão dos impactos da fragmentação sob outras espécies de primatas brasileiros.

Palavras-chaves: *Leontopithecus rosalia*. Corredor Ecológico. Wildlife Connectivity. Movimento Animal. Ecologia da Paisagem.

ABSTRACT

Conserving species in fragmented environments involves strategic decisions about the use of the landscape since it is essential to maintain the connection between areas promoting the movement of the target species, linking organisms, populations, communities and even ecosystems. The Atlantic Forest is one of the most fragmented biomes in the country, with the expansion of urban centers and agriculture and livestock the main factors of degradation. Habitat loss and species isolation are some of these consequences, which can lead to population decline and even species extinction. Maintaining structural and functional connectivity between habitat fragments helps the movement of fauna, an essential process for the maintenance of ecosystems. In this study we aimed to identify and analyze the functionality of “wildlife-based corridors” using the golden lion tamarin (*Leontopithecus rosalia*) as a study model, a species of endemic and endangered primate of the Atlantic Forest. We analyzed movement data from 3 individuals monitored by GPS collars in forest fragments in the São João River Basin, state of Rio de Janeiro and produced a coverage and land use map on a scale of 1: 2500m of the areas where they live. We estimate the values of living areas, step length and their relationship to the landscape and search to identify movement patterns in corridor areas (rapid, parallel and repetitive movements). Our main hypothesis was refuted, as we did not identify corridor areas from the animal's perspective. The landscape use and consequently, the movement of the studied individuals were predominantly in forest areas, with lower use of other landscape classes, such as pipelines and pasture. The step length in forest areas was on average smaller than in other areas, and presented a higher variability in distance between points. The results obtained in this study will be of great importance for the conservation planning of a highly endangered primate species and can be used to better understand the impacts of fragmentation on other species of Brazilian primates.

Keywords: *Leontopithecus rosalia*. Ecological Corridor. Wildlife Connectivity. Animal Movement. Landscape Ecology

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	12
3	MATERIAL E MÉTODO	14
3.1	Área de estudo.....	14
3.2	Coleta de dados de movimentação	15
3.3	Classificação da paisagem	16
3.4	Análise dos dados.....	17
5	RESULTADOS.....	20
5.1	Área de vida	20
5.2	Mapeamento e classificação da paisagem	21
5.3	Análise do movimento	23
5.3.1	Corredor sob a perspectiva do animal.....	23
5.3.2	Métricas do movimento	23
5.3.3	Métricas do movimento e paisagem	24
6	DISCUSSÃO.....	27
7	CONCLUSÃO.....	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

Com menos de 16% de vegetação nativa remanescente a Mata Atlântica é um dos biomas mais ameaçados do país (RIBEIRO *et al.*, 2009). A expansão urbana e agropecuária são alguns dos fatores que contribuem para a fragmentação e perda de habitat, visto que grandes centros urbanos e 72% da população brasileira se encontram em área de Mata Atlântica (RIBEIRO *et al.*, 2009). O processo de fragmentação, que inclui a perda e a fragmentação de habitat pode ter diversas consequências, como isolamento e dispersão de espécies, diminuição do fluxo gênico, redução da riqueza e da diversidade de espécies, e efeito de borda (FAHRIG 2017; RALLS *et al.* 2018). A diminuição no fluxo gênico pode levar à extinção de espécies por conta da endogamia, podendo ainda ocorrer aumento da competição e diminuição de níveis tróficos, afetando assim toda a comunidade (D'EON *et al.*, 2002; FAHRIG, 2003).

A conectividade entre fragmentos possibilita a movimentação da fauna, sendo um fator essencial para a conservação da biodiversidade e do habitat, assim como para a manutenção do equilíbrio nos ecossistemas (FAHRIG, 2003; HADDAD *et al.* 2015; TAYLOR *et al.*, 1993). A conectividade pode ser classificada como estrutural, quando existem aspectos espaciais e estruturais da paisagem conectando os fragmentos; ou funcional, que leva em conta a capacidade de movimentação e conexão para determinada espécie (FISCHER & LINDENMAYER, 2007; TISCHENDORF & FAHRIG, 2000).

Uma das maneiras de aumentar a conectividade estrutural e diminuir os impactos do isolamento causado pela perda de habitat e fragmentação é a implementação de corredores ecológicos, que são faixas de vegetação nativa que ligam fragmentos, mantendo assim a conectividade (TISCHENDORF & FAHRIG, 2000). A relação entre ocorrência, abundância ou diversidade de fauna com atributos espaciais (*i.e.* tamanho das áreas, quantidade de habitat, efeito de borda *etc.*) pode ser um passo interessante para avaliar questões relacionadas a corredores ecológicos e a conectividade (MAGIOLI *et al.*, 2015; MAGIOLI *et al.*, 2016; MARTENSEN *et al.*, 2012).

No caso da Mata Atlântica, espécies arborícolas são mais dependentes das estruturas verticais das florestas, como é o caso de bicho-preguiças (SANTOS *et al.*, 2016) e primatas (DA SILVA *et al.*, 2015; GESTICH *et al.*, 2019). Essas espécies, embora possam também se deslocar alguma distância em ambientes terrestres não florestais, são diretamente beneficiadas

com a ocorrência de estruturas florestais lineares (*i.e.* corredores), contribuindo assim para a manutenção da conectividade funcional das mesmas.

Entretanto, a conexão espacial por meio da vegetação não necessariamente promove uma conectividade funcional efetiva, uma vez que nem todos os processos ecológicos são facilitados ou mantidos por conexões estruturais da paisagem (FISCHER & LINDENMAYER, 2007; UEZU *et al.*, 2005). Estudos mostram a importância de se considerar os padrões de movimentação das espécies na implementação de corredores ecológicos (LAPOINT *et al.*, 2013; OSIPOVA *et al.*, 2018; SCHARF *et al.*, 2018). Dessa forma, para que a faixa de vegetação realmente cumpra sua função é necessário levar em conta os hábitos e dados de movimentação da fauna, e de preferência associar esses à qualidade do habitat dos ambientes avaliados (LAPOINT *et al.*, 2013; OSIPOVA *et al.*, 2018; SCHARF *et al.*, 2018).

Os “corredores sob a perspectiva do animal” são regiões que indivíduos utilizam apenas como passagem, apresentando padrões de movimentação como velocidade e mudança na direção do movimento diferentes de quando estão forrageando ou próximo ao oco onde dormem (LAPOINT *et al.*, 2013). O método definido por LaPoint e colaboradores (2013) estabelece que corredores sob a perspectiva do animal são áreas em que os movimentos dos indivíduos são mais rápidos, paralelos e repetitivos. Analisar os padrões de movimentação para implementar corredores sob a perspectiva do animal pode ser uma estratégia interessante para assegurar a movimentação da fauna e promover a conectividade da vida selvagem — *wildlife connectivity* — ou como intitulamos neste trabalho conectividade animal (LAPOINT *et al.*, 2013; OSIPOVA *et al.*, 2018; SCHARF *et al.*, 2018).

O mico-leão-dourado (MLD, *Leontopithecus rosalia*), uma das espécies símbolo da Mata Atlântica, está classificado como em perigo (EN) pela IUCN e pelo Ministério do Meio Ambiente (ICMBIO/MMA, 2018; KIERULFF, 2008) e sua distribuição potencial é restrita ao interior do Estado do Rio de Janeiro (CULOT *et al.*, 2019; KIERULFF & RYLANDS, 2003). Os MLDs são considerados uma espécie-chave para a manutenção dos ecossistemas, uma vez que desempenham importante papéis ecológicos, como a dispersão de sementes, contribuindo com a manutenção da vegetação e da biodiversidade (LAPENTA & PROCÓPIO DE OLIVEIRA, 2008; RUIZ-MIRANDA *et al.*, 2008). Devido a diminuição das áreas de habitat disponíveis (em decorrência da perda e fragmentação de habitat), os MLDs tendem a se deslocar entre vários fragmentos, complementando assim recursos necessários e mantendo suas populações (ASCENSÃO *et al.*, 2019; MORAES *et al.*, 2018; RUIZ-MIRANDA *et al.*, 2008).

No entanto, uma grande barreira estrutural para o movimento da espécie são as estradas pavimentadas (ASCENSÃO *et al.*, 2019; LUCAS *et al.*, 2019; MORAES *et al.*, 2018).

Em 1960 a população de micos-leões-dourados (MLDs) na natureza era menor que 200 indivíduos, o que levou a espécie a ser considerada quase extinta (COIMBRA-FILHO & CÂMARA, 1996). A Associação-Mico-Leão-Dourado (AMLD) foi criada em 1992 com o objetivo de proteger os MLDs e conservar a biodiversidade da Mata Atlântica (AMLD, 2019). A AMLD, em conjunto com cientistas, organizações não governamentais e sociedade civil, estabeleceu inúmeros projetos voltados à conservação do MLD, e atualmente é estimado que existam cerca de 2.500 indivíduos em vida livre (DIETZ *et al.*, 2019).

