

O DESENVOLVIMENTO SOCIAL NOS MURIQUIS-DO-NORTE
MACHOS (*Brachyteles hypoxanthus*) (Primates, *Atelidae*)

MARILHA MARDEGAN ASSUNÇÃO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

MARÇO – 2024

O DESENVOLVIMENTO SOCIAL NOS MURIQUIS-DO-NORTE
MACHOS (*Brachyteles hypoxanthus*) (Primates, *Atelidae*)

MARILHA MARDEGAN ASSUNÇÃO

Dissertação apresentada ao Centro de
Biotecnologia e Biociências da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense, como parte das exigências
para obtenção do título de Mestra em
Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Carlos Ramón Ruiz-Miranda

Campos dos Goytacazes – RJ

Março – 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pela autora.

A851 Assunção, Marilha Mardegan.

O Desenvolvimento Social nos Muriquis-do-Norte machos (*Brachyteles hypoxanthus*) / Marilha Mardegan Assunção. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2024.

65 f. : il.

Bibliografia: 56 - 64.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia, 2024.

Orientador: Carlos Ramón Ruiz Miranda.

Coorientadora: Valeria Romano de Paula.

1. Desenvolvimento comportamental. 2. Ecologia de primatas. 3. Comportamento social em primatas. 4. Conservação . I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 577

O DESENVOLVIMENTO SOCIAL NOS MURIQUIS-DO-NORTE
MACHOS (*Brachyteles hypoxanthus*) (Primates, *Atelidae*)

MARILHA MARDEGAN ASSUNÇÃO

Dissertação apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense, como parte das exigências para obtenção do título de Mestra em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em 01 de março de 2024

Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 CARLA DE BORBA POSSAMAI
Data: 29/05/2024 18:59:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Carla de Borba Possamai – Muriqui Instituto de Biodiversidade

Documento assinado digitalmente
 MARCOS TOKUDA
Data: 29/05/2024 09:37:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Marcos Tokuda - (PZMQB) – Zoológico de Sorocaba

Documento assinado digitalmente
 MARCELITA FRANCA MARQUES
Data: 30/05/2024 17:27:34-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Marcelita França Marques (LCA – CBB) – UENF

Documento assinado digitalmente
 CARLOS RAMON RUIZ MIRANDA
Data: 30/05/2024 08:48:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Carlos Ramón Ruiz-Miranda (LCA – CBB) – UENF
(orientador)

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a Deus por ter me proporcionado a oportunidade de ter conhecido os seres de luz que são os Muriquis-do-Norte. E por agora, estar deixando na história da literatura, parte do conhecimento que eles me permitiram ter sobre eles.

À minha mãe, Marinalva, minha inspiração e força motriz. Sem seu apoio incondicional, nada disso seria possível. Você é meu pilar e minha maior fonte de inspiração.

Meu irmão Gabriel, merece um agradecimento especial por segurar a barra nos momentos em que estive longe de casa. Sua compreensão e apoio foram fundamentais.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à Dra. Karen Strier, minha coorientadora e coordenadora do Projeto Muriqui de Caratinga, pela oportunidade de ser integrante do Projeto, e por disponibilizar os dados e oferecer apoio fundamental para a realização deste trabalho. Sua orientação e contribuição foram inestimáveis.

Um agradecimento especial ao meu orientador, Carlos Ramos Ruiz, pela orientação e direcionamento ao longo deste percurso acadêmico. Sua orientação foi crucial para o desenvolvimento deste estudo.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão à Valeria Romano, minha coorientadora, pela assistência com as análises de dados. Suas valiosas contribuições foram fundamentais para a qualidade deste trabalho.

Expresso minha gratidão a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. Suas contribuições foram muito valorizadas.

E aos muriquis, que me proporcionaram aprendizado, companheirismo e amizade, meu profundo agradecimento. Aprendi muito com vocês e continuo aprendendo. Estão eternamente na minha memória, e nos meus melhores sonhos.

à Universidade de Wisconsin Madison, que financiou o projeto durante a coleta de dados para este trabalho, com o apoio da Sociedade para a Preservação do Muriqui e Conservação Internacional – Brasil.

À banca examinadora, composta por Marcos Tokuda, Carla Possamai e Marcelita, meu profundo agradecimento por aceitarem o convite e por todas as considerações e sugestões para o aprimoramento deste estudo.

Ao CNPq pela concessão da minha bolsa que possibilitou a realização deste estudo.

À FAPERJ, gostaria de expressar minha sincera gratidão pela concessão da bolsa FAPERJ Nota 10.

À Fernanda Tabacow, Carla Possamai, Vavá e a Samara Querubim pela paciência nos ensinamentos durante o treinamento.

À Sandra e ao Roberto, quero agradecer o apoio incrível durante minha estadia em Caratinga.

À família da Dona Eva e do Cláudio, por toda amizade e companheirismo durante minha permanência na RPPN.

À minha grande e eterna Amiga Adriana Pena, é até difícil encontrar palavras para descrevê-la, mas saiba que você foi uma peça fundamental na minha jornada em Caratinga. Agradeço a toda sua família pela amizade, companheirismo e acolhimento (Lúcio, Emanuel e o querido Augusto).

À todas as pessoas que cruzaram meu caminho durante a minha permanência em Caratinga, vocês todos fazem parte dessa história.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPG-ERN) e a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), expresso minha profunda gratidão pela oportunidade, apoio e compreensão ao longo desses anos de mestrado.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização da Reserva Particular do Patrimônio Natural - Feliciano Miguel Abdala (RPPN-FMA), com destaque para os limites da reserva (A), a localização no município de Caratinga-MG (B) no Brasil (C). Fonte: IBGE, 2015., LIMA et al., 2019.....**22**
- Figura 2.** Muriquis-do-norte adultos apresentando diferentes colorações corporais e despigmentação da face Foto: Marilha Mardegan Assunção - Projeto Muriqui de Caratinga.....**24**
- Figura 3.** Associação dos machos nas determinadas faixas etárias, infantes, juvenis e SA/JA, da espécie *B. hypoxanthus* com as respectivas mães. As letras indicadas no gráfico (A e B) representam a diferença estatística entre as faixas etárias. Valores acima da linha representam associação superior ao esperado e valores abaixo da linha representam evitação e associação abaixo do esperado aleatoriamente.....**33**
- Figura 4.** Índices de associação de machos Infantes, Juvenis e SA/JA de muriquis-do-norte com indivíduos das diferentes categorias de idade, excluindo a mãe. A linha pontilhada de Esperado representa o índice de associação esperado aleatoriamente. Valores acima da linha representam associação superior ao esperado, ou preferência por essa categoria, e valores abaixo da linha representam evitação e associação abaixo do esperado aleatoriamente. As letras indicadas no gráfico (A e B) representam a diferença entre as categorias.....**35**
- Figura 5.** Representação visual das redes sociais dos grupos de muriquis-do-norte (Jaó, Nadir e M2), elaborada utilizando UCINET e visualizada no NETDRAW. Círculos indicam fêmeas, quadrados representam machos. Cores identificam faixas etárias: verde para infantes, amarelo para jovens, azul para SA/JA e cinza para adultos. Ênfase nos machos, foco deste estudo, exibidos em tamanhos maiores....**36**
- Figura 6.** Representação gráfica da centralidade de correlação entre mães e seus filhos machos em diferentes estágios de desenvolvimento. A, B e C correspondem às métricas de Centralidade de Grau, Intermediação e Autovetor, respectivamente. As cores atribuídas (vermelho para infantes, azul para juvenis e verde para SA/JA) denotam as faixas etárias dos filhos.....**38**
- Figura 7.** Métricas de centralidade dos filhos machos de *B. hypoxanthus*, agrupados por diferentes faixas etárias, em relação às respectivas mães. A letra A representa a centralidade de grau, B indica a centralidade de autovetor e C corresponde à centralidade de intermediação.....**41**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Total de indivíduos amostrados de <i>Brachyteles hypoxanthus</i> nos grupos Jaó, M2. e Nadir.....	25
Tabela 2. Distribuição dos machos em grupos distintos (Jaó, Nadir e M2) conforme estratificação por faixa etária.....	25
Tabela 3. Distribuição das fêmeas em grupos distintos (Jaó, Nadir e M2) conforme estratificação por faixa etária.....	26
Tabela 4. Métricas de Rede na Análise Social: Esta tabela expõe métricas essenciais para a análise de redes sociais, abordando medidas como Centralidade de Grau, Autovetor, Intermediação, Densidade e Modularidade. Tais métricas oferecem uma compreensão detalhada da estrutura, importância e coesão das conexões presentes em redes sociais, fundamentais para a compreensão dos padrões e dinâmicas sociais.....	31

