
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - INTEGRAL

ALINE ZAMBRETTI PIRES

**ASPECTOS SOCIAIS DE LIDERANÇA NO
USO DE DORMITÓRIOS E ÁRVORES DE
ALIMENTAÇÃO EM MICOS-LEÕES-PRETO
(*LEONTOPITHECUS CHRYSOPYGUS*)**



Rio Claro - SP
2024

ALINE ZAMBRETTI PIRES

**ASPECTOS SOCIAIS DE LIDERANÇA NO USO DE DORMITÓRIOS E
ÁRVORES DE ALIMENTAÇÃO EM MICOS-LEÕES-PRETO
(*LEONTOPITHECUS CHRYSOPYGUS*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de Bacharela em
Ciências Biológicas.

Orientadora: Laurence Marianne Vincianne Culot

Co-orientador: Breno de Lima Souza

Rio Claro - SP
2024

P667a	Pires, Aline Zambretti Aspectos sociais de liderança no uso de dormitórios e árvores de alimentação em micos-leões-pretos (<i>Leontopithecus chrysopygus</i>) / Aline Zambretti Pires. -- Rio Claro, 2024 38 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro Orientador: Laurence Marianne Vincianne Culot Coorientador: Breno de Lima Souza 1. Comportamento animal. 2. Callitrichidae. 3. Estrutura social. 4. Dormitório. 5. Árvores de alimentação. I. Título.
-------	---

ALINE ZAMBRETTI PIRES

**ASPECTOS SOCIAIS DE LIDERANÇA NO USO DE DORMITÓRIOS E
ÁRVORES DE ALIMENTAÇÃO EM MICOS-LEÕES-PRETO
(*LEONTOPITHECUS CHRYSOPYGUS*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de Bacharela em
Ciências Biológicas

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dra. Laurence Marianne Vincianne Culot (Orientadora)

Me. Breno de Lima Souza (Coorientador)

Prof. Dr. Marco Aurélio Pizo Ferreira

Dra. Lisieux Franco Fuzessy

Aprovado em: 11 de novembro de 2024

Assinatura da discente

Assinatura do(a) orientador(a)

Assinatura do(a) coorientador(a)

*Dedico este trabalho a todos que, de alguma forma, foram meu
abrigo, sem vocês eu nada seria.*

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo Fapesp (FAPESP) através do Projeto Jovem Pesquisador da Dra. Laurence Culot (processo 2021/06668-0).

Agradeço primeiramente à minha mãe, Adriana, por sempre acreditar em mim e nos meus sonhos. Você é minha maior inspiração de força e perseverança, e sou eternamente grata. Ao meu pai, Sergio, que em meio a nossas aventuras, me permitiu encontrar o caminho para a minha maior paixão: a Biologia.

À minha namorada, Rebeca, por sempre estar ao meu lado, me apoiando nas pequenas e grandes coisas da vida. Compartilhar a vida com você é sorte grande.

Aos meus irmãos de coração — Caio, Guilherme, Luiza, Bia, Sabrina e todos que cruzaram meu caminho no Piazza — vocês me ensinaram o verdadeiro sentido de pertencimento. Vocês foram luz em minha vida, tantas e tantas vezes, que seria impossível colocar em palavras. Obrigada por todo o carinho e, principalmente, por me mostrarem o valor de amar e compartilhar. Crescer com vocês foi o maior privilégio da minha vida! E, claro, não poderia deixar de agradecer à Tia Karen e ao Tio Solomon, que iluminaram nossas infâncias e tornaram essa história tão especial.

Agradeço à República Patins por ter sido o lugar das minhas grandes descobertas e encontros. Obrigada a todas (patiners e agregades) que fizeram parte dessa história, sempre trazendo apoio em meio ao caos, inúmeros aprendizados e, sem dúvida, muitas alegrias. Patinar com vocês é sempre uma delícia!

Aos meus grandes amigos Fada, Batu e Andrei, obrigada por me apoiarem nos momentos mais difíceis da graduação. Se meu diploma pertencessem a alguém além de mim, com certeza pertenceria a vocês. De todo o meu coração, obrigada!

Agradeço ao projeto Residência Pedagógica e a todos que o tornaram possível. Além do apoio material das bolsas, nosso grupo foi essencial para minha formação acadêmica e cidadã. Educar é, sem dúvida, um ato revolucionário.

Agradeço a todos que estão envolvidos diretamente neste trabalho e permitiram que ele ocorresse. À Fazenda Garibaldi, que me acolheu nos exaustivos dias de campo. Ao meu coorientador Breno, pela valiosa orientação. À aluna Nathalia e à Profa. Dra. Patrícia Freitas pelas análises genéticas que tornaram este trabalho possível.

Um agradecimento especial à minha amiga e parceira de laboratório, Erika, pela ajuda com as análises estatísticas e por toda gentileza e acolhimento que me proporcionou com gestos tão simples.

E, finalmente, agradeço imensamente à minha orientadora, Laurence Culot, por me dar a oportunidade de trabalhar com os micos e por toda a orientação ao longo da minha trajetória no LaP.

Por último, mas não menos importante, agradeço a essa coisa insana que chamamos de vida e a todos os seres que me permitem me encantar com toda sua grandeza.

A vida atravessa tudo, atravessa a camada de ozônio, geleiras. A vida vai dos oceanos para a terra firme, atravessa de norte a sul, como uma brisa, em todas as direções. A vida é esse atravessamento do organismo vivo planeta numa dimensão imaterial (Ailton Krenak, 2020).

RESUMO

Indivíduos dentro de um grupo social precisam coordenar seus movimentos. Em um sistema cooperativo como nos micos-leões-pretos [Callitrichidae, *Leontopithecus chrysopygus*], é esperado que a liderança nos movimentos do grupo seja distribuída entre diferentes indivíduos e não por um único líder. No entanto, pouco se sabe sobre quais fatores influenciam este processo. Usando modelos lineares generalizados e análise de efeitos marginais, testamos a relação entre a identidade individual (caracterizada pela idade, sexo e status reprodutivo) e a liderança para entrada e saída de dormitórios e chegada às árvores frutíferas pelo mico-leão-preto (MLP). Entre abril e julho de 2023, observamos dois grupos de MLPs, em uma mata ripária no município de Buri, São Paulo. Registramos a ordem de entrada e saída dos indivíduos nos dormitórios e de chegada a árvores frutíferas, utilizando os métodos "todas as ocorrências" e "*ad libitum*", respectivamente. Descobrimos que a identidade dos indivíduos influencia a liderança. As fêmeas tendem a liderar os movimentos em direção às árvores frutíferas, devido a uma possível melhor visão das cores (tricromacia alélica) em comparação com os machos e a um possível melhor conhecimento da área (maior probabilidade de filopatria). Por outro lado, a liderança nos movimentos para os dormitórios é mais distribuída, com machos frequentemente liderando a entrada enquanto outros adultos de ambos os sexos lideram a saída. Juvenis ocuparam as últimas posições na progressão, provavelmente devido ao menor conhecimento sobre o ambiente e como estratégia de proteção, seguindo adultos que possivelmente os carregavam quando filhotes. Esses resultados sugerem uma liderança distribuída e variável, onde diferentes indivíduos assumem papéis de liderança conforme as necessidades do grupo. A complexidade dessas interações e a influência do ambiente fragmentado destacam a necessidade de estudos adicionais para uma compreensão mais ampla dos padrões de liderança no gênero *Leontopithecus*.

Palavras-chave: Calitriquídeos; estrutura social; dormitório; árvores de alimentação.

ABSTRACT

Individuals within a social group need to coordinate their movements. In a cooperative system like that of black lion tamarins [Callitrichidae, *Leontopithecus chrysopygus*], it is expected that group movement leadership is shared among different individuals rather than dominated by a single leader. However, little is known about the factors influencing this process. Using generalized linear models and marginal effects analysis, we tested the relationship between individual identity (characterized by age, sex, and reproductive status) and leadership in entering and exiting sleeping sites and arriving at fruit trees by black lion tamarins (BLT). From April to July 2023, we observed two BLT groups in a riparian forest in the municipality of Buri, São Paulo. We recorded the order of individuals entering and exiting sleeping sites and arriving at fruit trees using "all occurrences" and "ad libitum" methods, respectively. We found that individual identity influences leadership. Females tend to lead movements towards fruit trees, possibly due to better color vision (allelic trichromacy) compared to males and a likely superior knowledge of the area (higher probability of philopatry). On the other hand, leadership in movements towards sleeping sites is more distributed, with males often leading the entry while other adults of both sexes lead the exit. Juveniles occupied the last positions in progression, likely due to lesser knowledge of the environment and as a protective strategy, following adults who may have carried them as infants. These results suggest a distributed and variable leadership, where different individuals assume leadership roles according to the group's needs. The complexity of these interactions and the influence of the fragmented environment highlight the need for further studies to gain a broader understanding of leadership patterns in the *Leontopithecus* genus.

Keywords: Callitrichids; social structure; sleeping sites; feeding trees.

Title in english: Social aspects of leadership in the use of sleeping sites and feeding trees in Black Lion Tamarins (*Leontopithecus chrysopygus*).

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	13
3	METODOLOGIA.....	14
3.1	Área de estudo.....	15
3.2	Coleta de dados.....	16
3.3	Organização social dos grupos.....	17
3.4	Análise de dados.....	18
4	RESULTADOS.....	19
4.1	Análise do movimento para árvores de alimentação.....	19
4.2	Análise do movimento para entrada e saída do dormitório para o grupo Estação.....	20
4.3	Análise do movimento para entrada e saída do dormitório para o grupo Rondinha.....	22
4.4	Análise do último a entrar e sair no dormitório no grupo Estação	24
4.5	Análise do último a entrar e sair no dormitório no grupo Rondinha.....	26
5	DISCUSSÃO.....	29
6	CONCLUSÃO.....	33
7	REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

Em animais que vivem em grupo, os movimentos coletivos desempenham um papel fundamental na organização de muitas atividades sociais, sendo uma resposta altamente adaptativa a desafios como a predação e o forrageamento (Alexander, 1974). Os movimentos grupais podem ser coordenados por um líder ou iniciador que sugere o tempo e a direção do deslocamento, enquanto os outros decidem se irão segui-lo ou não (Leca et al., 2003). O líder pode exercer influência sobre os movimentos sem necessariamente ocupar a posição inicial, utilizando sinais visuais, acústicos, odoríferos, entre outros (Boinski; Garber, 2000, Leca et al., 2003). Em relação ao papel de líder, embora haja casos de liderança "distribuída", em que a tomada de decisão é coletiva (Leca et al., 2003), é comum associar determinados indivíduos a essa função (Schaller, 1963; Erhart; Overdorff, 1999; Conradt; List, 2009).