Existem alguns fatores cruciais para garantir a sobrevivência da espécie, incluindo o aumento das áreas de vegetação nativa e da conectividade entre os fragmentos, evitando o isolamento entre diferentes populações e garantindo seu fluxo gênico (MORAES *et al.*, 2018; RUIZ-MIRANDA, *et al.*, 2008). Os esforços e campanhas para salvar a espécie da extinção chamaram a atenção do público para a conservação de seu habitat, o que influencia na conservação da Mata Atlântica e de outras espécies que vivem no mesmo habitat (DIETZ *et al.*, 1994; RAMBALDI, 2002). Por ser uma espécie endêmica e ameaçada, que ocorre apenas em uma pequena região no interior do estado do Rio de Janeiro, a conectividade entre os fragmentos de habitats florestais é extremamente importante para assegurar a manutenção de suas populações (KIERULFF *et al.*, 2012; MORAES *et al.*, 2018; RUIZ-MIRANDA *et al.*, 2008; SANTOS, 2018).

Lucas e colaboradores (2019) analisaram a resposta espacial, uso do espaço e área de vida de MLDs a infraestruturas lineares (estradas pavimentadas e não pavimentadas, dutos de combustíveis e linhas de alta tensão), que indicaram que essa espécie evita estradas pavimentadas. A área de vida foi maior em grupos mais distantes dessas estruturas e dentro das Unidades de Conservação, com animais utilizando principalmente as áreas florestais (LUCAS *et al.*, 2019). Apesar de revelar importantes aspectos sobre o uso do espaço pelo MLD, essas análises apresentaram algumas restrições pelo período limitado de coleta de dados (apenas 5 pontos por dia). Novos estudos, especialmente os realizados com tecnologias avançadas como o uso de colares/mochilas GPS (*Global Positioning System*) irão permitir uma compreensão detalhada do uso do espaço e padrões de movimentação do MLD, auxiliando na conservação dessa importante espécie.

Entender os padrões de movimentação e uso do espaço por MLDs é essencial para conhecer melhor a ecologia da espécie. Além disto, compreender a existência ou não de corredores sob a perspectiva do animal pode possibilitar a implementação de corredores funcionais que promovam a conectividade da vida selvagem e a conservação da espécie (LAPOINT *et al.*, 2013; SCHARF *et al.*, 2018).

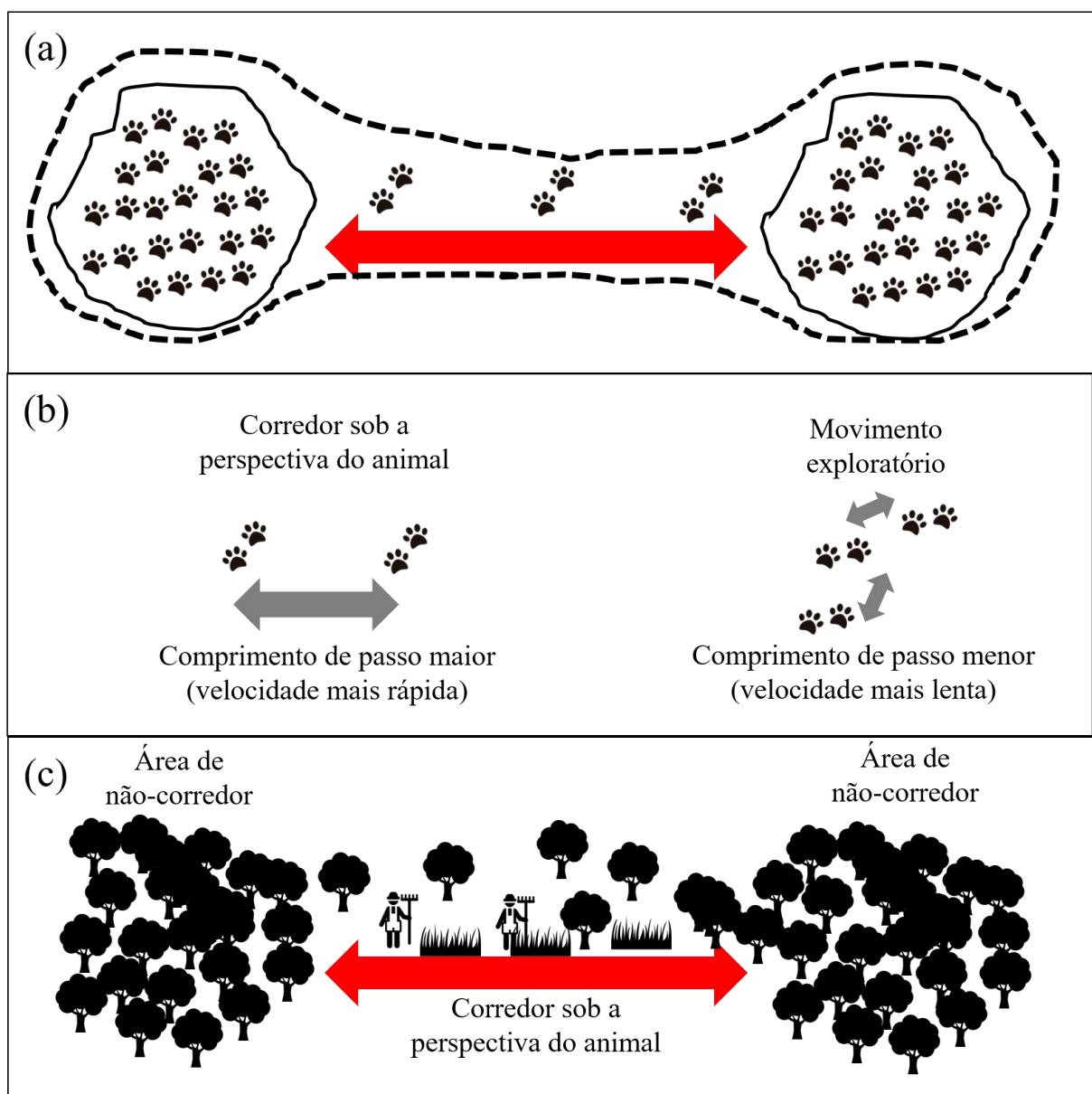
2 OBJETIVO E HIPÓTESES

Esta pesquisa é parte do projeto “*Avaliação do efeito de faixas de dutos na conectividade da paisagem para a Mastofauna e análise da eficácia de estruturas de travessias de fauna*” conduzido em uma parceria de diversas instituições, incluindo o Laboratório de Ecologia Espacial e Conservação (LEEC/–UNESP), Laboratório de Ciências Ambientais (LCA) – Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e a Associação Mico-Leão-Dourado (AMLD). Neste estudo pretendemos responder às seguintes perguntas:

- (a) Os micos-leões-dourados possuem corredores sob a perspectiva do animal dentro de sua área de vida?
- (b) Os padrões de movimentação da espécie são diferentes em áreas de corredor sob a perspectiva do animal?
- (c) Como varia a paisagem de áreas de corredor em relação a áreas de não corredor sob a perspectiva de micos-leões-dourados?

Nossa hipótese para a primeira pergunta foi de que os animais possuem áreas que funcionam como corredores dentro de sua área de vida (Figura 1a). Como hipótese alternativa, os animais não possuem áreas utilizadas como corredores dentro de sua área de vida, apresentam apenas movimentos exploratórios em toda a área de vida. Nossa hipótese para a segunda pergunta foi que os padrões de movimentação são diferentes entre áreas de corredor sob a perspectiva do animal e áreas de uso exploratório, com velocidade e comprimento de passo maior nas áreas de corredores (Figura 1b). Nossa hipótese para a terceira pergunta foi que áreas de corredor sob a perspectiva do animal serão mais heterogêneas, com uma maior quantidade de classes de uso da paisagem, enquanto áreas de não corredor serão predominantemente florestais (Figura 1c). Caso as hipóteses 2 e 3 não se confirmassem, analisaríamos as mesmas questões, mas em toda a área de vida dos indivíduos estudados.

Figura 1: Hipóteses de padrões na movimentação de determinado indivíduo de MLD. As pegadas representam as localizações e a linha preta tracejada indica a área de vida (a) Movimento incluindo corredores sob a perspectiva de determinado indivíduo. A seta vermelha indica a área de corredor sob a perspectiva do animal e as linhas pretas contínuas indicam áreas de movimento exploratório. (b) Diferentes padrões de movimento em áreas de corredor sob a perspectiva do animal e áreas de movimento exploratório. As setas cinzas indicam o comprimento de passo (maior em áreas de corredor devido a um movimento mais rápido e menos exploratório). (c) Áreas de corredor e de não-corredor sob a perspectiva do animal em relação a heterogeneidade da paisagem. Áreas de não-corredor, movimentos exploratórios, são representadas pela maior densidade de árvores (paisagem homogênea). E área de corredor, representada pela presença antrópica, poucas árvores e gramíneas (paisagem heterogênea).