RESUMO

O desenvolvimento social dos primatas é crucial para sua sobrevivência e sucesso reprodutivo, atravessando estágios distintos da infância até a fase adulta. Estudos comportamentais e de redes sociais, como a Análise de Redes Sociais (ARS), desempenham um papel crucial na compreensão dessas dinâmicas, destacando a importância da estrutura social na vida dos primatas e sua relevância para a conservação. Este estudo teve como objetivo investigar o desenvolvimento social de machos infantes, juvenis e subadultos/jovens adultos (SA/JA) em uma população de *Brachyteles hypoxanthus*, por meio de análises comportamentais e de redes sociais. A pesquisa foi conduzida na RPPN Feliciano Miguel Abdala, MG, Brasil, onde três grupos (Jaó, Nadir, M2) distintos de muriquis-do-norte foram observados sistematicamente durante o período de agosto de 2019 a julho de 2020. As observações comportamentais foram realizadas utilizando o método de varredura instantânea, registrando associações entre os muriquis. A análise de dados englobou métricas de associação para avaliar as preferências dos machos em relação a indivíduos de diversas faixas etárias, incluindo suas mães. Além disso, foram calculadas métricas de centralidade de rede social, como centralidade de grau, autovetor e intermediação. Os resultados indicaram uma preferência inicial dos infantes por associações com suas mães, refletindo a importância do cuidado maternal nos estágios iniciais de desenvolvimento. Conforme os machos se desenvolvem, a influência materna diminui, facilitando a transição para maior independência social e formação de alianças com outros machos, especialmente os mais velhos. Estudos em primatas filopátricos destacam a importância das associações entre machos jovens e adultos na integração social e formação de alianças. A análise das redes sociais revelou a influência materna desde cedo, mas os jovens ainda não desempenham um papel central na rede social. Os SA/JA, por outro lado, revelaram-se mais ativos nesse contexto, indicando uma preferência por interações com outros indivíduos socialmente importantes. Esses resultados destacam a importância do cuidado maternal na estruturação das interações sociais iniciais e evidenciam a transição para maior independência social à medida que os machos se desenvolvem.

ABSTRACT

The social development of primates is crucial for their survival and reproductive success, spanning distinct stages from infancy to adulthood. Behavioral and social network studies, such as Social Network Analysis (SNA), play a pivotal role in understanding these dynamics, highlighting the importance of social structure in primates' lives and its relevance to conservation efforts. This study aimed to investigate the social development of infant, juvenile, and subadult/young adult (SA/YA) males in a population of *Brachyteles hypoxanthus*, through behavioral and social network analyses. The research was conducted at the Feliciano Miguel Abdala Private Natural Heritage Reserve (RPPN), MG, Brazil, where three distinct groups (Jaó, Nadir, M2) of northern muriquis were systematically observed from August 2019 to July 2020. Behavioral observations were performed using the Scan Sample method, recording associations among the muriquis. Data analysis included association metrics to assess male association preferences with individuals of different age categories, as well as with their mothers. Additionally, social network centrality metrics, such as degree centrality, eigenvector centrality, and betweenness centrality, were calculated. Results indicated an initial preference of infants for associations with their mothers, reflecting the importance of maternal care in the early stages of development. As males develop, maternal influence diminishes, facilitating a transition to greater social independence and the formation of alliances with other males, especially older ones. Studies on philopatric primates highlight the importance of associations between young males and adults in social integration and alliance formation. Social network analysis revealed maternal influence from an early age, but young males still do not play a central role in the social network. SA/YA males were more active in the social network, indicating a preference for associations with other socially important individuals. These findings underscore the importance of maternal care in structuring early social interactions and demonstrate the transition to greater social independence as males develop.

*Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser.
Mas tenho que querer o que for.
O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito.
Condições de palácio tem qualquer terra larga,
mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?
(Fernando Pessoa)*

SUMÁRIO

1.0. INTRODUÇÃO	13
1.1. O Muriqui-do-Norte: Um Retrato da Espécie e seu Habitat.....	13
1.2. Vínculos Sociais: Dinâmica e Fases Vitais.....	15
1.3. Análise de Redes Sociais: Compreendendo a Complexidade Social.....	17
2.0. OBJETIVOS	21
3.0. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1. Área de estudo.....	22
3.2. Coleta de dados.....	23
3.3. Dados demográficos dos muriquis-do-norte.....	23
3.4. Dados comportamentais.....	26
3.5. Análise de dados	27
3.4.1. Índice de associação.....	27
3.4.2. Correlação das métricas de rede social.....	29
4.0. RESULTADOS	32
4.1. Preferências de Associação.....	32
4.2. Análise de Redes Sociais.....	36
4.3. Medidas de Centralidade de Correlação.....	38
4.3.1. Correlação de Grau.....	39
4.3.2. Correlação de Intermediação.....	39
4.3.3. Correlação de Autovetor.....	39
4.4. Análises Comparativas de Centralidade.....	41
4.4.1. Centralidade de Grau.....	42
4.4.2. Centralidade de Intermediação.....	42
4.4.3. Centralidade de Autovetor.....	43
5.0. DISCUSSÃO	45
5.1. Preferência de Associação Redes Sociais em muriquis-do-norte.....	45
5.2. Redes Sociais em muriquis-do-norte.....	45
5.3. Padrões de Correlação entre mães e filhos na Rede Social.....	47
5.4. Centralidade em Muriquis: Mães e Filhos.....	49
5.5. Comportamento Social: Influência Materna e Formação de Alianças.....	50
5.6. Limitações e Perspectivas para Estudos Futuros.....	52
6.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
7.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1.0. INTRODUÇÃO

1.1. O Muriqui-do-Norte (*Brachyteles hypoxanthus* Kuhl, 1820): Um Retrato da Espécie e seu Habitat

A Mata Atlântica é um dos biomas mais ricos e ameaçados do planeta, abriga uma vasta gama de espécies endêmicas, muitas das quais enfrentam sérios desafios de sobrevivência. Entre essas espécies, encontra-se o *Brachyteles hypoxanthus* Kuhl, 1820, popularmente conhecido como muriqui-do-norte, que se destaca como o maior primata do Brasil e figura entre as espécies mais ameaçadas do mundo, estando criticamente em perigo (CR), devido à destruição de seu habitat natural e constante pressão da caça (ICMBIO, 2018, IUCN, 2022).