Na família Callitrichidae, informações sobre as dinâmicas sociais são escassas para muitas espécies (Heymann, 1996; Nascimento, Nali e Da Fonseca, 2014). Essa família desempenha um papel único nas florestas da América Latina, sendo fundamental para a dispersão de sementes e, conseqüentemente, para a manutenção desses ecossistemas (Sussman e Kinzey, 1984; Culot et al., 2010; Heymann, Fuzessy e Culot, 2022). Entre as características dos calitriquídeos, destacam-se o cuidado parental cooperativo – onde adultos e subadultos do grupo ajudam na criação dos filhotes – e a frequência de nascimentos de gêmeos (Sussman; Kinzey, 1984).

O primata *Leontopithecus chrysopygus*, popularmente conhecido como mico-leão-preto (MLP), é uma das espécies de calitriquídeo com poucas informações sociais disponíveis. Endêmico do estado de São Paulo, o MLP possui uma distribuição histórica que incluía as margens dos rios Paranapanema, Paraná e Tietê (Rylands, Kierulff e Pinto, 2002), mas atualmente está restrita ao interflúvio Tietê-Paranapanema (Mittermeier, 2013 apud Garcia et al., 2021). Estima-se que a população nativa tenha cerca de 1600 indivíduos, vivendo em apenas 1% de sua área original, com alto risco de extinção devido à fragmentação (Rezende et al., 2020). Esses grupos habitam florestas remanescentes, tanto em áreas protegidas como o Parque Estadual Carlos Botelho e a Estação Ecológica de Angatuba, quanto em fragmentos privados (Rodrigues et al., 2014; Culot et al., 2019; Lima et al., 2003;

Culot et al., 2015; Caldano, 2014). Embora o estudo de Caldano (2014) tenha constatado a monogamia em uma população de MLP, os estudos relacionados ao sistema sexual da espécie são escassos e casos de poliginia e poliandria são observados (Garcia et al., 2021; Javarotti, comunicação pessoal).

As árvores são parte intrínseca da vida desses animais, sendo utilizadas para alimentação e dormitório. As árvores, além de oferecerem frutas, são locais onde são encontrados insetos, larvas e gomas provenientes de sua seiva, itens que configuram sua dieta (Sussman; Kinzey, 1984). Já os dormitórios, são locais de pernoite em buracos de árvores, formados por cavidades naturais ou ninhos abandonados de outros animais (Passos, 1992) e emaranhados de cipós (Caldano, 2014). Esses abrigos estão relacionados à proteção contra predação (Passos, 1992; Moro-Rios, 2018), aumento de interação social (Heymann, 1995), conforto e higiene (Anderson, 2000). Além disso, auxiliam na regulação da temperatura corporal e na proteção contra doenças (Anderson, 2000).

Pouco se sabe sobre as dinâmicas sociais relacionadas aos movimentos de entrada e saída dos dormitórios e às árvores de alimentação. Nos calitriquídeos, o tricromatismo alélico em fêmeas e mecanismos de dispersão podem estar associados à liderança durante a busca por alimentos. Em grande parte dos primatas neotropicais, o sistema de visão é polimórfico, com indivíduos machos e fêmeas homozigotas sendo dicromáticos, enquanto apenas fêmeas heterozigotas são tricromáticas e capazes de distinguir as cores verde e vermelho (Jacobs, 1994). Esse sistema é sustentado para o gênero *Leontopithecus* a partir de sua comprovação em *L. chrysomelas* (Pessoa et al., 2005) e oferece uma vantagem na detecção de recursos alimentares (Caine e Mundy, 2000; Sumner e Mollon, 2000; Regan et al., 2001; Smith et al., 2003).

Além disso, a liderança de fêmeas pode estar associada à filopatria, nesse caso, representada pela permanência das fêmeas na sua área de vida original (Erhart; Overdorff, 1999). Em MLP, as fêmeas possuem mais chance de permanecer em sua área original. O estudo genético de Perez-Sweeney (apud Martins et al., 2015) constatou uma filopatria feminina e uma maior taxa de dispersão por machos em *L. chrysopygus*. Tal característica, associada ao padrão tricromático das fêmeas heterozigotas em calitriquídeos, são fatores que poderiam favorecer a liderança de fêmeas de MLP na movimentação até árvores de alimentação.

Em relação aos movimentos de entrada e saída dos dormitórios, Moro-Rios e colaboradores (2018) destacam o papel da predação na seleção dos líderes desses

movimentos em *Leontopithecus caissara*. No estudo, os machos foram registrados como os primeiros a entrar e sair do dormitório, sendo o macho reprodutor aquele com mais registros. Essa tendência pode ser explicada por uma relação entre comportamento de liderança de entrada e saída de dormitórios, custo individual e a evolução do cuidado infantil cooperativo (Moro-Rios et al, 2018). Liderar uma linha coordenada de movimentos aumenta os riscos de predação (Heymann, 1995; Franklin et al. 2007; Moro-Rios et al, 2018) e enfrentamento de outras espécies que podem estar utilizando o dormitório, como abelhas ou cobras (Moro-Rios et al., 2018). Assim, o macho reprodutor assumir esse risco pode estar associado aos benefícios de sobrevivência à prole e à manutenção de indivíduos subordinados que atuam como ajudantes na criação dos filhotes (Snowdon; Ziegler 2007). Os indivíduos subordinados, por sua vez, teriam o benefício da segurança, sustentando a hipótese de que a evolução do cuidado infantil cooperativo pode ter sido favorecida pelos benefícios de se permanecer em grupo (Dunbar, 1995). Dessa forma, comportamentos de liderança como esse podem estar associados a mecanismos evolutivos da espécie.

A tomada de decisão coletiva pode ter impactos críticos na aptidão dos indivíduos (Strandburg-Peshkin et al., 2018). Conduzir uma tropa a áreas de forrageamento ruins ou a habitats perigosos, podem ter consequências fatais (King; Sueur, 2011). Por isso, compreender como os mecanismos de liderança evoluíram e se manifestam nas espécies atuais é uma ferramenta poderosa para estratégias de conservação, especialmente considerando que a fragmentação dos habitats tem alterado as dinâmicas sociais e ecológicas de muitas espécies (Coelho et al., 2008; Marsh, 2013)

Nesse contexto, estudos que quantificam a contribuição individual nas decisões coletivas oferecem contribuições importantes sobre os mecanismos comportamentais que sustentam a coordenação de grupo (Boinski; Garber 2000).

2 OBJETIVOS

Afim de contribuir para compreensão dos mecanismos evolutivos de liderança do MLP e sua conservação, este trabalho tem por objetivo:

Identificar se existe um padrão de indivíduos, baseado em sexo e faixa etária, que influenciam os movimentos até árvores de alimentação e entradas e saídas de dormitórios em dois grupos de MLP. Nesse sentido, formulamos as seguintes hipóteses e predições:

H1: Se uma visão tricromática facilita a detecção de frutos maduros (Smith et al, 2003) e se as fêmeas de MLP tendem a dispersar menos do grupo do que os machos (Perez-Sweeney, 2002), conferindo a elas um melhor conhecimento da área, esperamos que as fêmeas adultas de MLP lideram o grupo, com maior frequência, até árvores frutíferas. .

H2: Se chegar e sair primeiro de um dormitório é um comportamento de alto risco, que permite uma maior proteção à prole e aos demais membros do grupo que atuam na criação dos filhotes (Moro-Rios, 2018), esperamos que o macho reprodutor de MLP lidera o grupo na entrada e saída dos dormitórios com mais frequência.

H3: Se entrar e sair em primeiro ou último lugar de um dormitório é um comportamento arriscado (Heymann 1995; Franklin et al. 2007; Moro-Rios, 2018), esperamos que os indivíduos juvenis do grupo não ocupem o primeiro e último lugar nos movimentos de entrada e saída do dormitório.

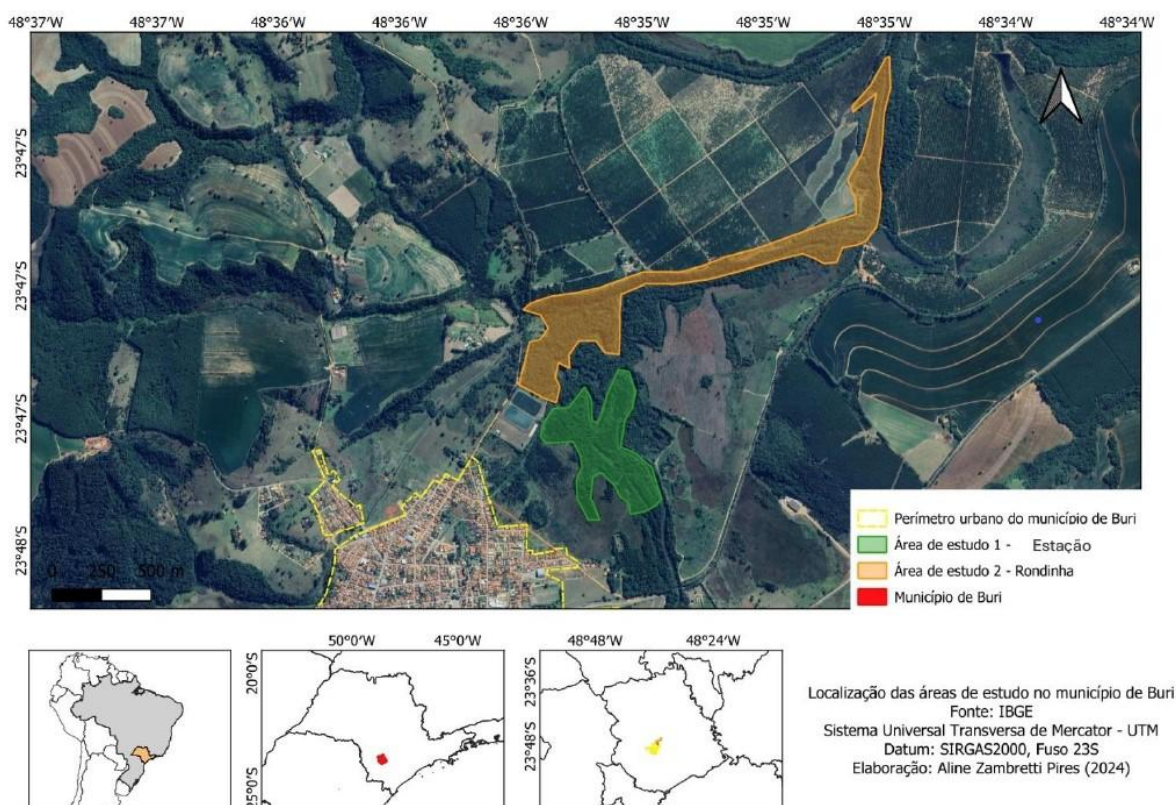
Contudo os movimentos descritos podem ser coordenados em uma dinâmica distinta da prevista. Assim, se não observado um padrão de indivíduos nos movimentos, pode se esperar que a liderança para os mesmos seja distribuída, ou seja, os indivíduos do grupo tomam as decisões para cada movimento em conjunto.

3 METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

Os dados deste estudo foram obtidos em uma floresta ripária no município de Buri (23°47'51" S e 48°35'34" W), no estado de São Paulo, Brasil (Figura 1).