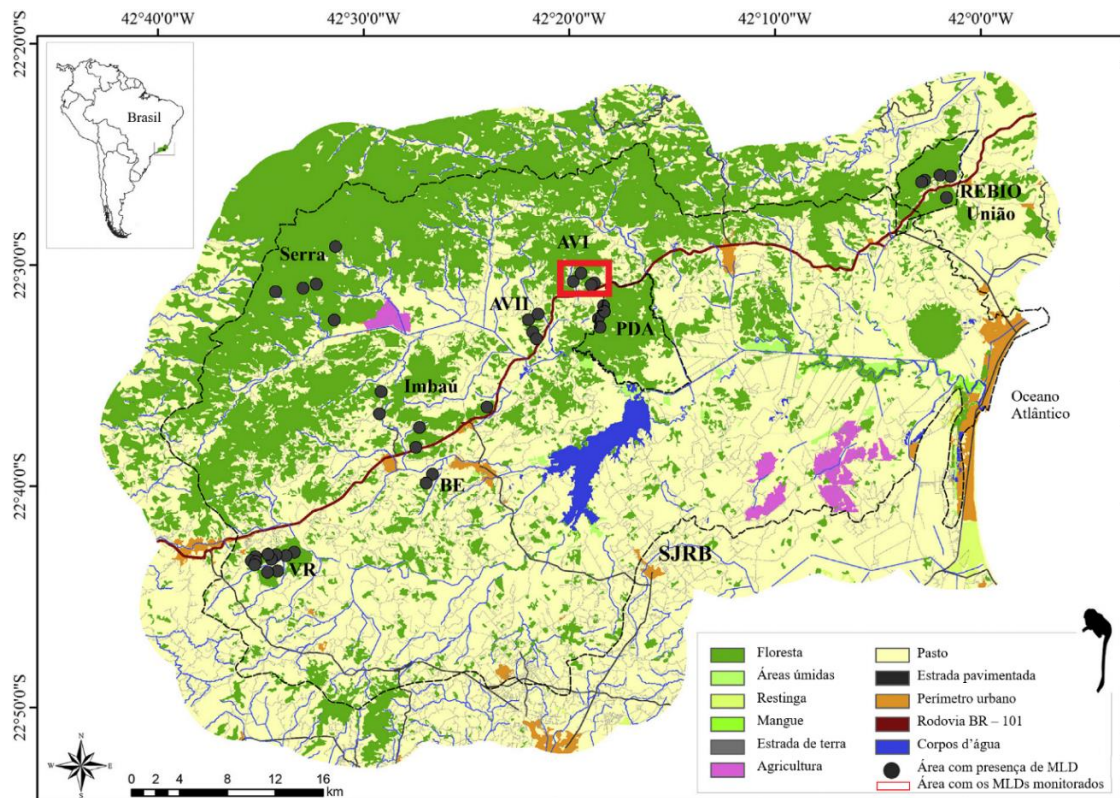


3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 Área de estudo

Este estudo foi desenvolvido em fragmentos florestais em áreas privadas na Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado, no interior do estado do Rio de Janeiro, localizada nas coordenadas 22° 20' e 22° 50' de latitude sul e 42° 00' e 42° 40' de longitude oeste (BRASIL, 2008; Figura 2). A região apresenta interferências antrópicas devido ao desenvolvimento agrícola e a expansão urbana; área total da APA é de 150.300 hectares (BRASIL, 2008; SEMA, 2001). O clima predominante é o tropical úmido (BRASIL, 2008). Caracterizada como uma área importante para a preservação dos recursos hídricos, conservação do mico-leão-dourado e da Mata Atlântica, a APA foi criada em 2001 (BRASIL, 2008; RUIZ-MIRANDA *et al.*, 2008).

Figura 2: Mapa de uso e ocupação do solo da área de estudo, APA da Bacia do Rio São João/Mico-Leão-Dourado. Os pontos indicam áreas com presença de Mico-Leões-Dourados (MLDs) e as áreas coloridas representam as classes de paisagens presentes na legenda. O quadrado vermelho indica a localização dos grupos estudados nesse trabalho. Definição das abreviações no mapa: SJRB: Bacia do Rio São João, REBIO União: Reserva Biológica da União, PDA: Reserva Biológica de Poço das Antas. As siglas Imbau, VR, BE, AVI, AVII e Serra indicam localidades com grupos de micos sendo acompanhados historicamente pela AMLD.



Fonte: Adaptado de Moraes *et al.*, 2018.

3.2 Coleta de dados de movimentação

Os dados de movimentação foram coletados por pesquisadores da Associação Mico-Leão-Dourado (AMLD), que realizaram a captura de indivíduos de MLDs e os equiparam com colares GPS (Q4000ER GPS, Telemetry Solution®, Figura 3). Os MLDs vivem em grupos sociais, tendendo a se mover em grupo (PERES, 1989). Sendo assim, apenas um indivíduo em cada grupo foi equipado com o collar GPS.

Figura 3: Um dos indivíduos do estudo sob anestesia sendo equipado com collar GPS.



Fonte: Talitha Mayumi Francisco

As coletas de MLDs seguiram o protocolo para a captura de indivíduos da espécie descrito por Dietz e colaboradores (1994), onde armadilhas foram instaladas e cevas com bananas. As armadilhas coletaram todos os indivíduos de um grupo, que foram manejados (anestesiados, pesados e examinados por veterinários) em conjunto – no entanto, apenas o macho mais pesado do grupo foi equipado com o collar GPS (DIETZ *et al.*, 1994). Todos os procedimentos foram realizados seguindo rigorosamente os princípios de ética animal, sendo os mesmos realizados exclusivamente por especialistas da AMLD. A princípio a expectativa da equipe era de equipar oito indivíduos de MLDs com colares GPS, porém devido à dificuldades nas capturas, associadas a suspensão de atividades de campo como medida de prevenção a pandemia de coronavírus, apenas 3 indivíduos de 3 grupos diferentes foram equipados com GPS.

Este estudo exigiu alta resolução temporal e espacial dos dados, sendo necessário adquirir dados em um curto intervalo de tempo. Desta forma, os colares coletaram coordenadas a cada 10 minutos. A coleta de dados foi durante os meses de julho, agosto e setembro de 2019, período de seca na região do estudo (BRASIL, 2008). Cada grupo teve a sua localização coletada em dias alternados por dois meses nos horários em que os indivíduos permanecem mais ativos - no período diurno, das 7h até às 15h50, com um intervalo sem coleta de pontos das 11h até às 14h. Dois indivíduos (Tam02 e Tam03) tiveram os pontos coletados durante os meses de julho e agosto de 2019 e o terceiro (Tam04) durante os meses de agosto e setembro de 2019, sendo que o último apresentou problemas técnicos de razões desconhecidas, reduzindo o número de dias de coleta de pontos. Como utilizamos dados de movimentação disponibilizados pela AMLD, não foi necessário submeter esse projeto ao comitê de ética da UNESP.

3.3 Classificação da paisagem

Utilizando o plugin *QuickMap Services* do *software* QGIS 3.4.9 (QUANTUM, 2019), a partir de imagens do *Google Satellite* refinamos o mapeamento da paisagem previamente realizado por Moraes *et al.* (2018). O refinamento foi realizado apenas nas áreas de ocorrência dos indivíduos estudados e que foi definida utilizando a Estimativa de Densidade por Kernel de 100% de probabilidade de uso, baseada nas localizações GPS dos animais estudados, a estimativa foi feita no *software* R 4.0.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2020). Para um maior detalhamento dos limites de cada classe da paisagem, em uma escala de 1:2500 metros.

Classificamos as áreas em 12 classes de cobertura e uso do solo, são elas: floresta, reflorestamento, *stepping stones*, clareira, pastagem, silvicultura, dutos de combustíveis (figura 4), solo exposto, edificações, rodovia BR-101, estrada de terra e corpos d'água. As áreas classificadas como *stepping stones* (trampolins ecológicos) são aquelas em que há vegetação arbórea remanescente, o que pode facilitar o deslocamento e dispersão de indivíduos de MLDs na área.

Figura 4: Área do duto de combustível na área de vida de um dos indivíduos monitorados.



Fonte: Ruiz-Miranda *et al.*, 2018.

3.4 Análise dos dados

Existem corredores dentro das áreas de vida dos micos?