Estima-se a presença de aproximadamente 1.000 muriquis-do-norte, distribuídos em fragmentos isolados de 14 subpopulações dispersas por áreas de proteção em propriedades privadas, municipais, estaduais e nacionais, abrangendo uma extensão combinada de menos de 200.000 hectares. A subpopulação mais expressiva está na Reserva Particular do Patrimônio Natural Feliciano Miguel Abdala (RPPN-FMA), localizada no estado de Minas Gerais, com maiores chances de persistência (MITTERMEIER et al., 2006, STRIER, 2007, 2014, MELO et al., 2021).

Quanto ao habitat, o *B. hypoxanthus* ocupa uma variedade de ecossistemas, desde as florestas úmidas costeiras da Serra do Mar até as florestas semidecíduais do interior, nos estados de São Paulo e Minas Gerais. A maior parte do conhecimento disponível sobre essa espécie provém de estudos realizados em uma única população na RPPN-FMA. Essa população tem sido objeto de monitoramento e estudos sistemáticos desde o ano de 1982 (STRIER et al., 2006, MELO et al., 2021).

O *B. hypoxanthus* alimenta-se principalmente de folhas e frutos, sendo as folhas os itens mais consumidos em sua dieta (STRIER, 1991, ODALIA-RÍMOLI, 1998). A sazonalidade influencia na disponibilidade de recursos alimentares e, conseqüentemente, o período de reprodução dos muriquis, que ocorre na estação seca (STRIER et al., 2001). A gestação dura aproximadamente 7,2 meses, e

normalmente ocorre o nascimento de um único filhote (STRIER & ZIEGLER, 1997). A qualidade nutricional dos alimentos é crucial para atender às altas demandas energéticas da gestação, lactação e locomoção, dadas as grandes dimensões corporais dos muriquis (ROSENBERGER & STRIER, 1989, STRIER, 1990, 1992, 1996).

A hierarquia de dominância entre os muriquis é inexistente, sendo considerada uma sociedade igualitária. Os machos não interferem nas cópulas uns dos outros (STRIER, 1990, 1992) e não agredem as fêmeas, que normalmente copulam com vários indivíduos (STRIER, 1997), condizente com as hipóteses de que machos competem por fertilizações espermáticas devido ao grande tamanho dos testículos e alta produção de espermatozoides (MILTON, 1985) ou tampões ejaculados (STRIER, 1999). Além disso, os muriquis são sexualmente monomórficos tanto no tamanho corpóreo quanto nos caninos, fato esse que pode servir como explicação para as relações igualitárias macho-fêmea (HILL, 1962, ZINGESER, 1973, STRIER, 1990). Nessa sociedade, os machos são filopátricos, ou seja, permanecem em seus grupos natais enquanto as fêmeas migram antes de tornarem-se sexualmente ativas, entre cinco e seis anos de idade (ROSENBERGER & STRIER, 1989, STRIER, 1990, 1992, 1996).

O *B. hypoxanthus* pertence à família Atelidae, que é composta por cinco gêneros: *Alouatta*, *Ateles*, *Brachyteles* e *Lagothrix*, todas nativas do continente americano, ocorrendo do México até o norte da Argentina. Além de *Brachyteles*, *Lagothrix* (macacos-barrigudo) e *Ateles* (macacos-aranha) também são filopátricos e apresentam semelhanças no padrão de dispersão. No entanto, ocorrem diferenciações entre os gêneros na força das afiliações e no tipo de relações de dominância entre eles. Outros comportamentos, como abraços, sentar-se em contato ou cumprimentos, como toques, também podem fornecer pistas úteis sobre a qualidade dos relacionamentos, particularmente em espécies em que os mecanismos de contato social são incomuns ou ausentes. Dessa forma, avaliar as relações sociais de uma espécie com uma rede tão complexa como a dos muriquis-do-norte pode, portanto, fornecer informações úteis sobre as bases do comportamento e desenvolvimento social da espécie (STRIER, 1994).

Vínculos Sociais: Dinâmica e Fases Vitais

Nas espécies que ocorre a promiscuidade pelas fêmeas, como os gêneros *Ateles*, *Brachyteles*, *Pan* e *Macaca Papio*, os infantes são totalmente dependentes de suas mães para sobreviver (HARLOW et al., 1963). Estudos em *Papio cynocephalus* mostraram que as chances de contato entre mãe e infante variam de acordo com a atividade da mãe, sendo mais frequentes durante o descanso e menos frequentes durante alimentação (ALTMAN, 1980, JOHNSON, 1986, JOHNSON & SOUTHWICK, 1987).

O desenvolvimento social dos muriquis-do-norte abrange diversas fases vitais, desde a infância até a fase adulta, influenciando diretamente sua sobrevivência e sucesso reprodutivo. Durante a infância, os muriquis dependem inteiramente de suas mães para sobreviver, com associações limitadas, especialmente durante os períodos de alimentação (STRIER, 1993, 1996, ODALIA-RÍMOLI, 1998, GUEDES et al., 2008, TOLENTINO et al., 2008). A infância começa com o nascimento dos filhotes, quando o leite materno é a principal fonte de alimentação nos primeiros seis meses, seguido pela transição para uma dieta baseada em folhas (STRIER, 1991, ODALIA-RÍMOLI, 1998, STRIER et al., 2001).

Após os muriquis-do-norte completarem um ano de vida, há uma diminuição gradual do contato materno, e à medida que entram na juventude, os jovens começam a se alimentar de forma independente e a estabelecer associações com outros membros do grupo (STRIER, 1993, 1996, TOLENTINO et al., 2008). Um estudo envolvendo filhotes de chimpanzés (*Pan troglodytes spp.*) constatou que aqueles que têm irmãos interagem menos com suas mães e mais com outros indivíduos do grupo em comparação com filhotes que são filhos únicos. Esses resultados indicam que a presença de irmãos tem um impacto significativo na sociabilização (BRENT et al., 1997).

Durante a fase juvenil, os primatas exibem altas taxas de brincadeiras, importantes para adquirir conhecimentos específicos, como detectar predadores, cooperar, forragear e se envolver em relações sociais e de status (CLARK, 1978, DITTUS, 1979, BULMER & TAYLOR, 1980, MITANI et al., 2012). As associações

dos imaturos com os adultos aumentam conforme os filhos envelhecem, com contatos iniciados e finalizados pelos imaturos (ODALIA-RÍMOLI, 1998, GUIMARÃES & STRIER, 2001, KAIZER et al., 2011). Os jovens machos muriquis, valorizam suas associações com adultos devido à necessidade de formar fortes alianças no grupo (STRIER, 1980, 1992, 1997, MENDES, 1990, STRIER et al., 1993, STRIER et al., 2002), especialmente devido à filopatria, de onde vem a importância da tolerância dos adultos aos imaturos (STRIER et al., 1993, GUIMARÃES & STRIER, 2001, KAIZER et al., 2011,). Essas associações são caracterizadas por métricas como proximidade e frequência de interações, influenciadas por condições ecológicas e demográficas (STRIER et al., 1993, GUIMARÃES & STRIER, 2001, POSSAMAI et al., 2007).