Figura 1: Mapa de localização da área do presente estudo



Nos polígonos, o local de ocorrência dos grupos de *L. chrysopygus*. Em verde, a localização do grupo Estação e em amarelo a localização do grupo Rondinha. Ambos localizados na mata ripária ao longo do Rio Apiaí-guaçu no município de Buri (mapa inferior à direita), São Paulo (mapa superior à esquerda). Fonte: Aline Zambretti Pires, 2024

Os grupos ocorrem ao longo do Rio Apiaí-guaçu, pertencente à Bacia do Rio Paranapanema. A mata da região é predominantemente de Floresta Estacional Semidecidual (Instituto de Pesquisas Ambientais, 2020) com influências antrópicas: pequenos ranchos nas áreas que beiram o rio e aberturas onde transitam pessoas e animais domésticos. Além disso, a região é circundada por pastagem, monoculturas e silviculturas, cultivos de *Pinus sp.* e laranjeiras.

O clima da região é caracterizado por verões quentes e chuvosos e invernos secos ou ausência de estação seca, sendo predominantemente do tipo Cfa (Peel et al., 2007). A precipitação média é de 1.200 mm ao ano e a temperatura média anual

varia entre 18°C e 20°C, ultrapassando os 22°C no período mais quente (São Paulo, 2014).

3.2. Coleta de dados

Foram observados dois grupos de MLP da região (Estação e Rondinha), previamente identificados pelo Laboratório de Primatologia da UNESP de Rio Claro (LaP). Dentro de cada grupo, dois indivíduos foram equipados com rádio colares (VHF, Holohil, 9g), permitindo o rastreamento por meio de um sistema de telemetria. Além disso, esses mesmos indivíduos foram marcados com descolorações na cauda, viabilizando sua identificação individual. A aplicação dos colares e das marcações ocorreu no início de 2023, seguindo os protocolos de captura de Amaral (2021). Esse período foi sucedido por um processo de habituação dos animais pelo aluno de mestrado Breno de Lima Souza.

Após esse período foi iniciado a coleta de dados, realizada durante cinco a sete dias por mês, nos meses de março, abril, maio e junho de 2023. As observações eram feitas no intervalo compreendido entre o despertar dos MLP e sua entrada nos dormitórios para o descanso. Dessa forma, fizemos quatro campanhas para o grupo Estação, com um total de 249,32 horas, e três campanhas para o grupo Rondinha, devida a ausência de observações no mês de março, totalizando 189,31 horas.

A coleta de dados foi realizada por Breno de Lima Souza, com o meu auxílio em uma das campanhas para cada grupo. A ordem de entrada e saída dos indivíduos dos dormitórios foi registrada utilizando o método de "todas as ocorrências" (Bateson; Martin, 2021), que, neste estudo, consistiu em anotar cada vez que a entrada ou saída de um indivíduo do dormitório foi observada. Assim, a progressão dos indivíduos — isto é, a sequência em que entravam e saíam do dormitório — foi registrada (Fortes; Bicca-Marques, 2005; Del Claro, 2004).

No caso da chegada às árvores frutíferas, devido às dificuldades de visualizar claramente uma ordem definida e de anotar todas as vezes que os indivíduos chegavam às árvores, utilizamos o método *ad libitum*. Esse método envolve o registro livre de todos os comportamentos observados, sem categorias específicas ou intervalos de tempo predeterminados (Altmann, 1974). Ele é especialmente adequado em situações onde é difícil monitorar sistematicamente todos os indivíduos, ou em eventos raros e imprevisíveis (Altmann, 1974). No contexto deste

estudo, ele foi usado para documentar a chegada às árvores frutíferas. Sempre que possível, registramos quem chegou primeiro e a ordem dos indivíduos, levando em consideração as limitações visuais no campo e as dificuldades de registrar a ordem de chegada com precisão. Além disso, utilizamos esse método para registrar observações pontuais que os observadores consideraram relevantes (Fortes; Bicca-Marques, 2005; Del Claro, 2004), como a alternância de indivíduos em algumas posições antes de entrar ou sair do dormitório, conforme será documentado a seguir.

Neste trabalho, a identificação do macho reprodutor foi realizada por meio de análises genéticas no Laboratório de Biodiversidade Molecular e Conservação da Universidade Federal de São Carlos, como parte do trabalho de Mestrado de Nathália Bulhões Javarotti, sob a orientação da Profa. Dra. Patrícia Freitas.

3.3. Organização social dos grupos

Os grupos aqui descritos foram nomeados por grupo Estação e grupo Rondinha. O grupo Estação, durante o período de estudo, era composto por sete indivíduos, sendo três machos adultos, duas fêmeas adultas e duas fêmeas juvenis. Já o grupo Rondinha era composto por cinco indivíduos, sendo duas fêmeas adultas, dois machos adultos e um macho filhote. Em ambos os grupos, apenas um casal era reprodutor (quadro 1).

Cada indivíduo dos grupos recebeu um nome para facilitar a identificação e serão tratados por siglas referentes ao sexo e faixa etária (quadro 1).

Quadro 1. Organização social dos grupos estudados

Grupo	Indivíduo	Sexo	Idade	ID*
Estação	Sereno	Macho	Adulto	M1
	Trovão	Macho	Adulto	M2
	Garoa	Macho (Reprodutor)	Adulto	MR
	Aurora	Fêmea	Adulta	F
	Ágata	Fêmea (Reprodutora)	Adulta	FR
	Âmbar	Fêmea	Jovem	FJ1

	Ametista	Fêmea	Jovem	FJ2
Rondinha	Apollo	Macho	Adulto	M
	Órion	Macho (Reprodutor)	Adulto	MR
	Iris	Fêmea	Adulta	F
	Ártemis	Fêmea (Reprodutora)	Adulta	FR
	Inti	Macho	Filhote	MF

O quadro de organização social detalha o nome, sexo, idade e identificação dos indivíduos nos Grupos Estação e Rondinha. O código de identificação (ID*) é utilizado para facilitar a referência aos indivíduos, onde "M" indica macho, "F" indica fêmea, e as letras adicionais "R" e "J" indicam, respectivamente, reprodutor e jovem. Fonte: Aline Zambretti Pires (2024)

3.4. Análise de dados

Para avaliar a influência da identidade dos indivíduos nos movimentos descritos, utilizamos Modelos Lineares Generalizados (GLM) com distribuição binomial, também conhecida como regressão logística. Esse tipo de modelo é apropriado para analisar associações entre uma variável resposta com distribuição binomial e diversas variáveis preditoras, sejam elas categóricas ou contínuas (Kleiber; Dobson, 2012).

No caso dos movimentos em direção às árvores frutíferas (H1), a liderança foi definida como a variável resposta, e a identidade dos indivíduos foi a variável preditora categórica. A variável resposta foi codificada de forma binária, onde "1" representa eventos em que o indivíduo liderou o movimento e "0" quando não houve liderança (McCullagh; Nelder, 1989). A identidade dos indivíduos foi a única variável preditora categórica considerada. Para avaliar sua influência, comparamos um modelo que incluía a identidade com um modelo nulo, no qual nenhuma variável preditora foi incluída. Essa abordagem permitiu verificar se a identidade dos indivíduos tinha um efeito significativo sobre a liderança.

Para os movimentos relacionados aos dormitórios (H2), além das variáveis resposta (liderança) e preditora (identidade), adicionamos uma variável categórica adicional para diferenciar os movimentos de entrada e saída. Avaliamos a interação

entre identidade e tipo de movimento (entrada ou saída), testando se a influência do indivíduo na liderança variava entre os tipos de movimento. Para isso, comparamos o modelo com interação (identidade/saída) com um modelo nulo, que não considerava a influência dessas variáveis.

No caso das últimas posições na progressão (H3), utilizamos análises semelhantes às realizadas para os movimentos nos dormitórios. A única diferença foi a variável resposta, que passou a ser a posição de último na progressão, ao invés de liderança.

Em todos os casos, a comparação entre os modelos foi realizada utilizando o teste de verossimilhança (ANOVA) (Kleiber; Dobson, 2012), para avaliar se a inclusão das variáveis preditoras (ou suas interações) melhorava significativamente o ajuste do modelo. O Critério de Informação de Akaike (AIC) também foi utilizado para determinar qual modelo apresentava o melhor equilíbrio entre ajuste e simplicidade.

Por fim, para todos os conjuntos de dados, calculamos as probabilidades de liderança/posição de último na progressão para cada combinação das variáveis por meio da análise de efeitos marginais. Para Willians 2012, às análises de efeitos marginais ajudam a entender como as variáveis preditoras de um modelo influenciam diretamente o resultado (variável resposta), traduzindo os coeficientes em valores mais intuitivos, como probabilidades ou médias ajustadas. Além disso, é possível incluir intervalos de confiança. Assim, a análise revelou probabilidades ajustadas e seus graus de incerteza, fornecendo uma visão detalhada de como a liderança variava de acordo com as diferentes condições para cada indivíduo.

Todas as análises foram realizadas no ambiente de programação R Studio, versão 2023.12.0+369 "Ocean Storm" (RStudio Team, 2023), utilizando os pacotes lme4 para o ajuste dos modelos GLM, emmeans para a análise de efeitos marginais, AICcmodavg para o cálculo e comparação dos critérios de informação de Akaike, e ggplot2 para a visualização gráfica dos resultados.

4 RESULTADOS

4. 1. Análise do movimento para árvores de alimentação

No grupo Estação, a comparação com o modelo nulo revelou uma redução significativa na *deviance* residual ao incluir a variável identidade ($N = 11$; $Df = 6$, $Deviance = 17.976$). Esse valor de *deviance* corresponde a um valor-p de 0.0063, indicando que o efeito da identidade dos indivíduos na liderança é estatisticamente significativo ($p < 0.01$). Além disso, o AIC confirmou um melhor ajuste para o modelo mais completo ($AIC = 59.182$) em relação ao modelo nulo ($AIC = 65.158$). Já para o grupo Rondinha essa relação não foi significativa ($N = 35$; $P = 0,06723$). Entretanto, Íris (F) apresentou o maior número de observações do grupo ($N = 11$), seguida por Apollo (M) ($N = 9$) e Inti (MF1) ($N = 6$).

A análise dos efeitos marginais (EMM1) para o grupo Estação (Figura 2) mostraram variações significativas na liderança. Para Ágata (FR) a probabilidade estimada de liderança foi de 45.45% (IC 95%: 20,3% a 73,2%), indicando uma probabilidade relativamente alta de liderança com uma incerteza moderada. Sereno (M1) apresentou uma probabilidade de 27.27% (IC 95%: 9,1% a 58,6%) mostrando uma chance substancial, porém com maior variação. Já Aurora (F) e Garoa (MR) tiveram probabilidades de liderança de 9.09% (IC 95%: 0,012 a 0,439) e 18.18% (IC: 95%: 4,6% a 50,7%), sugerindo estimativas relativamente precisas. Por fim, Garoa (MR), FJ1 (Âmbar) e FJ2 (Ametista) apresentaram probabilidades estimadas de 0%.