Utilizamos o método proposto por LaPoint *et al.*, (2013) para definir e identificar áreas de corredores sob a perspectiva do animal a partir de padrões de movimentos rápidos, paralelos e repetitivos dos indivíduos. As áreas de corredores sob a perspectiva do animal foram definidas de acordo com os padrões de movimentação dos indivíduos, assumindo que em áreas de corredores há mudanças na velocidade, direção do movimento e repetições em comparação às regiões de uso exploratório.

As análises estatísticas dos padrões de movimentação e área de vida foram feitas utilizando o pacote ‘*adehabitatLT*’ no software R 4.0.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2020). A área de vida e área nuclear foi calculada utilizando a Estimativa de Densidade por Kernel, método Kernel (KDE) nas regiões com 95% a 50% de distribuição de utilização, respectivamente (WORTON *et al.*, 1989). As áreas com 50% de distribuição de utilização foram definidas com área nuclear ou *core area*.

A partir da função ‘*corridors*’, do pacote ‘*move*’ analisamos os dados dos padrões de movimentação obtidos (KRANSTAUBER *et al.*, 2017). As áreas que apresentam movimentos paralelos, repetitivos e velocidades mais altas são identificadas como área de corredor ecológico sob a perspectiva do animal (LAPOINT *et al.*, 2013). A função para detecção dos corredores sob a perspectiva do animal é descrita detalhadamente em LaPoint *et al.* (2013) e as etapas envolvidas dentro da função são apresentadas brevemente a seguir.

Após o cálculo da área de vida, é calculada a velocidade e a variação na direção no movimento dos animais. O comprimento de passo corresponde a distância percorrida entre duas localizações subsequentes. Para cada passo, calcula-se seu ponto médio (ponto entre duas localizações), sua velocidade (m/min) e seu azimuth ($-180^\circ \leq azimuth < 180^\circ$). Passos com velocidade maior que 75% de todas as velocidades por animal são considerados passos dentro do corredor, pois indicam que o indivíduo está se movendo mais rápido nessa área. Para cada ponto médio é calculado um *buffer* (um círculo que delimita uma área) de raio igual a metade do comprimento do passo do movimento.

Para identificar os movimentos paralelos é calculado o pseudo-azimute de todos os pontos médios utilizando a função: $2 (\text{ângulo observado} + 180^\circ)$. Caso o resultado seja maior que 360° deverá ser subtraído 360° e caso seja menor que 360° , nenhum valor será subtraído ou adicionado. A partir daí calcula-se a variação circular do pseudo-azimute de todos os pontos médios dentro dos *buffers* de cada ponto médio. Os pontos médios com velocidade maiores que 75% de todas as velocidades do animal que também possuem baixa variância demonstram que nesses pontos, os animais apresentam “comportamento de corredor”, ou seja, se movem rapidamente, paralelamente e repetidamente na região.

Para definir o corredor sob a perspectiva do animal, identifica-se concentrações de pontos médios onde o animal apresenta “comportamento de corredor”, considerando apenas os pontos médios com ao menos outros 2 pontos médios dentro da sua área de influência (*buffer*). Após essa etapa, são delimitados os limites dos corredores sob a perspectiva do animal usando uma estimativa de densidade de Kernel similar à utilizada para definir as áreas de vida.

Os padrões de movimentação são diferentes nas áreas com diferentes classes da paisagem?

Uma vez que não identificamos áreas de corredores sob a perspectiva do animal, modificamos a pergunta 2 proposta inicialmente, a fim de compreender como ocorrem os padrões de movimentação de acordo com a paisagem. Calculamos a métrica de movimentação ‘comprimento de passo’ para cada um dos indivíduos e associamos os resultados obtidos às classificações da paisagem. Verificamos qual é a classe mais utilizada por cada indivíduo, a partir da frequência de localizações e de comprimento de passo e a densidade dos comprimentos de passos para cada classe da paisagem. Todas as análises foram realizadas utilizando o software R 4.0.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2020).

Para obtermos a métrica do comprimento de passo separamos as trajetórias de cada indivíduo, ou seja, uma sequência de passos conectando sucessivas localizações de um animal, levando em conta assim a ordem espacial e temporal do movimento (CALENGE, 2015; TURCHIN, 1998). Uma vez que os dados não são contínuos pois foram coletados em dias alternados, cada novo dia de coleta foi considerado como uma trajetória nova. Calculamos as trajetórias utilizando o pacote ‘*adehabitatLT*’ (CALENGE, 2006). Para cada trajetória foram calculados os comprimentos de passo entre cada localização. Comparamos os comprimentos de passo de cada indivíduo utilizando o teste de Kruskal-Wallis e o *post-hoc* Nemenyi utilizando o pacote ‘*PMCMR*’.

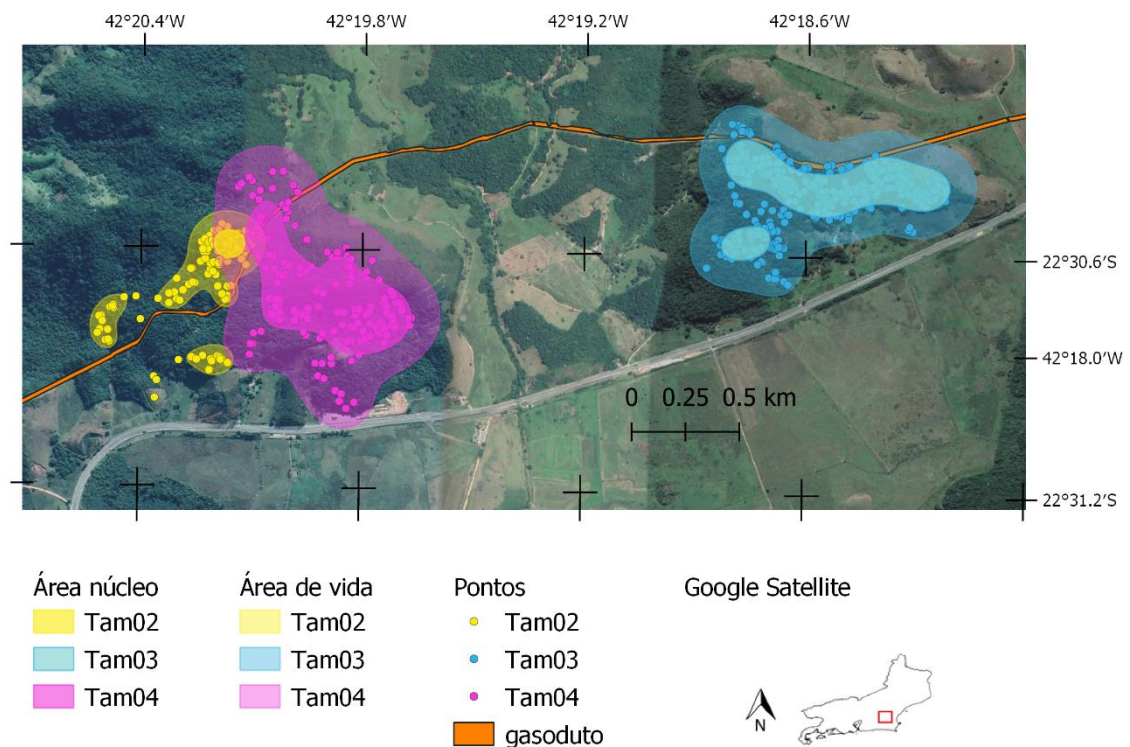
Após esta etapa calculamos a frequência dos comprimentos de passo das áreas de uso exploratório. Essas frequências foram utilizadas para comparação entre as diferentes classes aplicando mais uma vez o teste de Kruskal-Wallis.

4 RESULTADOS

4.1 Área de vida

Foram 21 dias de coleta do Tam02 totalizando 465 localizações, 22 dias do Tam03 com 474 pontos e 8 dias de coleta do Tam04 resultando em 169 pontos. A partir dos dados de localização obtidos calculamos a área de vida (95% de probabilidade de uso) e área nucleares (50% de probabilidade de uso) dos indivíduos. A maior estimativa de área de vida foi a do indivíduo Tam04 com 86,71 hectares e 30,33 hectares de área nuclear. O indivíduo Tam03 com 73,80 hectares de área de vida e 23,30 hectares de área nuclear. Já o Tam02 teve a menor estimativa de área de vida e área nuclear com respectivamente 18,29 hectares e 11,64 hectares (Figura 5).