A transição da juventude para a fase subadulta é um processo rápido e crucial para os muriquis, marcado pela maturação e intensificação da sociabilidade (ROSENBERGER & STRIER, 1989, STRIER, 1996). Durante essa fase, as interações entre machos desempenham um papel fundamental na formação de características reprodutivas e comportamentais que influenciam seu sucesso reprodutivo (KULIK et al., 2015). Os muriquis possuem maior proximidade de indivíduos do mesmo sexo, e é desconhecida qualquer outra espécie de primata em que os machos passem tanto tempo associados entre si. Os machos em *B. hypoxanthus* normalmente compartilham mais abraços poládicos do que as fêmeas, que normalmente se envolvem em abraços diádicos (STRIER, 1986, 1992). Além disso, os machos tendem a valorizar os seus associados com maior sucesso de acasalamento do que eles mesmos, além de compartilharem cópulas com suas díades mais valiosas (STRIER et al., 2002). Embora não haja competição entre si pelo acesso sexual às fêmeas, pode haver interações agonísticas entre machos de diferentes grupos de *B. hypoxanthus*, como intensas vocalizações e perseguições (STRIER, 1986, 1992).

Esses padrões de comportamento reprodutivo são influenciados por diferentes fatores sociais, podendo incluir cuidados maternos prolongados, que também desempenham um papel importante em outras espécies de primatas (CLARK, 1978 DITTUS, 1979), como nos bonobos (*Pan paniscus*) (FURUICHI, 1997, COSS & RAMAKRISHNAN, 2018). No entanto, em sociedades igualitárias,

como a dos muriquis-do-norte, o investimento materno na prole pode resultar em associações indiscriminadas entre mães e filhos adultos (TOLENTINO et al., 2008).

1.2. Análise de Redes Sociais: Compreendendo a Complexidade Social

Comportamentos sociais podem ser traduzidos analiticamente em redes sociais, onde indivíduos são interconectados por laços que podem ser estabelecidos a partir de diferentes tipos de interações, incluindo afiliação, agressão, cooperação e comunicação. A fim de investigar essas dinâmicas, métodos tradicionais, como a observação direta, têm sido empregados. No entanto, com o advento de programas de Análise de Redes Sociais (ARS), tornou-se possível estudar essas redes em grande escala e com maior complexidade (LUSSEAU, 2003). A ARS permite a identificação de padrões de interação social e a quantificação da estrutura das redes, bem como a investigação dos fatores que moldam essas estruturas (CROFT et al., 2008, WEY et al., 2008, BRENT et al., 2011, BRENT, 2015). Isso inclui conexões diretas e indiretas e, portanto, permite que os pesquisadores explorem ambos os tipos de interação.

Para compreender a estrutura e a dinâmica das redes sociais, diversas métricas são utilizadas. A densidade é a proporção de conexões presentes em uma rede em relação ao número total de conexões possíveis, indicando o nível de interconexão entre os membros (WASSERMAN & FAUST, 1994). A modularidade mede quão bem a rede é estruturada em comunidades ou módulos distintos, onde os nós dentro de um módulo estão mais densamente conectados entre si do que com nós em outros módulos, ajudando a entender a formação de agrupamentos sociais (NEWMAN, 2004).

A centralidade de grau considera o número de conexões de um nó com os demais nós da rede, indicando sua importância com base na quantidade de conexões (FREEMAN, 1978). A centralidade de autovetor leva em conta a conectividade de um nó e a dos seus vizinhos, indicando que um nó tem alta centralidade se estiver conectado a outros nós que também estão bem conectados (NEWMAN, 2010). A centralidade de intermediação avalia quantos nós são

conectados indiretamente pela presença de um nó específico na rede, representando "o número de vezes que um nó é um ponto intermediário ao longo do caminho mais curto entre outros dois nós na rede" (FREEMAN, 1977).

A aplicação dessas métricas pode oferecer informações profundas para o estudo do desenvolvimento social em primatas. A densidade permitirá avaliar o nível de interconexão dentro da rede social, revelando quão coesos são os grupos sociais e como isso pode influenciar o desenvolvimento das relações sociais dos indivíduos (WASSERMAN & FAUST, 1994). A modularidade ajudará a identificar se existem subgrupos ou comunidades dentro da rede, proporcionando uma compreensão sobre como diferentes grupos se formam e se relacionam, e como os indivíduos se posicionam dentro desses módulos (NEWMAN, 2004). As medidas de centralidade irão destacar quais indivíduos são mais influentes ou bem conectados na rede (FREEMAN, 1978, FREEMAN, 1977, NEWMAN, 2010). Com isso, é possível identificar líderes e mediadores sociais, compreender a dinâmica de formação de alianças e interações, e investigar como essas posições centrais impactam o desenvolvimento social nos primatas. Em conjunto, essas métricas e medidas de centralidade proporcionarão uma análise detalhada e multifacetada da estrutura social e das associações dos primatas, contribuindo significativamente para a compreensão dos fatores que influenciam seu desenvolvimento social.

A partir de estudos realizados em primatas jovens, evidencia-se que a rede social de um indivíduo pode ter um impacto significativo no seu desenvolvimento cognitivo, afetivo e social (BRENT et al., 2013). Nesse sentido, Fedurek e Lehmann (2017) destacaram a relevância da proximidade social entre jovens de babuínos (*Papio anubis*) e adultos, como um fator que pode influenciar no desenvolvimento de habilidades sociais, tais como a capacidade de reconhecer indivíduos e estabelecer alianças. Outro estudo, conduzido com macacos rhesus (*Macaca mulata*), apontou que a estrutura da rede social estabelecida precocemente pelos indivíduos estava relacionada com sua competência social posterior na vida, sugerindo que o desenvolvimento social precoce pode ter implicações de longo prazo (BRENT et al., 2013). Em conjunto, esses resultados reforçam a importância da rede social na vida dos primatas e evidenciam a necessidade de se considerar o contexto social na compreensão dos processos de desenvolvimento desses animais.

No entanto, ainda carecemos de uma teoria abrangente para explicar como diferentes redes e estruturas são geradas e mantidas, e por que a diversidade da rede varia dentro e entre as espécies (ILANY & AKÇAY, 2016). Esforços iniciais para construir tal teoria foram feitos por Ilany e Akçay (2016), que investigaram se o surgimento da estrutura de rede poderia ser explicado por um processo de herança intergeracional, onde a prole adquire conexões de rede de seus pais. Aproximadamente, isso pode ser explicado como consequência da permanência dos recém-nascidos perto de suas mães, o que os leva a interagir inicialmente, e principalmente, com os seus parceiros sociais (DEPUTTE, 2000).

As análises de redes sociais são cruciais para o manejo e conservação dos *B. hypoxanthus*, oferecendo uma compreensão detalhada da estrutura social e das interações dentro das populações. Essas análises permitem a identificação de líderes e mudanças na dinâmica social, possibilitando respostas adaptativas a eventos e riscos de endogamia, especialmente em populações pequenas. Além disso, facilitam a promoção da diversidade genética ao identificar padrões de interação que influenciam o fluxo gênico, auxiliando na reintrodução de indivíduos para fortalecer a viabilidade populacional. Ao integrar esses dados em estratégias educacionais e de conscientização, as iniciativas de conservação podem ser mais direcionadas, promovendo práticas sustentáveis e incentivando um envolvimento mais amplo com a conservação da espécie.