Esses resultados destacam a variabilidade nas probabilidades de liderança entre os indivíduos, com alguns apresentando estimativas mais precisas e outros mostrando incerteza significativa. Nesse sentido é possível afirmar que Ágata lidera os movimentos, mas é necessário mais dados para afirmar que indivíduos como Garoa (MR) não lideram.

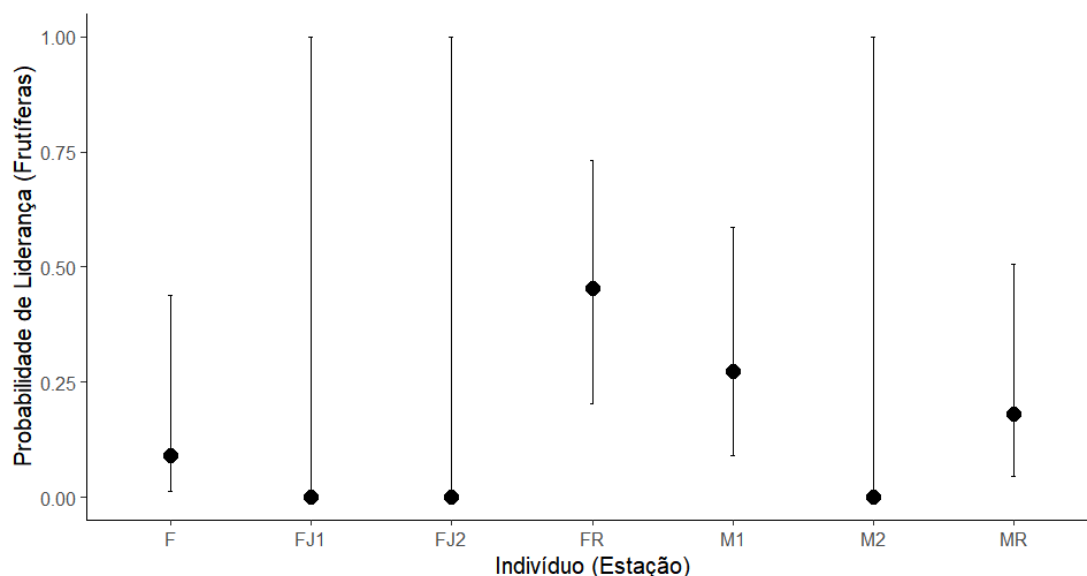


Figura 2: Percentual de liderança por indivíduo no movimento até árvores frutíferas no Grupo Estação. O eixo X representa os indivíduos e o eixo Y indica a probabilidade de cada indivíduo liderar. Os pontos representam as estimativas de probabilidade, e as barras de erro mostram o intervalo de confiança. Cada indivíduo do eixo x foi registrado pelas siglas dispostas no quadro 1, assim, o eixo x é formado por Aurora (F), FJ1 (Âmbar), FJ2 (Ametista), Ágata (FR), Sereno (M1), Trovão (M2) e Garoa (MR).

4.2 Análise do movimento para entrada e saída do dormitório para o grupo Estação

A comparação entre o modelo nulo e o modelo completo de liderança para a entrada e saída do dormitório revelou uma redução significativa na *deviance* residual ao incluir a interação entre as variáveis de entrada/saída e identidade. O modelo completo apresentou uma *deviance* residual de 78.207 ($Df = 13$), o que resultou em um valor-p de $2.395e-11$, indicando que a inclusão da interação entre as variáveis é estatisticamente significativa ($p < 0.01$). Além disso, o critério de informação de Akaike (AIC) confirmou que o modelo mais completo (AIC = 213.1) oferece um melhor equilíbrio entre ajuste e complexidade em comparação com o modelo nulo (AIC = 266.1). Esses resultados destacam a importância da interação entre as variáveis independentes para explicar a liderança nos movimentos, evidenciando que a complexidade adicional melhora o ajuste do modelo aos dados observados.

A análise dos efeitos marginais (EMM1), com base nas condições de entrada e saída, revelou variações substanciais entre os indivíduos. Na condição de entrada (Figura 3) ($N = 24$), Trovão (M2) apresentou uma probabilidade significativamente

maior de 50.00% (IC 95%: 31.0% a 69.0%), indicando uma liderança mais assertiva. Sereno (M1) apresentou uma probabilidade de liderança estimada em 8.33% (IC 95%: 2.09% a 27.9%), sugerindo uma chance moderada com considerável variação. Aurora (F) teve uma probabilidade semelhante, refletindo uma incerteza similar. Garoa (MR), Âmbar (FJ1), e Ametista (FJ2) apresentaram probabilidades de liderança estimadas em 0%, sugerindo ausência de liderança nestas condições. Ágata (FR) apresentou probabilidade moderada de 33.33% (IC 95%: 17.6% a 53.9%), indicando uma presença potencial de liderança.

Na condição de saída (N = 22) (Figura 4), as probabilidades de liderança mudaram: Sereno (M1) passou a ter uma probabilidade de 50.00% (IC 95%: 30.2% a 69.8%), refletindo uma chance substancial de liderança. Trovão (M2) teve uma redução na probabilidade de liderança para 18.18% (IC 95%: 7.0% a 39.6%), mostrando uma variação significativa. Ágata (FR) e Aurora obtiveram uma probabilidade de liderança de 13.64% (IC 95%: 4.5% a 34.8%), revelando uma incerteza significativa na sua liderança. Já Garoa (MR) apresentou uma probabilidade muito baixa de 4.55% (IC 95%: 0.6% a 26.1%), indicando uma estimativa incerta. Finalmente, Âmbar (FJ1) e Ametista (FJ2) mantiveram-se com uma probabilidade de liderança de 0%, sugerindo ausência de evidência de liderança. Garoa (MR) apresentou uma probabilidade muito baixa de 4.55% (IC 95%: 0.6% a 26.1%), indicando uma estimativa incerta.

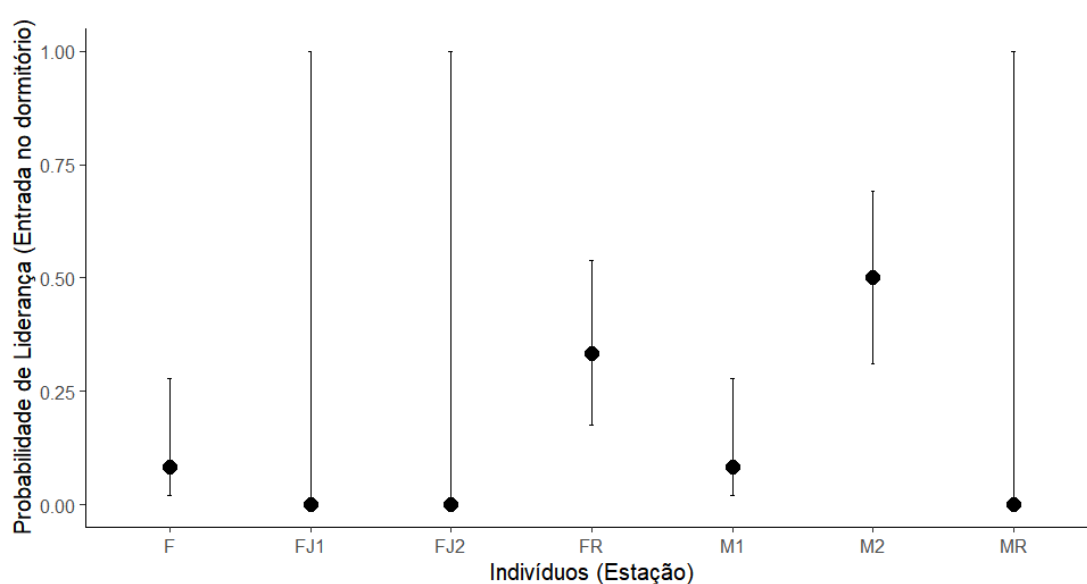


Figura 3: Percentual de liderança por indivíduo para a entrada nos dormitórios no Grupo Estação. O eixo X representa os indivíduos e o eixo Y indica a probabilidade de cada

indivíduo liderar. Os pontos representam as estimativas de probabilidade, e as barras de erro mostram o intervalo de confiança. Cada indivíduo do eixo x foi registrado pelas siglas dispostas no quadro 1, assim, o eixo x é formado por Aurora (F), FJ1 (Âmbar), FJ2 (Ametista), Ágata (FR), Sereno (M1), Trovão (M2) e Garoa (MR).

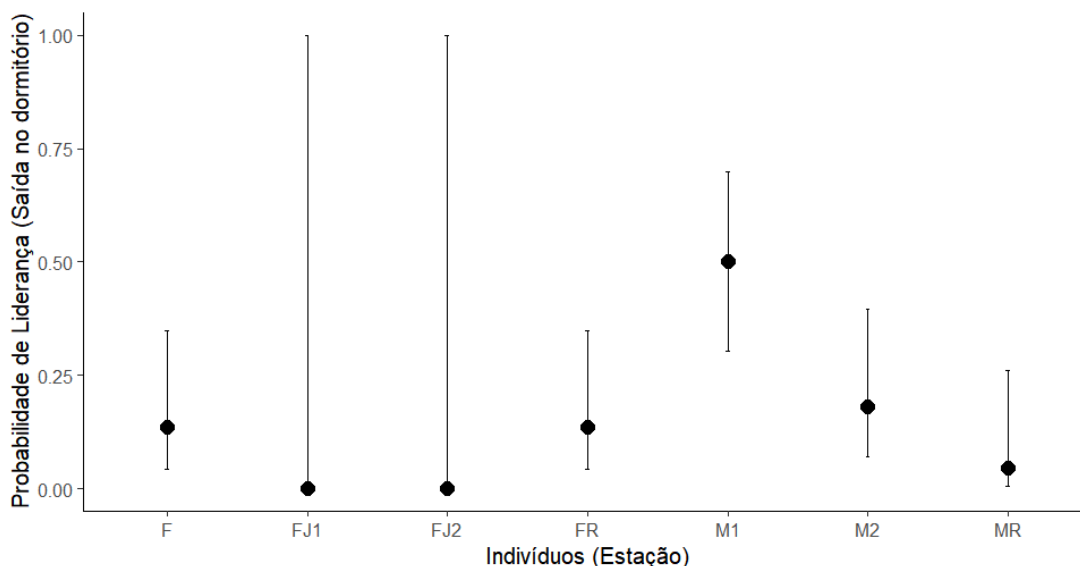


Figura 4: Percentual de liderança por indivíduo para a saída dos dormitórios no Grupo Estação. O eixo X representa os indivíduos e o eixo Y indica a probabilidade de cada indivíduo liderar. Os pontos representam as estimativas de probabilidade, e as barras de erro mostram o intervalo de confiança. Cada indivíduo do eixo x foi registrado pelas siglas dispostas no quadro 1, assim, o eixo x é formado por Aurora (F), FJ1 (Âmbar), FJ2 (Ametista), Ágata (FR), Sereno (M1), Trovão (M2) e Garoa (MR).