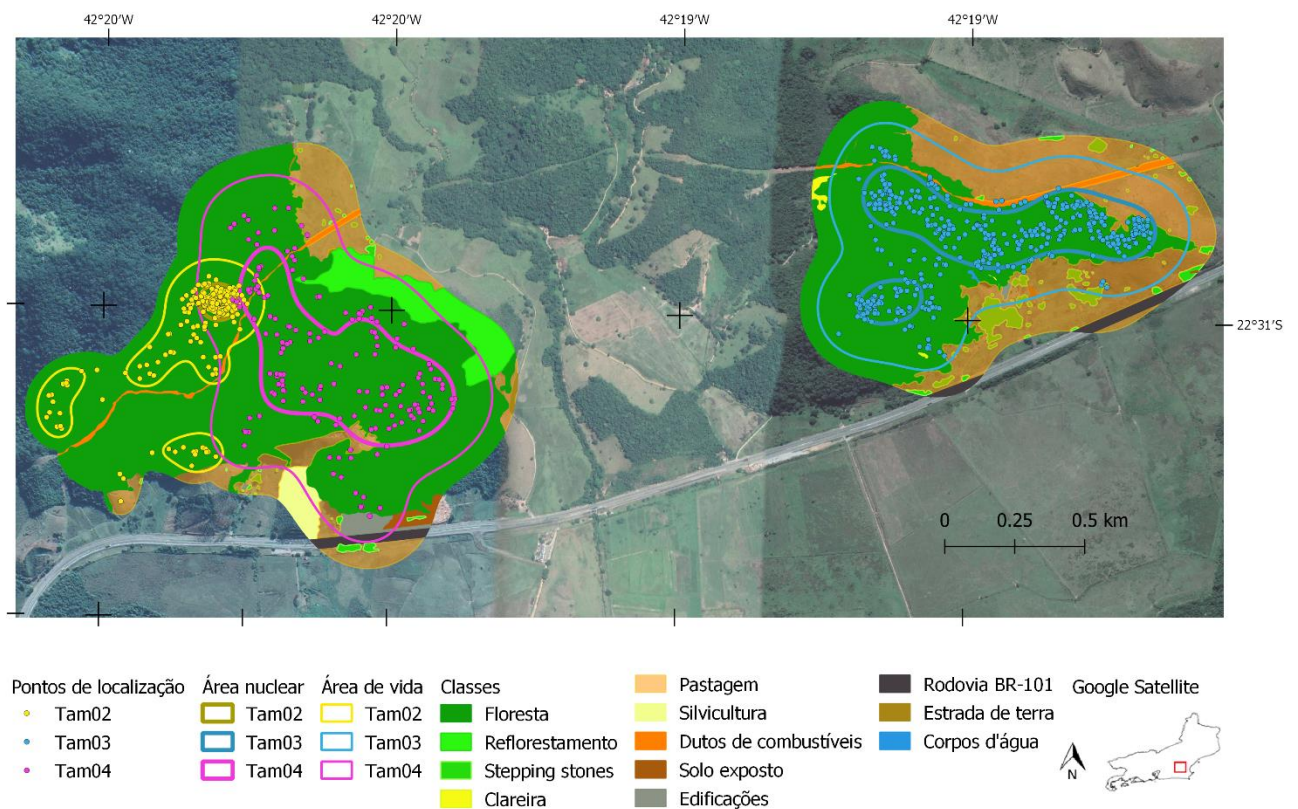
Figura 5: Áreas de vida para os 3 indivíduos de Micos-leões-dourados (MLDs) presentes na área de estudo. Cada cor representa um indivíduo, as áreas maiores são as áreas de vida, as áreas centrais em tons mais escuros são as áreas nucleares, os pontos as localizações obtidas pelos colares GPS e a linha laranja indica os dutos de combustíveis presentes na área. O mapa inferior à direita indica a localização da área de estudo dentro do estado do Rio de Janeiro.



4.2 Mapeamento e classificação da paisagem

A classificação da paisagem indicou que a cobertura predominante na área de vida de todos os indivíduos é a floresta (Figura 6).

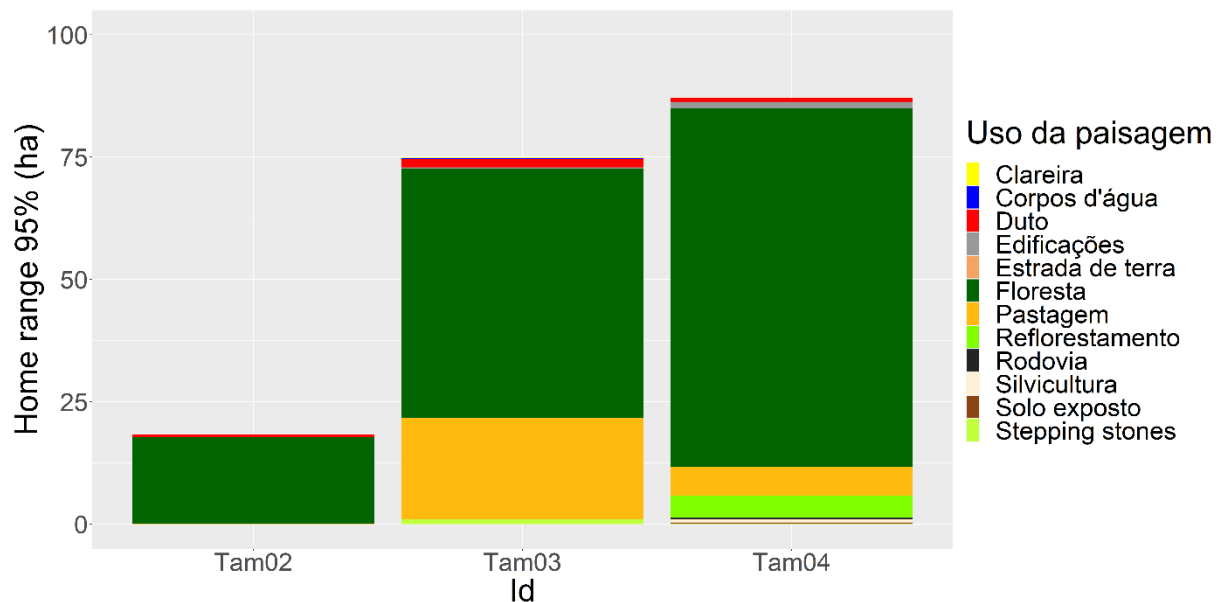
Figura 6: Mapa de cobertura e uso do solo com os dados de localizações, área de vida e área nuclear dos indivíduos de Micos-leões-dourados (MLDs) na Bacia do Rio São João - RJ. O mapa inferior à direita indica a localização da área de estudo dentro do estado do Rio de Janeiro.



O indivíduo Tam02 tem área de vida de 18,29 hectares com 97,15% de área de floresta, é a maior porcentagem da classe nas áreas de vida dos indivíduos, 2,35% corresponde a área de duto e apenas 0,50% de pastagem. Já o indivíduo Tam03 com 73,80 hectares teve a menor proporção de floresta dentro da área de vida com 68,04% e também é indivíduo o com maior proporção de área de pastagem com 27,61%, e a estrada de terra com 0,07% foi a classe com a menor extensão. As outras classes dentro da área de vida do indivíduo Tam03 são: duto (2,32%), *stepping stones* (1,31%), edificações (0,25%), clareira (0,19%), corpos d'água (0,12%) e solo exposto (0,09%), ao todo são 9 classes.

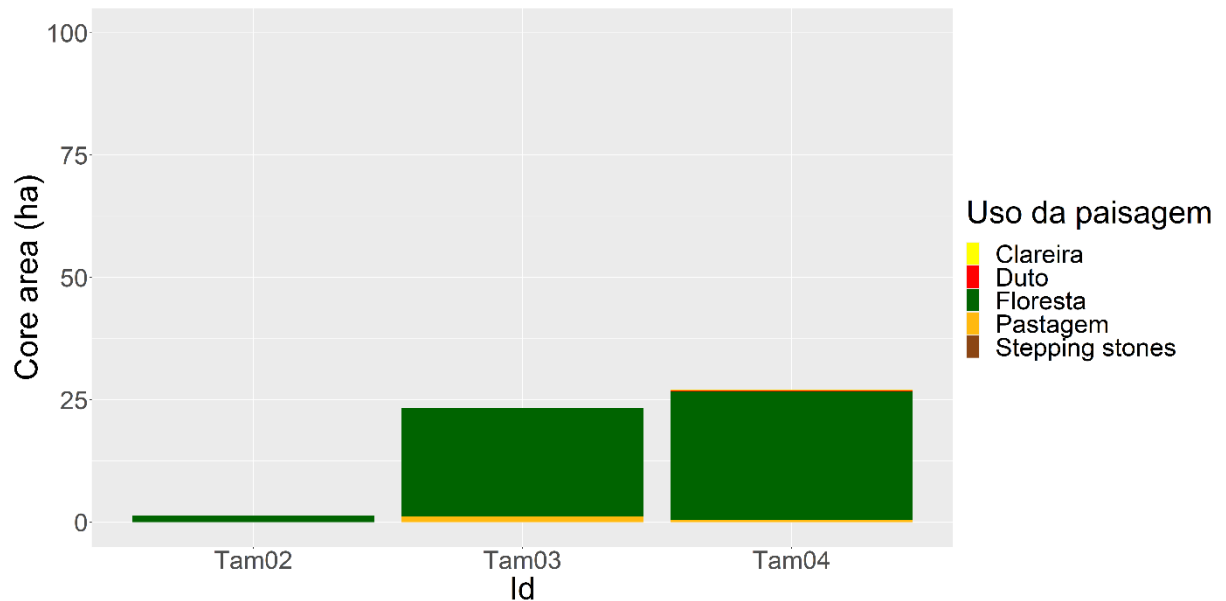
Já o indivíduo Tam04 tem 11 classes em 86,71 hectares de área de vida, sendo a floresta a de maior extensão com 84,00% da área, pastagem com 6,70% é a segunda classe com maior proporção na sua área de vida. As outras classes presentes são: reflorestamento (5,24%), dutos de combustíveis (0,99%), silvicultura (0,66%), rodovia BR-101 (0,42%), solo exposto (0,31%), edificações (1,48%), *stepping stones* (0,11%), estrada de terra (0,05%) e clareira (0,04%).