Um estudo conduzido por Brent (2015) em chimpanzés destaca como a perda de um membro influente pode desencadear mudanças na dinâmica social, como a formação de novas alianças e hierarquias. Tokuda et al. (2014) também aplicaram técnicas de ARS para descrever uma fissão de grupo em muriquis-do-norte na RPPN FMA, em Caratinga, Minas Gerais. Recentemente, Anise et al. (2023) expandiram essas análises, empregando a ARS em um estudo adicional envolvendo muriquis na mesma reserva. Ambos os estudos oferecem achados valiosos sobre a dinâmica social intra e intergrupo, especialmente em populações pequenas como a dos muriquis-do-norte, onde os riscos de endogamia são elevados. Ao ampliar essas análises e considerar uma variedade mais ampla de métricas de redes sociais, assim como fatores adicionais que influenciam a estrutura

e a dinâmica dos grupos de primatas, estudos futuros têm o potencial de aprimorar nosso entendimento da complexa organização social dos muriquis-do-norte.

Este estudo visa investigar o desenvolvimento social dos machos em uma população de *B. hypoxanthus*, analisando como suas associações e comportamentos influenciam sua integração na sociedade dos muriquis. Utilizando métricas de densidade, modularidade e centralidade, buscamos entender a estrutura social e as interações dentro dessa população. Compreender essas relações é crucial para desenvolver estratégias eficazes de conservação e manejo, dada a crescente ameaça à sobrevivência dos *B. hypoxanthus*. A avaliação das redes sociais dos muriquis-do-norte proporcionará informações valiosas sobre os fatores que moldam seu comportamento e desenvolvimento social, contribuindo para a preservação dessa espécie ameaçada (STRIER, 1994).

2.0. OBJETIVO

O objetivo geral desta dissertação consiste em investigar o desenvolvimento social de machos de uma população de *Brachyteles hypoxanthus*, por meio da análise de métricas comportamentais e de redes sociais de infantes, juvenis e subadultos/jovens adultos. No mais, espera-se contribuir para o avanço do conhecimento sobre o comportamento social e desenvolvimento ontogenético desses primatas, fornecendo subsídios para a conservação e manejo de populações em cativeiro e na natureza.

2.1. Objetivos específicos:

1. Descrever o nicho social de machos imaturos infantes, juvenis e subadultos/jovens adultos. Com esse intuito, busca-se a identificação das categorias de idade que compõem o convívio social dos machos. Com base na literatura existente, a hipótese atual é de que até o desmame, os infantes irão se associar preferencialmente com suas mães (ODALIA-RÍMOLI, 1998, TOLENTINO et al., 2008). Após esta fase, é esperado que ocorra uma preferência de associação com machos da mesma idade ou em faixas etárias distintas, especialmente com indivíduos mais velhos, condizente com o sistema filopátrico dos muriquis-do-norte (STRIER, 1990, 1993, 1997, STRIER et al., 2002). Nesse sentido, a análise das métricas de redes sociais pode fornecer informações sobre a estrutura social dos grupos.
2. Avaliar se a socialidade da mãe está correlacionada, ou influencia na socialidade dos filhos machos de muriquis-do-norte. A hipótese é de que os filhos não são influenciados pela socialidade de suas mães, uma vez que a sociedade desses primatas é caracterizada como igualitária, sendo influenciada principalmente por fatores ambientais e individuais, tais como idade e sexo (TOLENTINO et al., 2008, STRIER, 1990). Para testar essa hipótese, foram analisadas métricas de redes sociais e estatísticas, correlacionando e comparando a socialidade dos filhos com as de suas mães, a fim de determinar se há alguma correlação entre elas.

3.0. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho seguiu todas as diretrizes éticas necessárias. Todas as atividades de pesquisa foram conduzidas em estrita conformidade com os procedimentos estabelecidos pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Além disso, todas as regulamentações do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), administrado pelo Ministério do Meio Ambiente e pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), foram rigorosamente observadas.

3.1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural Feliciano Miguel Abdala (RPPN-FMA) (Figura 1), anteriormente conhecida como Estação Biológica de Caratinga (EBC). A reserva apresenta 957 ha de Mata Atlântica e está localizada no município de Caratinga-MG ($19^{\circ} 44' S$, $41^{\circ} 49' W$), Brasil (BOUBLI et al. 2011).

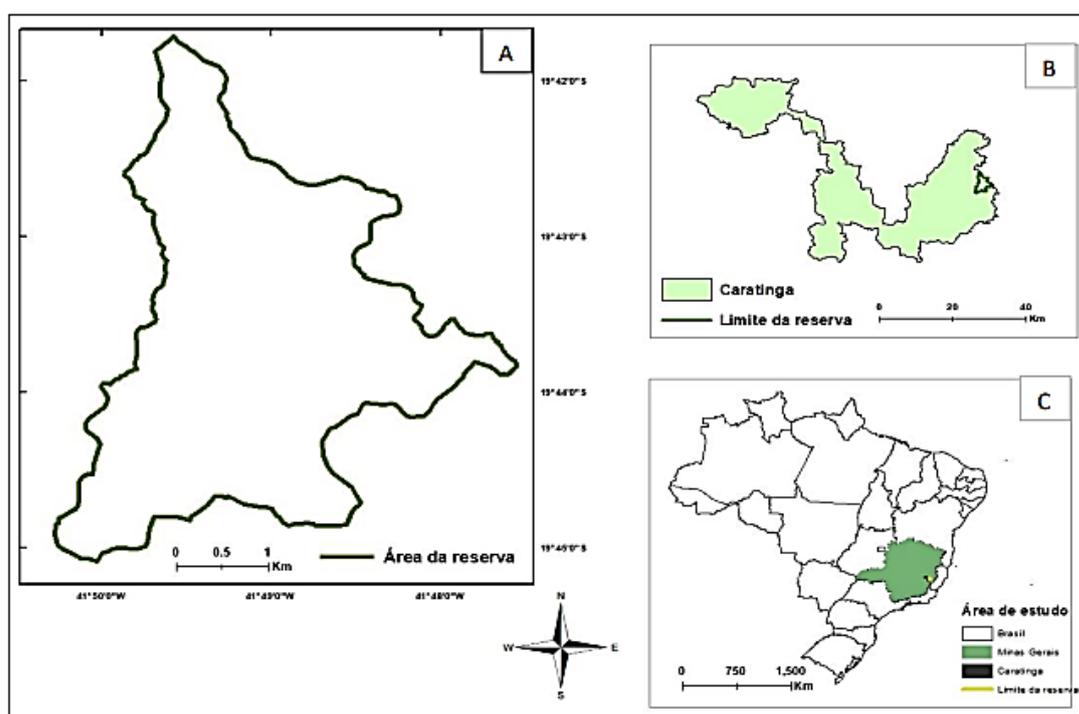


Figura 1. Localização da Reserva Particular do Patrimônio Natural - Feliciano Miguel Abdala (RPPN-FMA), com destaque para os limites da reserva (A), a localização no município de Caratinga-MG (B) no Brasil (C). Fonte: IBGE, 2015., LIMA et al., 2019.

A Mata Atlântica da área de estudo é descrita como uma combinação de floresta primária e secundária, em diferentes estágios iniciais de regeneração (STRIER, 1991, LEMOS DE SÁ & STRIER, 1992, BOUBLI et al., 2011), cercada por pastagens e plantações (STRIER et al., 2006). O relevo é considerado íngreme e varia de 380 a 680 metros de altitude e a floresta possui uma diversidade de habitats variando conforme o gradiente altitudinal, com árvores alcançando até 35 metros de altura (HATTON et al., 1983, BOUBLI et al., 2011).