4.3 Análise do movimento para entrada e saída do dormitório para o grupo Rondinha

A comparação entre o modelo nulo e o modelo completo de liderança para a entrada e saída do dormitório revelou uma redução significativa na deviance residual ao incluir a interação entre as variáveis de entrada/saída e identidade. O modelo completo apresentou uma deviance residual de 33.581 (Df = 9) associado a um p de 0,0001 e indicando que a inclusão da interação entre as variáveis é estatisticamente significativa ($p < 0.01$). Além disso, o critério de informação de Akaike (AIC) confirmou que o modelo completo (AIC = 118.7) oferece um melhor equilíbrio entre ajuste e complexidade em comparação com o modelo nulo (AIC = 134.3). Esses resultados destacam a importância da interação entre as variáveis independentes

para explicar a liderança nos movimentos, evidenciando que a complexidade adicional melhora o ajuste do modelo aos dados observados.

Os resultados da análise dos efeitos marginais (EMM1) mostraram variações significativas na liderança. Durante a entrada (Figura 5) (N = 14), Órion (MR) apresentou uma probabilidade estimada de liderança de 50.00% (IC 95%: 25.97% a 74.0%), sugerindo uma chance moderada de liderança com uma incerteza considerável. Apollo (M) e Íris (F) tiveram probabilidades de 21.43% (IC 95%: 7.07% a 49.4%) cada, indicando chances menores com maior variação. Em contraste, Ártemis (FR) e Inti (MF) apresentaram probabilidades estimadas de 0%, sugerindo ausência de liderança ou falta de dados suficientes.

Na condição de Saída (Figura 6) (N = 13), Ártemis (FR) mostrou uma probabilidade mais alta de liderança, com 53.85% (IC 95%: 28.17% a 77.6%), enquanto Inti (MF) novamente não apresentou evidências de liderança. Apollo (M) e Íris (F) tiveram probabilidades de 23.08% (IC 95%: 7.63% a 52.2%) e 15.38% (IC 95%: 3.87% a 45.1%), respectivamente. Já Órion (MR) teve uma probabilidade reduzida de 7.69% (IC 95%: 1.07% a 39.1%).

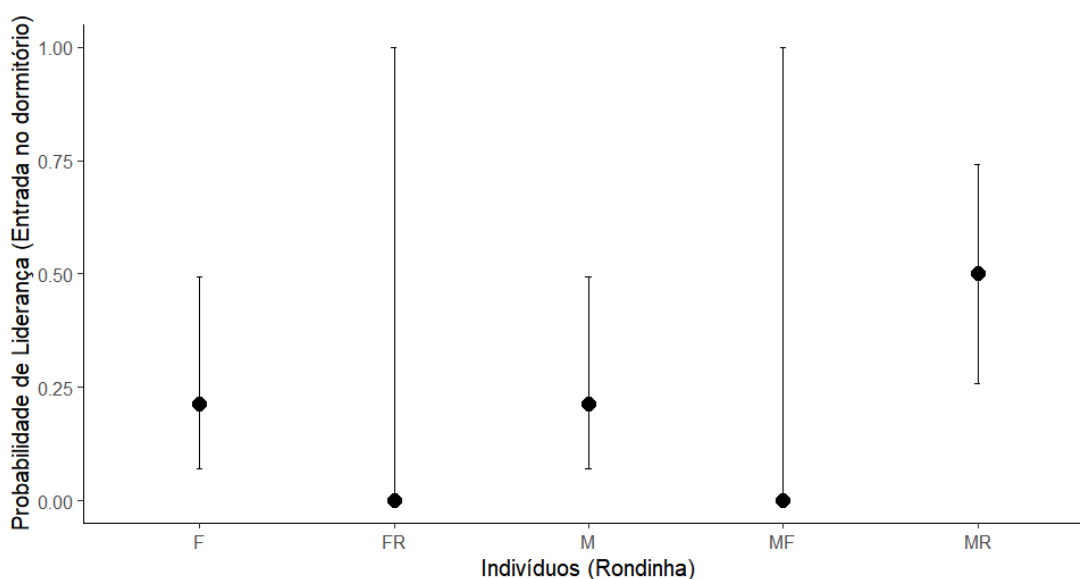


Figura 5: Percentual de liderança por indivíduo para a entrada nos dormitórios no Grupo Rondinha. O eixo X representa os indivíduos e o eixo Y indica a probabilidade de cada indivíduo liderar. Os pontos representam as estimativas de probabilidade, e as barras de erro mostram o intervalo de confiança. Cada indivíduo do eixo x foi registrado pelas siglas dispostas no quadro 1, assim, o eixo x é formado por Íris (F), Ártemis (FR), Apollo (M), Inti (MF) e Órion (MR) .

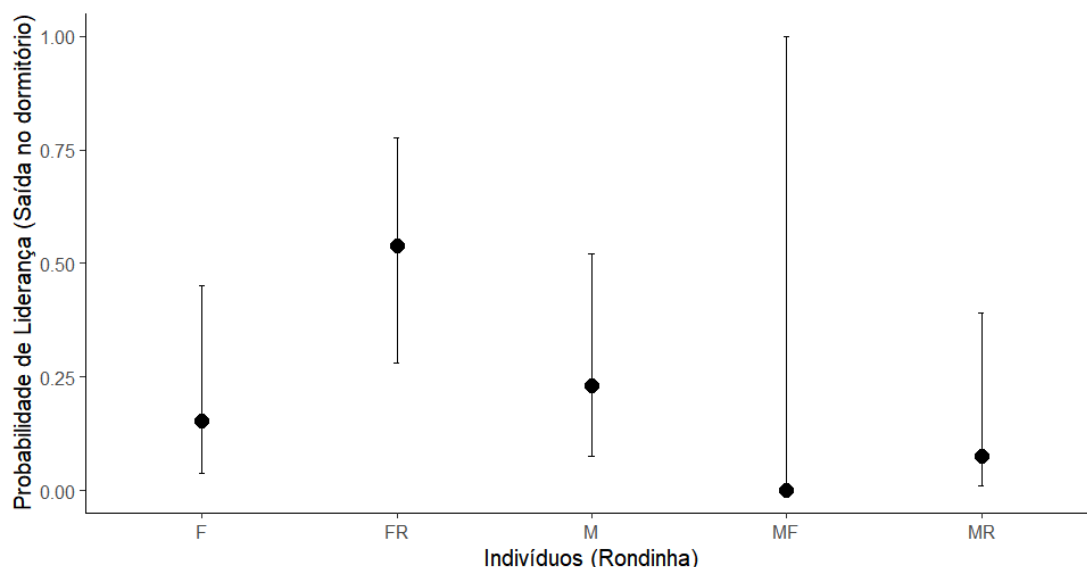


Figura 6: Percentual de liderança por indivíduo para a saída dos dormitórios no Grupo Rondinha. O eixo X representa os indivíduos e o eixo Y indica a probabilidade de cada indivíduo liderar. Os pontos representam as estimativas de probabilidade, e as barras de erro mostram o intervalo de confiança. Cada indivíduo do eixo x foi registrado pelas siglas dispostas no quadro 1, assim, o eixo x é formado por Íris (F), Ártemis (FR), Apollo (M), Inti (MF) e Órion (MR) .

4. 4. Análise do último a entrar e sair no dormitório no grupo Estação:

A comparação entre o modelo nulo e o modelo completo que inclui a interação entre as variáveis de entrada/saída e a identidade dos indivíduos revelou uma redução significativa na *deviance* residual ao adicionar a interação. O modelo completo apresentou uma *deviance* residual de 37.564 (Df = 13) associado a um p de 0.0003, indicando que a inclusão da interação entre as variáveis é estatisticamente significativa ($p < 0.01$). Além disso, o critério de informação de Akaike (AIC) sugere que o modelo mais completo (AIC = 145.1) proporciona um melhor ajuste aos dados observados em comparação com o modelo nulo (AIC = 157), destacando a importância da interação para explicar a liderança nos movimentos do mico-leão-preto.

A análise dos efeitos marginais (EMM1) durante a entrada revelou variações percentuais significativas entre os indivíduos. No movimento de entrada (Figura 7) (N = 18) Âmbar (FJ1) apresentou a maior probabilidade de ser a última na progressão, com 38.89% (IC 95%: 19.79% a 62.1%), indicando uma chance

relativamente alta com incerteza moderada. Garoa (MR) teve uma probabilidade de 33.33% (IC 95%: 15.80% a 57.1%), sugerindo uma chance um pouco menor. Sereno (M1), Trovão (M2), Ametista (FJ2) e Ágata (FR) apresentaram probabilidades menores, de 5.56% cada (IC 95%: 0.78% a 30.7%), indicando uma baixa chance de serem os últimos. Aurora (F) não apresentou nenhuma chance de ser a última na progressão, com uma probabilidade estimada de 0%.

Durante a saída (Figura 8) (N = 9), Ametista (FJ2) teve a maior probabilidade de ser a última na progressão, com 55.56% (IC 95%: 25.13% a 82.3%), sugerindo uma probabilidade elevada com incerteza significativa. Âmbar (FJ1) e Sereno (M1) apresentaram probabilidades de 22.22% (IC 95%: 5.60% a 57.9%) e 11.11% (IC 95%: 1.54% a 50.0%), respectivamente, indicando chances menores. Trovão (M2), Aurora (F) e Garoa (M2) não apresentaram chances de serem os últimos na progressão, com probabilidades estimadas de 0%. Ágata (FR) apresentou uma probabilidade baixa de 11.11% (IC 95%: 1.54% a 50.0%).

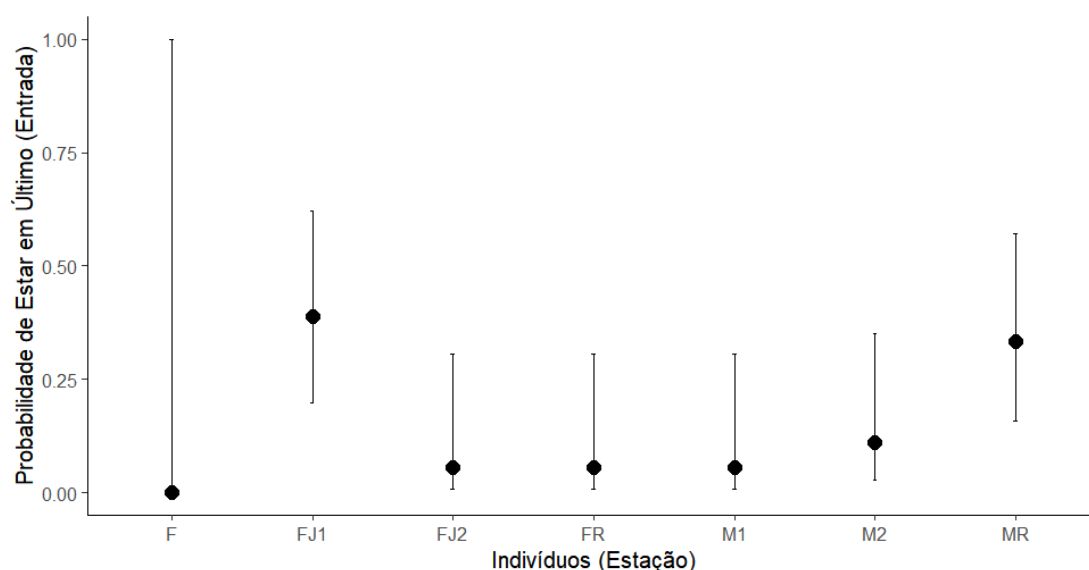


Figura 7: Probabilidade de ser o último indivíduo para a entrada nos dormitórios no Grupo Estação. O eixo X representa os indivíduos e o eixo Y indica a probabilidade de estar em último no dormitório. Os pontos representam as estimativas de probabilidade, e as barras de erro mostram o intervalo de confiança. Cada indivíduo do eixo x foi registrado pelas siglas dispostas no quadro 1, assim, o eixo x é formado por Aurora (F), FJ1 (Âmbar), FJ2 (Ametista), Ágata (FR), Sereno (M1), Trovão (M2) e Garoa (MR).