Figura 7. Porcentagem de cobertura das classes da paisagem nas áreas de vida (*Home range* 95%) de cada indivíduos de Micos-leões-dourados (MLDs) na Bacia do Rio São João - RJ.



Assim como na área de vida a classe predominante na área nuclear de todos os indivíduos é a floresta. A área nuclear do indivíduo Tam02 (área de 1,4 ha) é composta apenas por floresta. Já a área nuclear do Tam03, 23,30 hectares é constituída por 97,56% de floresta, 5,24% de pastagem, 0,21% dutos de combustíveis e apenas 0,04% de *stepping stones*. O indivíduo Tam04 tem a maior extensão de área nuclear com 26,84 hectares e 98,28% dessa área é constituída por florestas, 1,48% de pastagem, 0,81% de dutos de combustíveis e 0,15% de área de clareira.

Figura 8. Representação da porcentagem de cobertura das classes da paisagem nas áreas nucleares (*core area*) de cada indivíduo de Micos-leões-dourados (MLDs) na Bacia do Rio São João - RJ.



4.3 Análises dos movimentos

4.3.1 Corredor sob a perspectiva do animal

Não foram encontrados comportamentos de corredor dentro da área de vida em nenhum dos três indivíduos acompanhados nesse estudo.

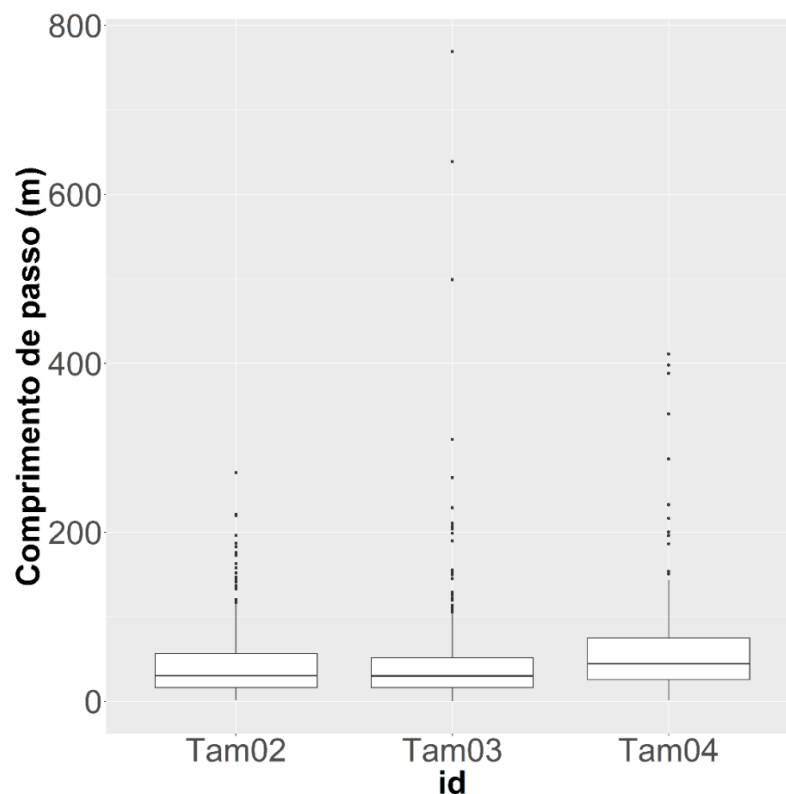
4.3.2 Métricas do movimento

Os indivíduos Tam02 e Tam03 apresentam comprimento de passo semelhantes (42,67 e 44,43 metros respectivamente), porém o indivíduo Tam03 possui desvio padrão maior indicando que o animal percorreu maiores distâncias entre um ponto e outro. Já o indivíduo Tam04 possui o maior valor de comprimento de passo 63,02 metros, maior mediana e valores maiores nos quartis superiores e inferiores (primeiro e terceiro quartil).

Após gerar os valores do comprimento de passo e desvio padrão fizemos os testes estatísticos de Kruskal-Wallis e o *post-hoc* Nemenyi para verificar se a diferença entre os indivíduos é significativa. No teste de Kruskal-Wallis encontramos o valor de chi-quadrado =

24.058; grau de liberdade (df) = 2p e o valor de $p = 5.967e-06$, isto é, a diferença entre os indivíduos é estatisticamente significativa, eles se comportam de maneiras diferentes.

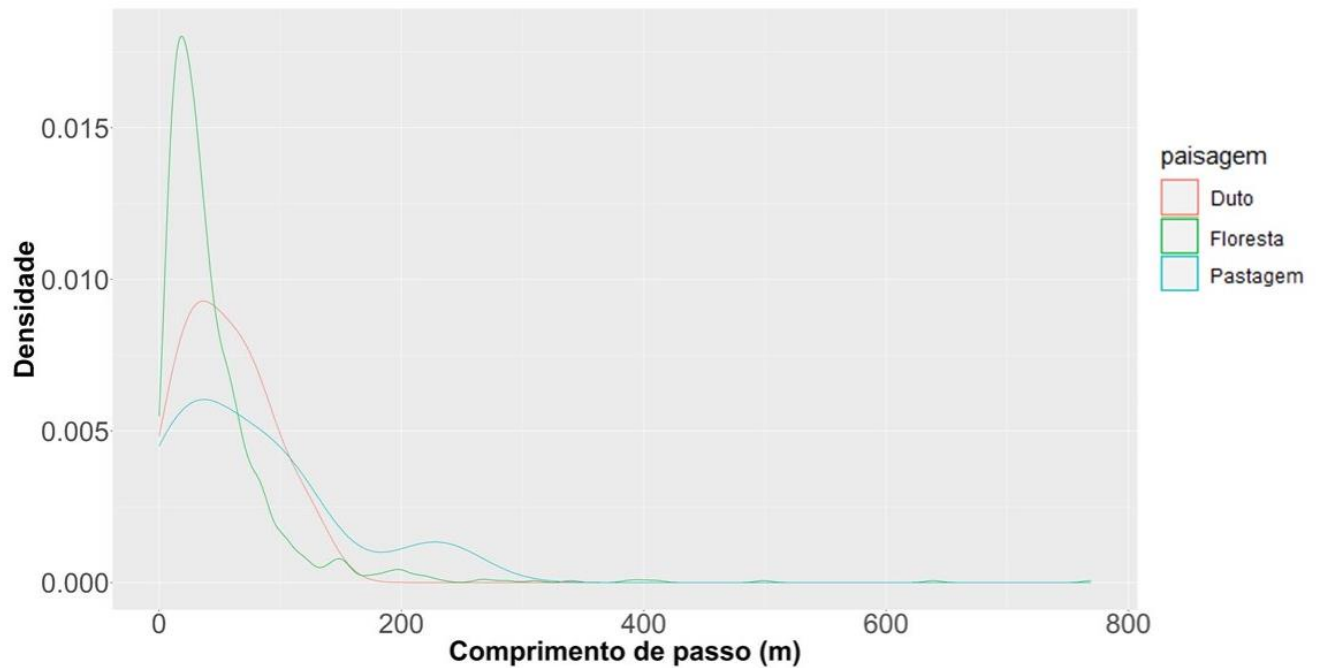
Figura 9. Comprimento de passo em metros por indivíduo. Nos retângulos estão representados os quartis superiores e inferiores, a linha grossa nos retângulos representa a mediana e os pontos desagregados, *outliers*, são os pontos fora dos quartis que representam os passos mais longos (distância percorrida maior).