O ciclo sazonal da região abrange o período chuvoso, estendendo de novembro a abril, caracterizado por representar aproximadamente 80% da precipitação anual, e o período seco, de maio a outubro, marcado pela desfolha parcial da vegetação (STRIER et al., 2001, STRIER & BOUBLI, 2006).

3.2. Coleta de dados

A coleta sistemática de dados para esta análise ocorreu durante um ano, entre agosto de 2019 e julho de 2020, com observações diárias. As atividades de observação começavam às 7:00 da manhã e encerravam às 18:00 horas. Durante esse período, houve variações na estrutura da população de muriquis, incluindo nascimentos e mortes. As idades e as genealogias maternas de todos os membros dos grupos foram documentadas desde a formação dos grupos e o início das observações sistematizadas, que ocorreram respectivamente em Jaó (2002), Nadir e M2 (2003), como parte da pesquisa de longo prazo do Projeto Muriqui de Caratinga (STRIER, 2021).

3.3. Dados demográficos dos muriquis-do-norte

Em contraste com a maioria das pesquisas anteriores que abordaram a espécie *B. hypoxanthus* na RPPN-FMA, conduzidas por um único grupo de estudo, o Matão, esta pesquisa se destina a investigar os primatas *B. hypoxanthus* pertencentes a três grupos distintos (Jaó, Nadir e M2). Esses grupos são objeto de

poucos estudos devido à sua natureza arisca e à ocupação de áreas mais remotas dentro da RPPN. Todos os membros desses grupos são habituados e individualmente identificados com base em suas características naturais, como coloração da pelagem e padrões de despigmentação facial e genital (Figura 2). A sexagem dos muriquis-do-norte pode ser determinada dentro de uma a algumas semanas após o nascimento, observando-se a forma e o posicionamento do órgão genital (STRIER et al., 2017). As despigmentações desses primatas começam a se manifestar quando ainda são jovens, entre três e quatro anos de idade, e adquirem padrões específicos na fase adulta.



Figura 2. Muriquis-do-norte adultos apresentando diferentes colorações e despigmentações corporais. **Foto:** Marilha Mardegan Assunção - Projeto Muriqui de Caratinga.

Para o monitoramento da demografia ao longo prazo, todos os muriquis registrados a cada dia foram identificados na chamada do seu respectivo grupo e as informações sobre nascimentos, desaparecimentos e migrações foram descritas. A condição de saúde dos indivíduos também foi registrada, como possíveis ferimentos ou marcas. Cada muriqui possui um nome e uma sigla própria que o identifica, assim é evitada qualquer repetição ou confusão com as siglas dos animais que já morreram (STRIER, 2018).

A classificação dos muriquis baseou-se em estágios específicos de desenvolvimento, conforme previamente estabelecido por Guedes et al. (2008), Strier e Mendes (2012), Strier et al. (2017), Strier (2018) e Anise et al. (2023) (Tabela 1). No total, 152 indivíduos de muriquis participaram do estudo (Tabela 1), distribuídos entre infantes, juvenis, subadultos/jovens adultos (SA/JA) e adultos, machos e fêmeas, conforme demonstrado nas Tabelas 2 e 3. Este teve enfoque em 16 machos infantes, 4 juvenis e 4 subadultos/jovens adultos, representando diferentes estágios de dependência e independência materna, além de variações no status reprodutivo.

Dentre os 12 machos categorizados como SA/JA neste estudo (Tabela 2), apenas quatro indivíduos foram incluídos como focais nas análises. Os demais oito indivíduos foram excluídos devido à ausência de suas mães vivas.

Tabela 1. Total de indivíduos amostrados de *Brachyteles hypoxanthus* nos grupos Jaó, M2. e Nadir.

GRUPOS	INDIVÍDUOS
JAÓ	53
NADIR	50
M2	49
TOTAL	152

Tabela 2. Distribuição dos machos em grupos distintos (Jaó, Nadir e M2) conforme estratificação por faixa etária.

MACHOS	FAIXA ETÁRIA				
	0 a 3	4 e 5	6 a 9	>9	
GRUPOS	Infantes	Juvenis	SA/JA	Adultos	Total
JAÓ	3	0	4	15	22
NADIR	8	1	3	10	22
M2	5	3	5	9	22
TOTAL	16	4	12	34	66

Tabela 3. Distribuição das fêmeas em grupos distintos (Jaó, Nadir e M2) conforme estratificação por faixa etária.

FÊMEAS		FAIXA ETÁRIA			
GRUPOS	0 a 3	4 e 5	6 a 9	>9	
	Infantes	Juvenis	SA/JA	Adultos	Total
JAÓ	5	1	12	13	31
NADIR	8	1	3	16	28
M2	6	4	3	14	27
TOTAL	19	6	18	43	86

Importante destacar que durante as análises, um desafio foi enfrentado relacionado ao tamanho reduzido da amostra em determinadas faixas etárias. Em virtude dessa limitação, optou-se por unir as faixas etárias de 5 a 7 e de 7 a 9 anos em uma categoria unificada, denominada Subadultos/Jovens Adultos, que neste estudo serão referidos como SA/JA, visando simplificar a nomenclatura. Essa decisão se fundamenta na necessidade de viabilizar uma análise robusta, visto que, ao dividir essas faixas de idade em categorias distintas, o número de amostras seria insuficiente para uma análise estatisticamente significativa. A ênfase principal recaía na comparação entre subadultos e indivíduos que haviam entrado recentemente na categoria adulta, o que demandava uma abordagem mais sólida e representativa. Embora tenham sido conduzidos cálculos preliminares com as categorias separadas, percebeu-se que o tamanho reduzido da amostra poderia induzir interpretações equivocadas, ao tentar analisar subadultos e adultos jovens separadamente. Portanto, a fusão dessas categorias de idade se apresentou como uma solução metodológica para garantir uma análise mais confiável e precisa diante das limitações inerentes à disponibilidade de dados amostrais.

3.4. Dados comportamentais

O método utilizado para as observações foi a varredura instantânea, adotando o protocolo estabelecido por Strier (2018) para registros comportamentais, ecológicos e populacionais. É importante ressaltar que todas as

coletas de dados foram realizadas de maneira não invasiva, seguindo os procedimentos descritos em Lima et al. (2019).

O *Scan Sample*, ou varredura instantânea (ALTMANN, 1974), consiste em observar e registrar o maior número possível de indivíduos em intervalos de 30 minutos. Durante esses intervalos, são dedicados 5 minutos para realizar a varredura, registrando a atividade de cada indivíduo e seus vizinhos mais próximos dentro de um raio de até 5 metros. Cada varredura segue a metodologia padrão utilizada no projeto de longo prazo, que inclui a identificação do animal (sigla).

3.5. Análise de dados

Um total de 8425 varreduras instantâneas foram realizadas, dos quais 868 foram dedicados aos machos infantes, 222 aos machos juvenis e 230 aos machos SA/JA. O restante das varreduras foi direcionado para fêmeas de diversas faixas etárias, machos adultos e machos SA/JA que não estavam mais com suas mães vivas, os quais não foram incluídos nas análises como indivíduos focais.

- ❖ Para cada indivíduo macho infante, juvenis, SA/JA e suas respectivas mães foram calculadas 2 métricas de associação:

3.4.1. Índice de associação

Com o intuito de avaliar as preferências de associação de faixas etárias dos infantes, juvenis e SA/JA machos de muriquis-do-norte com indivíduos de diferentes categorias de idade, bem como com suas mães, foi conduzida uma análise de proporção de associação por faixa etária. Para essa análise, foram adotadas categorias de parceiros demograficamente definidos, e parentesco materno em relação ao sujeito em estudo.