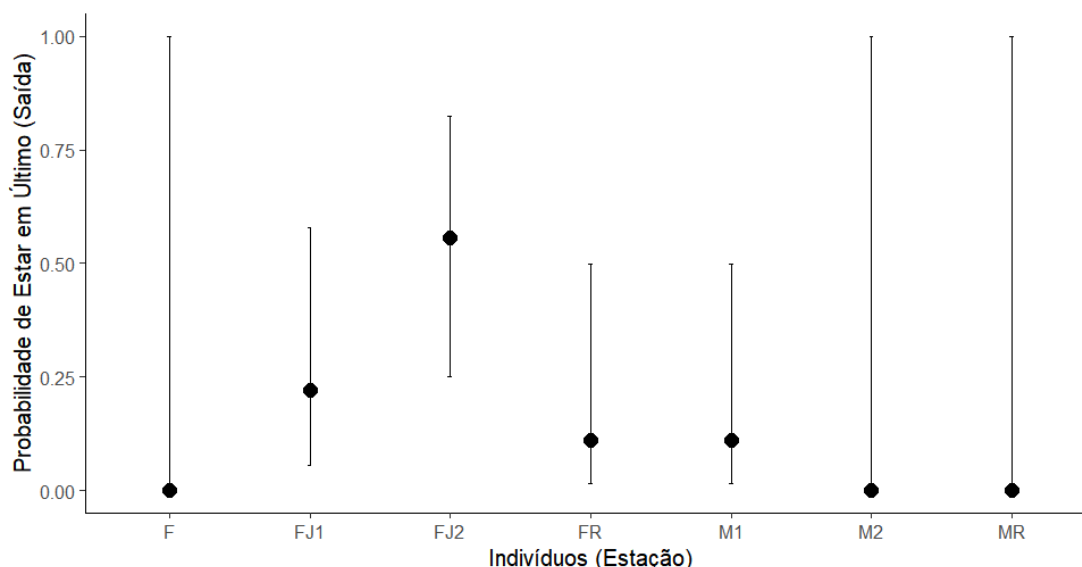


Figura 8: Probabilidade de ser o último indivíduo para a saída dos dormitórios no Grupo Estação. O eixo X representa os indivíduos e o eixo Y indica a probabilidade de estar em último no dormitório. Os pontos representam as estimativas de probabilidade, e as barras de erro mostram o intervalo de confiança. Cada indivíduo do eixo x foi registrado pelas siglas dispostas no quadro 1, assim, o eixo x é formado por Aurora (F), FJ1 (Âmbar), FJ2 (Ametista), Ágata (FR), Sereno (M1), Trovão (M2) e Garoa (MR).

4. 5. Análise do último a entrar e sair no dormitório no grupo Rondinha

A comparação entre o modelo nulo e o modelo que inclui a interação entre as variáveis de entrada/saída e a identidade dos indivíduos revelou uma redução significativa na *deviance* residual ao adicionar a interação. O modelo completo apresentou uma *deviance* residual de 38.56 (Df = 9) associado a um p de 1.383e-05, indicando que a inclusão da interação entre as variáveis é estatisticamente significativa ($p < 0,01$). Além disso, o critério de informação de Akaike (AIC) sugere que o modelo completo (AIC = 86,52) proporciona um melhor ajuste aos dados observados em comparação com o modelo nulo (AIC = 107), destacando a importância da interação para explicar a posição de último na progressão nos movimentos do mico-leão-preto.

A análise dos efeitos marginais (EMM1) durante a entrada revelou diferenças notáveis entre os indivíduos. No movimento de entrada (Figura 9) (N = 13), Ártemis (FR) apresentou a maior probabilidade de ser a última na progressão, com 61.54% (IC 95%: 34.36% a 83.0%), indicando uma chance alta com incerteza moderada. Íris

(F) teve uma probabilidade de 23.08% (IC 95%: 7.63% a 52.2%), sugerindo uma chance menor, mas ainda significativa. Inti (MF) e Apollo (M) apresentaram probabilidades menores de 7.69% cada (IC 95%: 1.07% a 39.1%), enquanto Órion (MR) não apresentou nenhuma chance de ser o último na progressão, com uma probabilidade estimada de 0%.

Durante a saída (Figura 10) (N = 8), os padrões se inverteram. Inti (MF) exibiu a maior probabilidade de ser o último na progressão, com 75.00% (IC 95%: 37.71% a 93.7%), indicando uma chance muito alta com maior incerteza. Órion (MR) e Íris (F) apresentaram probabilidades menores de 12.50% cada (IC 95%: 1.73% a 53.7%). Ártemis (FR) e Apollo (M) não apresentaram nenhuma chance de serem os últimos na progressão, com probabilidades estimadas de 0%.

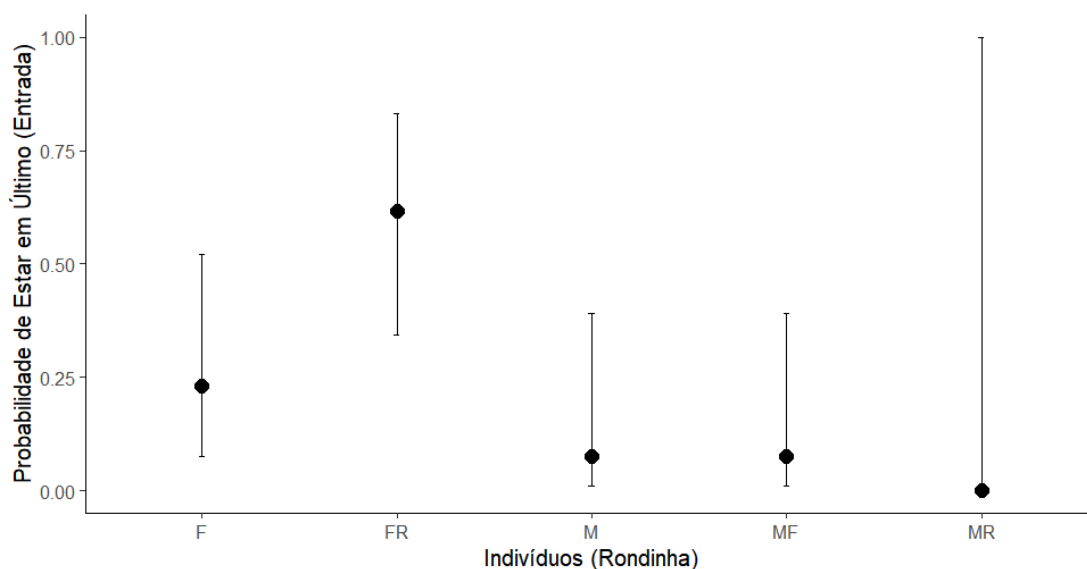


Figura 9: Probabilidade de ser o último indivíduo para a entrada nos dormitórios no Grupo Rondinha. O eixo X representa os indivíduos e o eixo Y indica a probabilidade de estar em último no dormitório. Os pontos representam as estimativas de probabilidade, e as barras de erro mostram o intervalo de confiança. Cada indivíduo do eixo x foi registrado pelas siglas dispostas no quadro 1, assim, o eixo x é formado por Íris (F), Ártemis (FR), Apollo (M), Inti (MF) e Órion (MR).

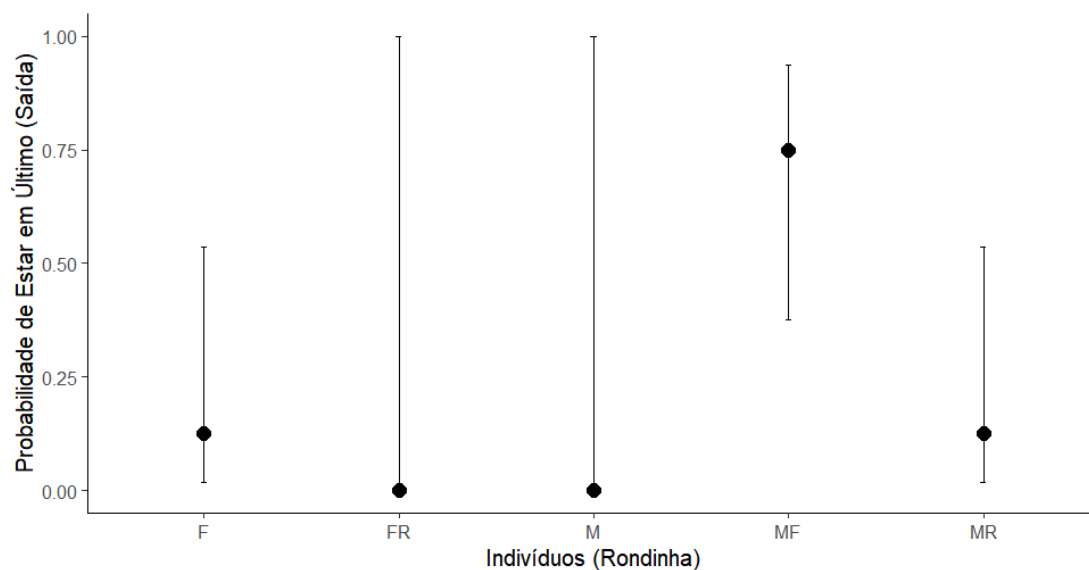


Figura 10: Probabilidade de ser o último por indivíduo para a saída nos dormitórios no Grupo Rondinha. O eixo X representa os indivíduos e o eixo Y indica a probabilidade de estar em último no dormitório. Os pontos representam as estimativas de probabilidade, e as barras de erro mostram o intervalo de confiança. Cada indivíduo do eixo x foi registrado pelas siglas dispostas no quadro 1, assim, o eixo x é formado por Íris (F), Ártemis (FR), Apolo (M), Inti (MF) e Órion (MR) .