4.3.3 Métricas do movimento e paisagem

A partir dessas análises notamos que a maior densidade e variação de passos é em área de floresta, que também é a classe com mais localizações seguida pelas áreas de duto e pastagem, em ordem decrescente. Devido a insuficiência de pontos coletados nas outras classes não foi possível calcular a densidade de comprimento de passos nessas áreas. Além das classes floresta, duto e pastagem apenas áreas de *stepping stones*, reflorestamento e edificações possuem pontos de localização de MLDs, porém cada classe possui apenas um ponto coletados. O que indica que os MLDs não se deslocam, ou se deslocam muito pouco, para outras regiões e se movimentam a maior parte do tempo em florestas, dutos e pastagem.

Figura 10. Densidade comprimento de passos de micos-leões-dourados para as classes da paisagem duto, floresta e pastagem na Bacia do Rio São João - RJ.



A média do comprimento do passo em áreas de edificações e reflorestamento foi maior do que em florestas e menor do que a média em áreas de pastagem. Já o comprimento de passo em área de *stepping stones* foi menor do que os quartis inferiores das outras classes representadas no gráfico (Figura 11). Mesmo apresentando a maior variação no comprimento de passo, em média o passo em áreas de floresta é menor do que nas outras áreas. A densidade de passos curtos (25 metros) em áreas de floresta é maior. Áreas de duto e pastagem possuem densidade menor do que florestas e passos mais longos. A pastagem apresenta comprimento de passo maior e menor densidade de passos do que dutos e florestas.

O teste estatístico de Kruskal-Wallis indicou que a variação entre comprimento de passo e paisagem é não significativo. No entanto, é possível que esse resultado seja um reflexo da baixa quantidade de pontos para a maioria das classes.

Figura 11. Comprimento de passo de micos-leões-dourados por classe da paisagem na Bacia do Rio São João (RJ). As classes duto, floresta e pastagem apresentam quartis, pontos máximos e mínimos, pois possuem maior número de pontos coletados. Já as classes edificações, reflorestamento e *stepping stones*, devido à pouca quantidade de pontos não possuem essas representações. Apenas na classe floresta há *outliers*.



5 DISCUSSÃO

Esse é o primeiro estudo que buscou compreender corredores sob a perspectiva do animal com primatas tropicais. Apesar de nossa hipótese principal não ter sido corroborada, encontramos resultados importantes sobre a movimentação e o uso do espaço pelo mico-leão-dourado (MLD). Todos os indivíduos estudados apresentaram apenas comportamentos exploratórios, sem presença de corredores sob o ponto de vista do animal. Uma vez que o MLD é arborícola e poucos pontos de localização foram registrados fora das áreas de floresta é possível que a escolha da espécie não tenha sido a ideal para este estudo.

Diversos outros estudos que encontraram os corredores sob a perspectiva do animal foram conduzidos com espécies menos exigentes em relação a qualidade de habitat (SCHARF *et al.*, 2018, LAPOINT *et al.*, 2013) e não dependentes de árvores para sua movimentação (OSIPOVA *et al.*, 2018, SCHARF *et al.*, 2018). Outros fatores que podem ter influenciado essa análise são relacionadas ao baixo número de indivíduos monitorados, ao curto período de monitoramento, e principalmente, a influência de infraestruturas lineares como rodovia, estradas e dutos de combustível que exercem forte pressão na movimentação e uso do espaço por essa espécie (LUCAS *et al.*, 2019).

Apesar das áreas de vida incluírem regiões como edificações antrópicas e até mesmo a rodovia, sabemos que isso é um reflexo da análise utilizada, que inclui a probabilidade de uso pelos animais, sem considerar a paisagem. Quando analisamos os pontos de localização obtidos pelos colares GPS, vemos que todos os indivíduos utilizam principalmente as áreas florestais, dificilmente ultrapassando suas bordas. Isso reitera a forte necessidade da vegetação florestal para locomoção do MLD (DA SILVA *et al.*, 2015; GESTICH *et al.*, 2019) e indica que a presença de estruturas lineares limita a movimentação dos MLDs em áreas fragmentadas (LUCAS *et al.*, 2019).

Os indivíduos Tam02 e Tam04 apresentaram tamanho e configuração da área de vida bem diferentes, apesar de estarem na mesma região. Essa diferença pode ser um reflexo da menor quantidade de pontos do indivíduo Tam04, assim como do fato que essa é uma espécie de comportamento territorial e a proximidade entre dois grupos pode alterar os padrões de movimento, restringindo e inibindo o uso do espaço por um dos grupos (BAKER & DIETZ, 1996; RUIZ-MIRANDA *et al.*, 2006).

A maior variação no comprimento de passo está relacionada ao tamanho da área de vida, indicando que os indivíduos que usaram espaços maiores, em alguns momentos se deslocam por maiores distâncias. Indivíduos com maior tamanho de área de vida e área nuclear apresentam maior desvio padrão e majoritariamente passos curtos. A maioria dos passos nas áreas de florestas são mais curtos, indicando que esta é a área onde os animais mais exploram.

Na floresta é onde também houve maior variação nos comprimentos de passo, com algumas distâncias bastante altas entre duas localizações. Essa variação é esperada, uma vez que a floresta representa a maior parte das áreas de vida dos MLDs e, conseqüentemente os indivíduos passam mais tempo nessas áreas, apresentando diversidade de comportamentos, como forrageio, busca de parceiros, comportamento territorial e fuga de predadores e essa diferença de comportamentos é refletida no comprimento de passo dos animais.

A densidade de passos no duto foi maior do que em áreas de pastagem. Isso reflete a necessidade dos MLDs por áreas florestais, uma vez que os dutos são áreas de aproximadamente 20 metros de largura, sem vegetação arbórea, que separam fragmentos florestais. Os animais estão dispostos a atravessar essas áreas curtas para chegar a um fragmento próximo, mas não distâncias maiores como as de pastagens.

Embora não tenhamos encontrado áreas de corredores dentro das áreas de vida dos MLDs, esse estudo mostra a importância da vegetação florestal para os MLDs e mesmo com diferenças nos padrões de movimento entre os indivíduos, as alterações da paisagem podem restringir o uso do espaço pela espécie. Observamos que os indivíduos acompanhados não saíram da sua área para ir até outros fragmentos próximos e isso pode levar ao isolamento dos grupos, fator de risco para essa espécie ameaçada (ASCENSÃO *et al.*, 2019; MORAES *et al.*, 2018; RUIZ-MIRANDA *et al.*, 2008), demonstrando a importância de corredores funcionais conectando fragmentos que estão separados por áreas alteradas e sem vegetação florestal. Alterações e supressões da vegetação florestal podem impactar negativamente na conservação da espécie, pois influenciam no tamanho da área de vida dos indivíduos de MLDs e em seus padrões de movimentação.

6 CONCLUSÃO

Mesmo que não tenhamos identificado o corredor sob a perspectiva da espécie esse estudo é o primeiro a fazer análises de corredor a partir de dados de movimentação animal para micos-leões-dourados (MLD) e o primeiro a utilizar dados de movimento em fina escala para essa espécie, com coletas de dados a cada 10 minutos. Nossos resultados indicam que há diferenças entre os padrões de movimentação e o uso do espaço pelos MLDs nas classes da paisagem, sendo que a espécie é altamente dependente de regiões florestais. Essas informações podem ser utilizadas como ferramenta nas decisões e implementações de políticas públicas que busquem evitar e mitigar impactos negativos de interferências humanas, não só para MLD, mas também para várias espécies arborícolas da região.

Estudos sobre movimentação animal são imprescindíveis como ferramenta na implementação de políticas públicas e ações de conservação, pois ajudam a entender como a fauna usa o espaço ao realizar atividades essenciais e as consequências das alterações e interferências antrópicas (FRASER *et al.*, 2018; KAYS *et al.*, 2015). As alterações muitas vezes são inevitáveis e medidas de mitigação tem papel fundamental para proteger e conservar a biodiversidade para garantir a sobrevivência da vida selvagem.