Utilizou-se os dados de proximidade obtidos das varreduras instantâneas, que registraram os avistamentos de muriquis a uma distância de 5 metros do sujeito em estudo. Para garantir que os dados refletissem adequadamente a

representatividade de cada categoria de idade nos grupos sociais, ajustou-se a proporção de varreduras de cada categoria dividindo o número de indivíduos em cada classe pelo tamanho total do grupo social. Em seguida, a frequência de varreduras de cada muriqui foi multiplicada por essa proporção. Com base nessas frequências ajustadas, o índice de associação (IA) de Pearson foi calculado. Um IA igual a 1 indica interação aleatória entre as categorias, enquanto valores menores que 1 indicam evitação e valores maiores que 1 indicam atração. Esse índice forneceu uma medida quantitativa da intensidade e direção das associações entre os infantes, juvenis e SA/JA, contribuindo para uma melhor compreensão da dinâmica social dentro dos grupos.

Os testes estatísticos de Kruskal-Wallis (KRUSKAL & WALLIS, 1952) e Dunn (DUNN, 1964), foram empregados para investigar possíveis disparidades significativas entre as faixas etárias distintas (infantes, juvenis e SA/JA), de acordo com as possíveis variações das diferentes categorias de idade e suas mães. O propósito principal desses testes foi determinar se havia variações estatisticamente significativas nas métricas analisadas entre os grupos demográficos especificados. O nível de significância adotado foi de 0,05, comumente utilizado para avaliar a probabilidade de rejeição da hipótese nula quando esta é verdadeira.

Foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis com um nível de significância de 0,05 para analisar as diferenças entre os grupos. Quando o teste de Kruskal-Wallis indicou diferenças estatisticamente significativas, o teste de Dunn foi aplicado como uma análise post hoc para identificar quais grupos apresentavam diferenças significativas entre si.

Ao considerar as comparações em pares realizadas pelo teste de Dunn, identificou-se ou não diferenças significativas entre os grupos em determinadas métricas, contribuindo para uma análise mais detalhada das relações entre as variáveis em diferentes estágios de desenvolvimento. Em essência, esses testes estatísticos proporcionaram uma avaliação robusta das disparidades observadas nas interações sociais entre os grupos etários em estudo, enriquecendo a compreensão dos padrões comportamentais e sociais subjacentes aos diferentes estágios de vida dos muriquis-do-norte.

Os cálculos das métricas de socialidade dos grupos foram realizados por meio do software UCINET (v. 6.0). As análises proporcionaram a obtenção de duas métricas de redes sociais: densidade, a fim de avaliar o volume de associações total, e a modularidade, para verificar se haveria a formação de subgrupos (Tabela 4). Para a visualização dos desenhos de rede correspondentes, utilizou-se o programa NetDraw, parte do conjunto de ferramentas do UCINET (v. 6.0).

3.4.2. Correlação das métricas de rede social de filhos e suas mães

Os cálculos das métricas de socialidade individual e por grupo, foram realizados por meio do software UCINET (v. 6.0). As análises proporcionaram a obtenção de três métricas de centralidade fundamentais na compreensão das interações sociais: centralidade de grau, centralidade de autovetor e a centralidade de intermediação (Tabela 4).

A centralidade de grau é uma métrica que nos permite entender quantas conexões diretas um macho de determinada faixa etária (infante, juvenil ou SA/JA) possui na rede social. Isso nos ajuda a identificar quais indivíduos têm um maior número de interações sociais com outros membros do grupo. Dessa forma, podemos determinar quais faixas etárias têm uma participação mais ativa na rede social do grupo.

Já a centralidade de autovetor vai além do simples número de conexões diretas, levando em consideração a importância relativa dessas conexões na rede. Isso nos ajuda a identificar machos que não apenas interagem com muitos membros do grupo, mas também com membros importantes ou influentes da rede social. Mesmo que esses machos não tenham o maior número de conexões diretas, podem desempenhar um papel central e influente na rede.

A centralidade de intermediação avalia o quanto um macho atua como um intermediário ou ponte entre outros membros da rede. Isso pode incluir facilitar ou mediar as interações entre as diferentes faixas etárias. Identificar machos com alta

centralidade de intermediação pode fornecer informações sobre sua importância na coesão social e na comunicação dentro do grupo.

As ferramentas utilizadas são comuns em estudos de análise de redes sociais e oferecem informações cruciais para compreender a complexidade das interações sociais dentro de uma espécie como a dos muriquis-do-norte (SCOTT, 2000, BORGATTI et al., 2013). Ao aplicar testes estatísticos para comparar as medidas de centralidade entre as faixas etárias, podemos identificar padrões significativos que nos ajudam a entender melhor o papel dos machos na estrutura social dos muriquis-do-norte.

Para avaliar a associação entre variáveis ordinais ou contínuas não paramétricas, utilizamos o teste de correlação de Spearman. Esse método é útil quando os dados não atendem às suposições de normalidade, comum em estudos biológicos e comportamentais. A correlação de Spearman (ρ) mede a força e direção da associação monotônica entre duas variáveis, baseada nos postos das observações. É apropriada para dados que não seguem uma distribuição normal ou apresentam relações não lineares.

A fórmula para calcular ρ é:

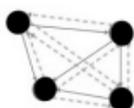
$$r_s = 1 - \frac{6(\sum d^2)}{n(n^2 - 1)}$$

O coeficiente varia de -1 (correlação perfeita negativa) a 1 (correlação perfeita positiva), com 0 indicando ausência de correlação (ZAR, 1999).

Tabela 4. Métricas de Rede na Análise Social: Esta tabela expõe métricas essenciais para a análise de redes sociais, abordando medidas como Centralidade de Grau, Autovetor, Intermediação, Densidade e Modularidade. Tais métricas oferecem uma compreensão detalhada da estrutura, importância e coesão das conexões presentes em redes sociais, fundamentais para a compreensão dos padrões e dinâmicas sociais.

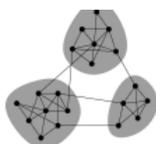
Métricas de Rede – Centralidade

DENSIDADE



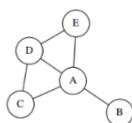
Na análise de redes sociais, a densidade é definida como a proporção de conexões presentes em uma rede em relação ao número total de conexões possíveis entre os nós. Matematicamente, é calculada dividindo o número real de conexões existentes pelo número máximo de conexões possíveis. Quanto mais próximo de 1 for esse valor, maior será a densidade da rede, indicando um maior nível de interconexão entre os membros da rede. Esta medida oferece insights sobre a coesão e a eficácia das interações dentro de uma rede social (WASSERMAN & FAUST (1994).

MODULARIDADE



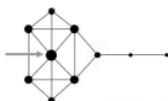
Se refere à medida de quão bem a rede é estruturada em comunidades ou módulos distintos, onde os nós dentro de um mesmo módulo estão mais densamente conectados entre si do que com nós em outros módulos. Isso é essencial para entender como os agrupamentos e a estrutura das relações sociais se formam e como diferentes grupos se inter-relacionam dentro de uma rede social (NEWMAN, 2004).

GRAU OU DEGREE



A centralidade de grau considera o número de conexões de um nó (vértice) com os demais nós da rede. É uma medida simples e direta que indica a importância de um nó com base na quantidade de conexões que ele possui. Segundo Freeman (1978), a centralidade de grau é "a simples contagem do número de laços (arestas) que um nó tem com outros nós".