5 DISCUSSÃO

Nossos resultados indicam que determinados indivíduos lideram com maior frequência os movimentos para frugivoria e dormitórios. O sexo e a faixa etária são fatores que influenciam essas lideranças. A presença de um único iniciador em cada movimento pode indicar liderança pessoal (Schaller 1963; Conradt e List, 2009). Entretanto, a presença de um líder diferente para cada movimento, assim como em nosso estudo, sugere uma forma de liderança altamente distribuída com influência variável (Strandburg-Peshkin et al., 2018; Conradt, 2012)

Strandburg-Peshkin *et al.* (2018) dividem a liderança distribuída em duas categorias de acordo com a organização do grupo para a tomada de decisão. A primeira categoria é caracterizada pela participação de todos os membros nas decisões do grupo, em uma decisão distribuída consistente (Strandburg-Peshkin et al., 2018). Na segunda categoria, cada membro assume uma decisão específica, a chamada decisão distribuída variável e possui benefícios na chamada liderança por indivíduos informados (Strandburg-Peshkin et al., 2018). Em uma tomada de decisão distribuída variável, por exemplo, fêmeas adultas de orcas (*Orcinus orca*) costumam liderar o grupo para alimentação, mas em anos de baixa abundância de salmão, fêmeas pós-reprodutivas assumem a liderança do grupo com mais frequência, dado o maior conhecimento ecológico que essas anciãs possuem (Brent et al., 2015). Assim, o grupo se beneficia da alternância de líderes conforme a necessidade.

Essas distinções são cruciais para entender os padrões de liderança que observamos em nosso estudo. A liderança para árvores de alimentação é frequentemente exercida por fêmeas, enquanto nos dormitórios, não houve um padrão de sexo, apesar de um único indivíduo tender a liderar. Dessa forma, podemos considerar que os grupos aqui observados possuem uma liderança distribuída variável, com a liderança de cada movimento sendo ocupada por indivíduos distintos variando conforme a necessidade.

O movimento para frutíferas na Estação, foi liderado por uma fêmea. Essa liderança corrobora as hipóteses previstas anteriormente do papel da tricromacia e da filopatria na detecção de frutos. Smith e colaboradores (2003) constataram que, em grupos mistos de mico-de-sela-de-Geoffroy (*Leontocebus nigrifrons*) e micos bigodudos (*Saguinus mystax*), ambos calitriquídeos, a tricromacia mesmo que vantajosa, não é essencial para a liderança, sendo o sexo um fator mais

determinante. Os autores relacionam a liderança à permanência de um indivíduo no grupo natal e destaca que a liderança por um dos sexos seja mais influente. Porém os grupos estudados se beneficiam da liderança, em parte, de fêmeas tricromatas, o que demonstra a influência tanto do padrão de dispersão quanto da tricromacia na frugivoria (Smith et al., 2003). Esse padrão pode ser estendido aos resultados obtidos neste estudo, no entanto, é necessário mais estudos para confirmá-lo como um padrão para a espécie.

No Grupo Rondinha, não houve uma liderança significativa de nenhum dos membros. Entretanto, é importante ressaltar que o resultado da liderança no Grupo Rondinha se aproximou da significância ($p = 0,06$), o que sugere uma tendência de maior probabilidade de liderança por fêmeas, possivelmente associada ao padrão tricromático e filopátrico. No entanto, o tamanho amostral relativamente pequeno pode ter limitado a capacidade de detectar significância estatística mais robusta.

Além disso, apesar de não observarmos uma liderança significativa por parte das fêmeas, isso não exclui a alta influência da tricromacia e da filopatria nos movimentos em direção às árvores frutíferas. Esses fatores podem indicar que fatores genéticos e morfofisiológicos podem estar associados a esse movimento, como será detalhado abaixo.

Os micos-leões apresentam alta plasticidade ecológica e comportamental (Valladares-Padua et al., 2002) e mudanças no ambiente podem resultar em alterações comportamentais dos mesmos (Coelho et al., 2008). O ambiente dos grupos aqui estudados é altamente fragmentado, o que explica a redução do fluxo gênico e, conseqüentemente, a perda de alelos (Pessoa et al., 2005). Pessoa e colaboradores (2003) identificaram que o processo de perda alélica tem resultado em uma dicromacia uniforme em machos e fêmeas da espécie *L. chrysomelas*. Tal processo pode estender-se ao MLP, dessa forma, resultando em uma alteração dos padrões de liderança.

Assim, a liderança para o movimento em direção a árvores frutíferas deve ser influenciada pelo padrão tricromático e filopátrico, o que resulta em uma predominância de liderança feminina. Entretanto, a plasticidade comportamental presente no gênero *Leontopithecus* e variações ambientais impostas podem exigir uma mudança nesse padrão, o que resulta em uma liderança do movimento distribuída, portanto, sem um líder em alguns grupos, como no grupo Rondinha.

Em relação à liderança aos dormitórios, os líderes da entrada nos dormitórios foram machos em ambos os grupos, dentre eles um macho reprodutor e não reprodutor. Entretanto, a saída envolveu um macho em um dos grupos, e uma fêmea em outro (ambos não reprodutores). Devido a semelhanças nos riscos de predação e encontros prejudiciais na entrada e saída dos dormitórios (Sueur; Petit, 2008), a ausência de macho reprodutor na entrada de um dos grupos e na saída dos dois grupos vai de encontro com parte dos estudos propostos por Moro-Rios (2018). A presença de apenas adultos como líderes do movimento pressupõe a liderança como forma de proteção dos filhotes e juvenis, a qual é similar em ambos os estudos. No entanto, a liderança como forma de manter indivíduos ajudantes na criação dos filhotes (Moro-Rios, 2018) não foi comprovada.

Em calitriquídeos, todos os membros do grupo se envolvem em comportamentos cooperativos como carregar e alimentar filhotes, vigilância compartilhada e defesa comunitária (Garber, 1997). O sagui-de-tufo-branco (*Callithrix jacchus*) pode adotar uma divisão de trabalhos, cujo os ajudantes adotam "papéis" funcionais conforme as necessidades do grupo e diferenças individuais (Koenig; Rothe, 1991). No estudo de Koenig e Rothe (1991), o filho adulto foi um dos principais carregadores de filhotes, já a filha sub adulta contribuiu para o grupo por meio da alta participação em comportamentos de defesa. A ideia de divisão de tarefas reforça o conceito de liderança altamente distribuída, proposto por Strandburg-Peshkin *et al.* (2018), podendo estar presente em mais espécies de calitriquídeos, o que caracteriza a presença de líderes com sexo e status reprodutivos diferentes para o movimento de entrada e saída do dormitório em ambos os grupos do nosso estudo.

Além disso, observou-se apenas indivíduos adultos sendo os primeiros a entrarem e saírem dos dormitórios. A ausência de liderança por parte de juvenis e filhotes tem sido documentada em diversos estudos (Sueur e Petit 2008; Day e Elwood, 1999; Van Belle, Estrada e Garber, 2013), estando associada ao seu menor conhecimento sobre padrões espaciais e temporais de disponibilidade de recursos (Van Belle, Estrada e Garber, 2013). Além disso, a posição de iniciador de movimentos oferece diversos riscos de predação (Heymann 1995; Franklin *et al.* 2007; Moro-Rios, 2018), sobretudo no processo de entrada e saída do dormitório (Moro-Rios, 2018) e resulta no posicionamento de membros mais vulneráveis

(jovens) em posições menos expostas (Sueur e Petit 2008; Day e Elwood, 1999; Van Belle, Estrada e Garber, 2013).

O último lugar da progressão do movimento para entrada e saída do dormitório foi ocupado por indivíduos juvenis em ambos os grupos, com exceção da entrada do grupo Rondinha, em que uma das fêmeas (F1) ocupou a posição. Isso destoa das nossas expectativas e da teoria da proteção de Sueur e Petit (2008). Entretanto, no estudo de Van Belle, Estrada e Garber (2013) os indivíduos juvenis de bugios-pretos ocuparam as últimas posições. Isso porque os juvenis frequentemente seguem suas mães, que costumam estar na parte traseira da progressão (Van Belle, Estrada e Garber, 2013). Um fenômeno semelhante pode estar ocorrendo em nosso estudo. Em calitriquídeos, os indivíduos que exercem os cuidados com os filhotes são diferentes dos observados em bugios (mães). Assim, é possível que o mesmo cenário tenha ocorrido em nosso estudo, com os juvenis seguindo os indivíduos que costumavam os carregar quando filhotes.

Em nossas observações, Garoa (MR) estava sempre associado a juvenis, alternando constantemente sua posição de último lugar com uma das juvenis do grupo estação ao longo do caminho para o dormitório. Tal cenário também se expressa nas probabilidades de Garoa (MR) muito próximas a Âmbar (FJ1) no movimento de Entrada. Entretanto, são necessários mais estudos em grupos adicionais que acompanhem indivíduos filhotes e suas relações com os demais membros até a fase juvenil para uma melhor compreensão desse padrão.

Ademais, vale ressaltar que a observação de grupos de primatas em campo enfrenta inúmeras dificuldades, como a variabilidade no comportamento dos indivíduos, as condições ambientais imprevisíveis e as limitações logísticas de acompanhar os grupos ao longo do tempo (Altmann, 1974; Strier, 2016). Portanto, analisar um número maior de grupos é um desafio significativo. Embora o estudo de apenas dois grupos possa oferecer análises limitadas e não permita generalizações amplas, ele ainda proporciona uma visão preliminar valiosa sobre os padrões de comportamento e liderança observados, que pode servir como base para estudos futuros mais extensivos (Lehmann; Boesch, 2003).

6 CONCLUSÃO

Em suma, a liderança nos grupos de MLPs aqui estudados é influenciada por fatores como sexo, faixa etária e organização social do grupo. A liderança para frugivoria tende a ser exercida por fêmeas, possivelmente devido à tricromacia e à filopatria. Em contrapartida, a liderança na entrada e saída dos dormitórios é mais variável, sendo frequentemente liderada por machos reprodutores na entrada e por outros adultos na saída, de ambos os sexos. Esses padrões sugerem uma liderança distribuída, cujos os diferentes indivíduos assumem papéis de liderança conforme as necessidades do grupo, em determinado contexto. A plasticidade comportamental e as condições ambientais também parecem influenciar esses padrões de liderança, destacando a complexidade das interações sociais nesses primatas.