REFERÊNCIAS

- AMLD. Associação Mico-Leão-Dourado. Histórico. Disponível em: <https://www.micoleao.org.br/template.php?pagina=/associacao/historico.php&titulo=HIST%D3RICO&area=associacao>. Acesso: 1 de setembro de 2019.
- ASCENSÃO, Fernando et al. End of the line for the golden lion tamarin? A single road threatens 30 years of conservation efforts. **Conservation Science and Practice**, p. e89
- BAKER, Andrew J.; DIETZ, James M. Immigration in wild groups of golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). **American Journal of Primatology**, v. 38, n. 1, p. 47-56, 1996
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado. Brasília, 2008.
- BURNHAM, Kenneth P.; ANDERSON, David R. Practical use of the information-theoretic approach. In: **Model Selection and Inference**. Springer, New York, NY, 1998. p. 75-117.
- CALENGE, C. Analysis of animal movements in R: the adehabitatLT Package. 2015. **R Package version n 0.3**, v. 20, 2015.
- CALENGE, Clément. The package “adehabitat” for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. **Ecological modelling**, v. 197, n. 3-4, p. 516-519, 2006.
- COIMBRA-FILHO, Ademar Faria. **Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil**. FBCN, 1996.
- CULOT, Laurence et al. ATLANTIC-PRIMATES: a dataset of communities and occurrences of primates in the Atlantic Forests of South America. **Ecology**, v. 100, n. 1, p. e02525, 2019.
- DA SILVA, Lucas Goulart et al. Patch size, functional isolation, visibility and matrix permeability influences Neotropical primate occurrence within highly fragmented landscapes. **PLoS One**, v. 10, n. 2, p. e0114025, 2015.
- D'EON, Robert G. et al. Landscape connectivity as a function of scale and organism vagility in a real forested landscape. **Conservation Ecology**, v. 6, n. 2, 2002.
- DIETZ, James M.; BAKER, Andrew J.; MIGLIORETTI, Diana. Seasonal variation in reproduction, juvenile growth, and adult body mass in golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). **American Journal of Primatology**, v. 34, n. 2, p. 115-132, 1994.
- DIETZ, James M.; Hankerson, Sarah J.; Alexandre, Brenda R.; Henry, Malinda D.; Martins, Andreia F.; Ferraz, Luis P.; Ruiz-Miranda, Carlos R. (2019). Yellow fever in Brazil threatens successful recovery of endangered golden lion tamarins. **Scientific reports**, 9(1), 1-13.
- FAHRIG, Lenore. Ecological responses to habitat fragmentation per se. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 48, p. 1-23. 2017.
- FAHRIG, Lenore. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, v. 34, n. 1, p. 487-515, 2003.

FISCHER, Joern; LINDENMAYER, David B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global ecology and biogeography**, v. 16, n. 3, p. 265-280, 2007.

FRASER, Kevin C. et al. Tracking the conservation promise of movement ecology. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 6, p. 150, 2018.

GESTICH, Carla C. et al. Unraveling the scales of effect of landscape structure on primate species richness and density of titi monkeys (*Callicebus nigrifrons*). **Ecological Research**, v. 34, n. 1, p. 150-159, 2019.

HADDAD, Nick M., et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, v. 1, n. 2, e1500052. 2015.

ICMBio/MMA. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. In: **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, DF, 2018.

KAYS, Roland et al. Terrestrial animal tracking as an eye on life and planet. **Science**, v. 348, n. 6240, p. aaa2478, 2015.

KIERULFF, M. C. M. *et al.* The Golden lion tamarin *Leontopithecus rosalia*: a conservation success story. **International Zoo Yearbook**, v. 46, n. 1, p. 36-45, 2012.

KIERULFF, M.C.M., Rylands, A.B. & de Oliveira, M.M. 2008. *Leontopithecus rosalia*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2008: e.T11506A3287321. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T11506A3287321.en>. Downloaded on 06 August 2019.

KIERULFF, M. Cecília M.; RYLANDS, Anthony B. Census and distribution of the golden lion tamarin (*Leontopithecus rosalia*). **American Journal of Primatology: Official Journal of the American Society of Primatologists**, v. 59, n. 1, p. 29-44, 2003.

KRANSTAUBER, Bart; SMOLLA, Marco; SAFI, Kamran. Similarity in spatial utilization distributions measured by the earth mover's distance. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 8, n. 2, p. 155-160, 2017.

LAPENTA, Marina Janzanti; PROCÓPIO-DE-OLIVEIRA, Paula. Some aspects of seed dispersal effectiveness of golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*) in a Brazilian Atlantic forest. **Tropical Conservation Science**, v. 1, n. 2, p. 122-139, 2008.

LAPOINT, Scott et al. Animal behavior, cost-based corridor models, and real corridors. **Landscape Ecology**, v. 28, n. 8, p. 1615-1630, 2013.

LUCAS, Priscila da Silva; ALVES-EIGENHEER, Milene et al. Spatial Response to Linear Infrastructures by the Endangered Golden Lion Tamarin. **Diversity (14242818)**, v. 11, n. 7, 2019.

MAGIOLI, Marcelo et al. Connectivity maintain mammal assemblages functional diversity within agricultural and fragmented landscapes. **European journal of wildlife research**, v. 62, n. 4, p. 431-446, 2016.

MAGIOLI, Marcelo, Ribeiro, M. C. FERRAZK. M. P. M. B., and RODRIGUES, M. G. Thresholds in the relationship between functional diversity and patch size for mammals in the

Brazilian Atlantic Forest. **Animal Conservation**, v.18, n. 6, p. 499-511, 2015.

MARTENSEN, Alexandre Camargo et al. Associations of forest cover, fragment area, and connectivity with neotropical understory bird species richness and abundance. **Conservation Biology**, v. 26, n. 6, p. 1100-1111, 2012.

MORAES, Andreia Magro et al. Landscape resistance influences effective dispersal of endangered golden lion tamarins within the Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 224, p. 178-187, 2018.

OSIPOVA, L. et al. Using step-selection functions to model landscape connectivity for African elephants: accounting for variability across individuals and seasons. **Animal Conservation**, v. 22, n. 1, p. 35-48, 2019
OSIPOVA, L. et al. Using step-selection functions to model landscape connectivity for African elephants: accounting for variability across individuals and seasons. **Animal Conservation**, v. 22, n. 1, p. 35-48, 2019

PERES, Carlos A. Costs and benefits of territorial defense in wild golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 25, n. 3, p. 227-233, 1989

QUANTUM, G. I. S. Development Team (2019) QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. **Online em:** <http://www.qgis.org>, 2019.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RALLS, Katherine; BALLOU, J. D.; DUDASH, M. R.; ELDRIDGE, M. D.; FENSTER, C. B.; LACY, R. C.; SUNNUCKS, P.; FRANKHAM, R. Call for a paradigm shift in the genetic management of fragmented populations. *Conservation Letters*, v. 11. n. 2, e12412. 2018.

RAMBALDI, Denise Marçal. Mico-leão-dourado: uma bandeira para a proteção da Mata Atlântica. **Seria Melhor Mandar Ladrilhar? Biodiversidade Como, Para que, Por quê**, 2002

RIBEIRO, Milton Cezar et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RUIZ-MIRANDA, Carlos R.; GRATIVOL, Adriana Daudt; DE OLIVEIRA, Paula Procópio. A espécie e sua situação na paisagem fragmentada. **Conservação do mico-leão-dourado**, v. 28820, p. 6, 2008.

RUIZ-MIRANDA, Carlos Ramon et al. 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**, v. 49, n. 1, p. 99-109, 2006.

RUIZ-MIRANDA, C.R., ALVES-EIGENHEER, M., BRAGA, C.A.C., FRANCISCO, T.M., GONÇALVES, P., GINÉ, G., HENRY, M., LUCAS, P.S. e SOFFIATTI, F. (2018) Seleção de espécies, locais de monitoramento e tipos de estruturas de travessia de fauna. **Relatório Técnico 02**. Em: *Avaliação do efeito de faixas de dutos na conectividade da paisagem para a Mastofauna e análise da eficácia de estruturas de travessias de fauna*. Petrobrás – Petróleo Brasileiro S.A. (83 pp).

SANTOS, Bernardo Brandão Niebuhr dos. Combinando ecologia de paisagens e ecologia do movimento para entender conectividade e processos ecológicos. 2018.

SANTOS, Paloma Marques et al. Local and landscape influences on the habitat occupancy of the endangered maned sloth *Bradypus torquatus* within fragmented landscapes. **Mammalian Biology**, v. 81, n. 5, p. 447-454, 2016.

SCHARF, Anne K. et al. Habitat suitability does not capture the essence of animal-defined corridors. **Movement ecology**, v. 6, n. 1, p. 18, 2018.

SEMA. Atlas das Unidades de Conservação da Natureza do Estado do Rio de Janeiro. 2001.

TAYLOR, Philip D. et al. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos**, p. 571-573, 1993.

TISCHENDORF, Lutz; FAHRIG, Lenore. How should we measure landscape connectivity? **Landscape ecology**, v. 15, n. 7, p. 633-641, 2000.

TURCHIN, P. Quantitative analysis of movement. Sinauer. **Inc., Sunderland, Massachusetts, USA**, 1998.

UEZU, Alexandre; METZGER, Jean Paul; VIELLIARD, Jacques ME. Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. **Biological conservation**, v. 123, n. 4, p. 507-519, 2005.

WORTON, Brian J. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. **Ecology**, v. 70, n. 1, p. 164-168, 1989.