Estudos adicionais com um maior número de grupos e condições variáveis, como estudos em áreas menos antropizadas, são necessários para confirmar e expandir nossas observações. Ademais, ainda não está claro em que momento os indivíduos tomam decisões nas espécies sociais em geral, assim diversas formas de se avaliar liderança têm sido desenvolvidas (King e Sueur, 2011; Strandburg-Peshkin *et al.*, 2018) e podem ser utilizadas para complementar o entendimento da dinâmica de liderança do MLP.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, R. D. The evolution of social behavior. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 5, p. 326-383, 1974.
- ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour**, v. 49, n. 3-4, p. 227-267, 1974.
- ANDERSON, James R. Sleep-related behavioural adaptations in free-ranging anthropoid primates. **Sleep Medicine Reviews**, v. 4, n. 4, p. 355-373, 2000.
- AMARAL, R. G. **Avaliação do estado de saúde geral de populações de mico-leão-preto de vida livre através do estudo hematológico e bioquímico**. 2021. 20 f. Pré-projeto (Mestrado em Ecologia, Evolução e Biodiversidade) – Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Rio Claro, 2021.
- BATESON, Melissa; MARTIN, Paul. **Measuring behaviour: an introductory guide**. Cambridge university press, 2021.
- BRENT, Lauren JN et al. Ecological knowledge, leadership, and the evolution of menopause in killer whales. **Current biology**, v. 25, n. 6, p. 746-750, 2015.
- CAINE, N. G.; MUNDY, N. I. Demonstration of a foraging advantage for trichromatic marmosets (*Callithrix geoffroyi*) dependent on food color. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 267, p. 439–444, 2000.
- CALDANO, L. T. P. **Censo populacional e avaliação da variabilidade genéticas das populações de mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus* Mikan, 1823) na Floresta Nacional de Capão Bonito-SP**. 65 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Genética Evolutiva e Biologia Molecular) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.
- COELHO, Andressa Sales et al. Comportamento do mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*, Linnaeus 1766) em relação à fragmentação do habitat. **Conservação do mico-leão-dourado**, v. 28820, p. 58, 2008.
- CONRADT, Larissa; LIST, Christian. Group decisions in humans and animals: a survey. **Philosophical transactions of The Royal Society B: biological sciences**, v. 364, n. 1518, p. 719-742, 2009.
- CULOT, Laurence et al. Seasonal variation in seed dispersal by tamarins alters seed rain in a secondary rain forest. **International Journal of Primatology**, v. 31, p. 553-569, 2010.
- CULOT, Laurence et al. New records, reconfirmed sites and proposals for the conservation of black lion tamarin (*Leontopithecus chrysopygus*) in the middle and upper Paranapanema. **Neotropical Primates**, 2015.

DAY, Richard T.; ELWOOD, Robert W. Sleeping site selection by the golden-handed tamarin *Saguinus midas midas*: the role of predation risk, proximity to feeding sites, and territorial defence. **Ethology**, v. 105, n. 12, p. 1035-1051, 1999.

DEL-CLARO, Kleber; PREZOTO, Fábio; SABINO, José. Comportamento animal. **Uma introdução à ecologia comportamental**. Jundiaí: Livraria Conceito, p. 11-15, 2004.

DUNBAR, R. I. M. The mating system of callitrichid primates: II. Cooperative care. **Animal Behaviour**, v. 50, n. 4, p. 1057-1070, 1995.

ERHART, Elizabeth M.; OVERDORFF, Deborah J. Female coordination of group travel in wild Propithecus and Eulemur. **International Journal of Primatology**, v. 20, p. 927-940, 1999.

FERRARI, Stephen F.; LOPES FERRARI, Maria A. A re-evaluation of the social organisation of the Callitrichidae, with reference to the ecological differences between genera. **Folia Primatologica**, v. 52, n. 3-4, p. 132-147, 1989.

FRANKLIN, Samuel P. *et al.* Golden lion tamarin sleeping-site use and pre-retirement behavior during intense predation. **American Journal of Primatology: Official Journal of the American Society of Primatologists**, v. 69, n. 3, p. 325-335, 2007.

FORTES, Vanessa Barbisan; BICCA-MARQUES, Júlio César. Ecologia e comportamento de primatas: métodos de estudo de campo. **Caderno La Salle XI**, v. 2, n. 207-218, 2005.

GARBER, Paul A. One for all and breeding for one: cooperation and competition as a tamarin reproductive strategy. **Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews: Issues, News, and Reviews**, v. 5, n. 6, p. 187-199, 1997.

GARCIA, F. DE O. *et al.* Nest box use and polygyny in an endangered primate species: The black lion tamarin (*Leontopithecus chrysopygus*). **Oecologia Australis**, v. 25, n. 1, p. 166–173, 2021.

BOINSKI, Sue; GARBER, Paul A. (Ed.). **On the move: how and why animals travel in groups**. University of Chicago Press, 2000.

HEYMANN, Eckhard W. Social behavior of wild moustached tamarins, *Saguinus mystax*, at the Estación Biológica Quebrada Blanco, Peruvian Amazonia. **American Journal of Primatology**, v. 38, n. 1, p. 101-113, 1996.

HEYMANN, Eckhard W. Sleeping habits of tamarins, *Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis* (Mammalia; Primates; Callitrichidae), in north-eastern Peru. **Journal of Zoology**, v. 237, n. 2, p. 211-226, 1995.

HEYMANN, Eckhard W.; FUZESSY, Lisieux; CULOT, Laurence. Small but Nice—seed dispersal by Tamarins compared to large neotropical primates. **Diversity**, v. 14, n. 12, p. 1033, 2022.

INSTITUTO DE PESQUISAS AMBIENTAIS. **Inventário Florestal 2020**. São Paulo, Instituto Florestal, 2020. Disponível em:
<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/serviceTranslator/rest/getXml/Geoserver_Publico/InventarioFlorestal2020/1625064250219/wms>.

JACOBS, Gerald H. Variations in primate color vision: mechanisms and utility. **Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews**, v. 3, n. 6, p. 196-205, 1994.

KLEIBER, Christian. Annette J. Dobson and Adrian G. Barnett: **An introduction to generalized linear models**. 2012.

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, Jan. 2012.

KING, Andrew J.; SUEUR, Cédric. Where next? Group coordination and collective decision making by primates. **International journal of primatology**, v. 32, p. 1245-1267, 2011.

KRENAK, Ailton. **A Vida não é Útil** São Paulo: Companhia das Letras, 2020.

KOENIG, A.; ROTHE, H. Social relationships and individual contribution to cooperative behaviour in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). **Primates**, v. 32, p. 183-195, 1991.

LECA, Jean-Baptiste *et al.* Distributed leadership in semifree-ranging white-faced capuchin monkeys. **Animal behaviour**, v. 66, n. 6, p. 1045-1052, 2003.

LEHMANN, J.; BOESCH, C. Social behaviour of wild chimpanzee populations: Age, sex, and community differences. **Behaviour**, v. 140, n. 3, p. 399-429, 2003.

LIMA, F. *et al.* On the occurrence of the black-lion-tamarin (*Leontopithecus chrysopygus*) in Buri, São Paulo, Brazil. **Neotropical Primates**, v. 11, 76–77, 2003.

MARSH, Laura K. (Ed.). **Primates in fragments: ecology and conservation**. Springer Science & Business Media, 2013.

MARTINS, Milene M. *et al.* A test for sex-biased dispersal in the black-faced lion tamarin (*Leontopithecus caissara*): inferences from microsatellite markers. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 50, n. 1, p. 14-20, 2015.

MCCULLAGH, Peter. **Generalized linear models**. Routledge, 2019.

MORO-RIOS, Rodrigo F. *et al.* Examining individual risk-taking in *Leontopithecus caissara* (Primates, Callitrichidae): group order when arriving at and departing from sleeping sites. **Mastozoología neotropical**, v. 25, n. 2, p. 479-483, 2018.

NASCIMENTO, A. T. A.; NALI, C.; DA FONSECA, G. A. B. Dispersal, Group Formation and Kinship in the Black-Faced Lion Tamarin (*Leontopithecus caissara*). **Folia Primatologica**, v. 85, n. 4, p. 216–227, 2014.

PASSOS, F. de C. **Habito alimentar do mico-leão-preto *Leontopithecus chrysopygus* (mikan, 1823)(Callithricidae, primates) na Estação Ecológica dos Caetetus, Município de Galia, SP**. Tese de Doutorado. 1992

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

PESSOA, Daniel MA et al. Color vision in *Leontopithecus chrysomelas*: a behavioral study. **International Journal of Primatology**, v. 26, p. 147-158, 2005.

REGAN, Benedict C. *et al.* Fruits, foliage and the evolution of primate colour vision. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 356, n. 1407, p. 229-283, 2001.

REZENDE, G. et al. *Leontopithecus chrysopygus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e. T11505A17935400* [em linha]. 2020. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/species/11505/17935400>.

RODRIGUES, S.B.M.; GAGETTI, B.L.; PIRATELLI, A. J. First record of *Leontopithecus chrysopygus* (Primates: Callitrichidae) in Carlos Botelho State Park, São Miguel Arcanjo, São Paulo, Brazil. **Mammalia** 80: 121–124, 2014.

RYLANDS, A. B.; KIERULFF, M. C.; PINTO, L. P. Distribution and status of liontamarins. In: KLEIMAN, D. G.; RYLANDS, A. B (Ed.). **Lion Tamarins: Biology and Conservation**. Washington: Smithsonian Institution Press, p. 42-70, 2002.

RSTUDIO TEAM. RStudio: Integrated Development Environment for R. Boston, MA: RStudio, PBC, 2023. Disponível em: <https://www.rstudio.com/>.

SCHALLER, George E. The mountain gorilla: Ecology and behavior. 1963.

SMITH, Andrew C. et al. The effect of colour vision status on the detection and selection of fruits by tamarins (*Saguinus* spp.). **Journal of Experimental Biology**, v. 206, n. 18, p. 3159-3165, 2003.

SNOWDON, Charles T.; ZIEGLER, Toni E. Growing up cooperatively: family processes and infant care in marmosets and tamarins. **Journal of Developmental Processes**, v. 2, n. 1, p. 40-66, 2007.

STRANDBURG-PESHKIN, Ariana et al. Inferring influence and leadership in moving animal groups. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 373, n. 1746, p. 20170006, 2018.

SUEUR, Cedric; PETIT, Odile. Organization of group members at departure is driven by social structure in Macaca. **International Journal of Primatology**, v. 29, n. 4, p. 1085-1098, 2008.

STRIER, Karen B. **Primate behavioral ecology**. Routledge, 2016.

SUMNER, Petroc; MOLLON, John D. Chromaticity as a signal of ripeness in fruits taken by primates. **Journal of Experimental Biology**, v. 203, n. 13, p. 1987-2000, 2000.

SUSSMAN, Robert W.; KINZEY, Warren G. The ecological role of the Callitrichidae: a review. **American Journal of Physical anthropology**, v. 64, n. 4, p. 419-449, 1984.

VALLADARES-PADUA, Claudio; PADUA, Suzana M.; CULLEN JR, Laury. Within and surrounding the Morro do Diabo State Park: biological value, conflicts, mitigation and sustainable development alternatives. **Environmental Science & Policy**, v. 5, n. 1, p. 69-78, 2002.

VAN BELLE, Sarie; ESTRADA, Alejandro; GARBER, Paul A. Collective group movement and leadership in wild black howler monkeys (*Alouatta pigra*). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 67, p. 31-41, 2013.

WILLIAMS, Richard. Using the margins command to estimate and interpret adjusted predictions and marginal effects. **The Stata Journal**, v. 12, n. 2, p. 308-331, 2012.