AUTOVETOR OU EIGENVECTOR



A centralidade de autovetor leva em conta a conectividade de um nó em si, mas também a conectividade dos seus vizinhos. De acordo com Newman (2010), um nó tem alta centralidade de autovetor se estiver conectado a outros nós que, por sua vez, também estão conectados a muitos outros nós. Possui relação com a "popularidade".

INTERMEDIÇÃO OU BETWEENNESS



A centralidade de intermediação avalia as relações indiretas de um nó. Ou seja, quantos nós são conectados indiretamente pela presença de um nó X na rede ("amigos dos meus amigos"). De acordo com Freeman (1977), a centralidade de intermediação é definida como "o número de vezes que um nó é um ponto intermediário ao longo do caminho mais curto entre outros dois nós na rede". Em outras palavras, um nó com alta centralidade de intermediação é aquele que se encontra em muitos caminhos mais curtos entre outros nós, desempenhando um papel importante na comunicação e transferência de recursos na rede.

4.0. RESULTADOS

4.1. Preferências de Associação

Os resultados representam a preferência de associação de infantes (n=16), juvenis (N=4) e SA/JA (N=4) de muriquis-do-norte com suas mães (Figura 3). Apenas os indivíduos com as mães vivas foram incluídos nas análises. O índice de associação com a mãe apresentou diferenças significativas entre as distintas faixas etárias ($K = 25,1$; $DF = 2$, $p < 0,0001$). Tanto infantes quanto juvenis exibiram associações com a mãe em proporções superiores às expectativas aleatórias. Os testes post-hoc indicaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos infante, juvenil e SA/JA. Foi observado que os filhos classificados como Infantes ($\Sigma = 391$, $\bar{x} = 24,4$) exibiram uma associação significativamente maior com as mães em comparação com os grupos Juvenil ($\Sigma = 39,5$; $\bar{x} = 9,9$) e SA/JA ($\Sigma = 97,5$; $\bar{x} = 8,1$). Entretanto, não foram identificadas diferenças significativas na associação com as mães entre os grupos juvenil e SA/JA. O Índice de Associação dos juvenis foi particularmente influenciado pelo elevado IA de um Jovem do Grupo Nadir (IRD-N) (11,03), enquanto os outros jovens apresentaram índices abaixo de 1.

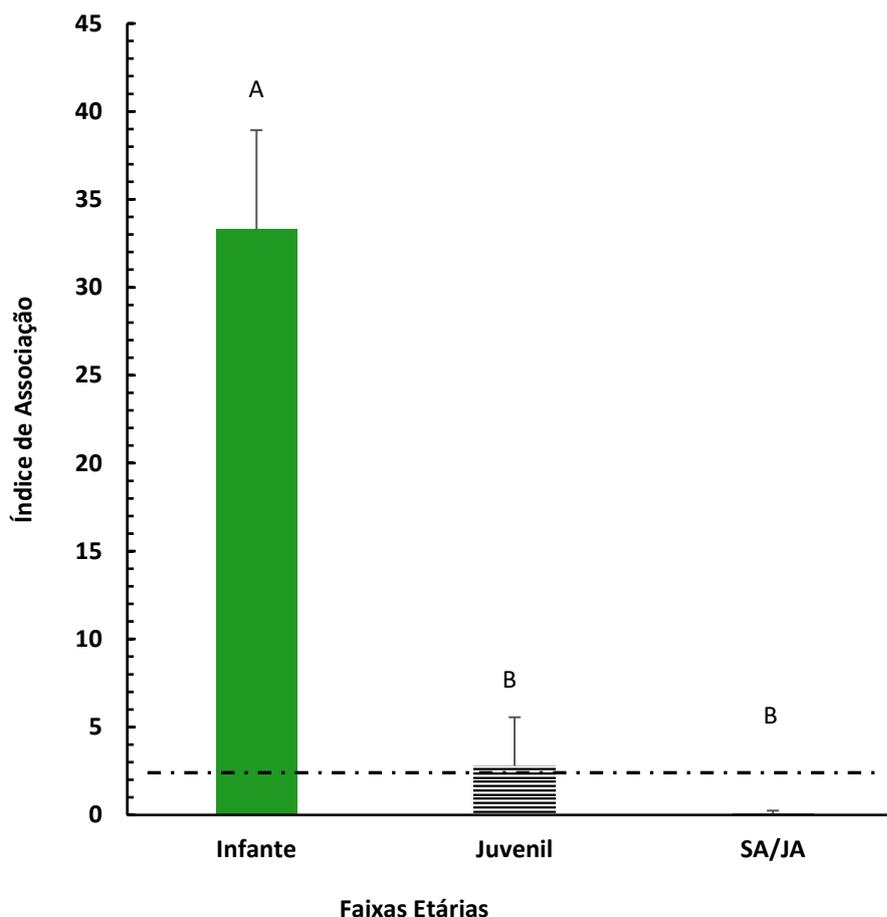


Figura 3. Associação dos machos nas determinadas faixas etárias, infantes, juvenis e SA/JA, da espécie *B. Hypoxanthus* com as respectivas mães. As letras indicadas no gráfico (A e B) representam a diferença estatística entre as faixas etárias. Valores acima da linha representam associação superior ao esperado e valores abaixo da linha representam evitação e associação abaixo do esperado aleatoriamente.

Os resultados das interações ecológicas, excluindo a presença da mãe, revelaram diferenças notáveis na associação desses grupos (Figura 4). Os Infantes (N= 16) demonstraram índices inferiores aos valores aleatórios esperados com todas as categorias (Z (\bar{x} = 11,6). Em contraste, os Juvenis (N= 4) apresentaram uma média mais alta, (Z (\bar{x} = 21,3), denotando uma associação mais acentuada nesse estágio de vida, associando-se preferencialmente com fêmeas adultas e especialmente com machos SA/JA. Por outro lado, os SA/JA (N= 4) (Z (\bar{x} = 19,2), revelaram-se associando preferencialmente com machos adultos, machos juvenis, bem como outros machos da mesma faixa de idade.

Os índices de associação entre machos em diferentes estágios de vida (Figura 4) apresentaram diferenças estatísticas em diversas faixas etárias. Para as fêmeas adultas ($K=17,5$; $df=2$; $p=0,00$), tanto o grupo Juvenil (A) quanto SA/JA (A) mostraram-se similares, mas diferiram do grupo Infante (B). Já para as fêmeas SA/JA ($K=8,15$; $df=2$; $p=0,02$), os grupos Juvenil (A) e SA/JA (A) também não diferiram entre si, mas ambos se distinguiram do grupo Infante (B). Nos machos adultos ($K=24,5$; $df=2$; $p<0,0001$) e machos SA/JA ($K=12,7$; $df=2$; $p=0,00$), as análises destacaram similaridades entre SA/JA (A) e juvenil (A), mas ambos diferiram do grupo Infante (B). Em relação aos machos juvenis ($K=8,7$; $df=2$; $p=0,01$), SA/JA (A) e juvenil (A) apresentaram similaridades, mas divergiram do grupo Infante (B). Por outro lado, não foram identificadas diferenças significativas entre machos de diferentes idades em suas associações com fêmeas Juvenis ($K=1,9$; $df=2$; $p=0,3$), fêmeas Infantes ($K=5,2$; $df=2$; $p=0,07$) e machos Infantes ($K=2,8$; $df=2$; $p=0,2$).

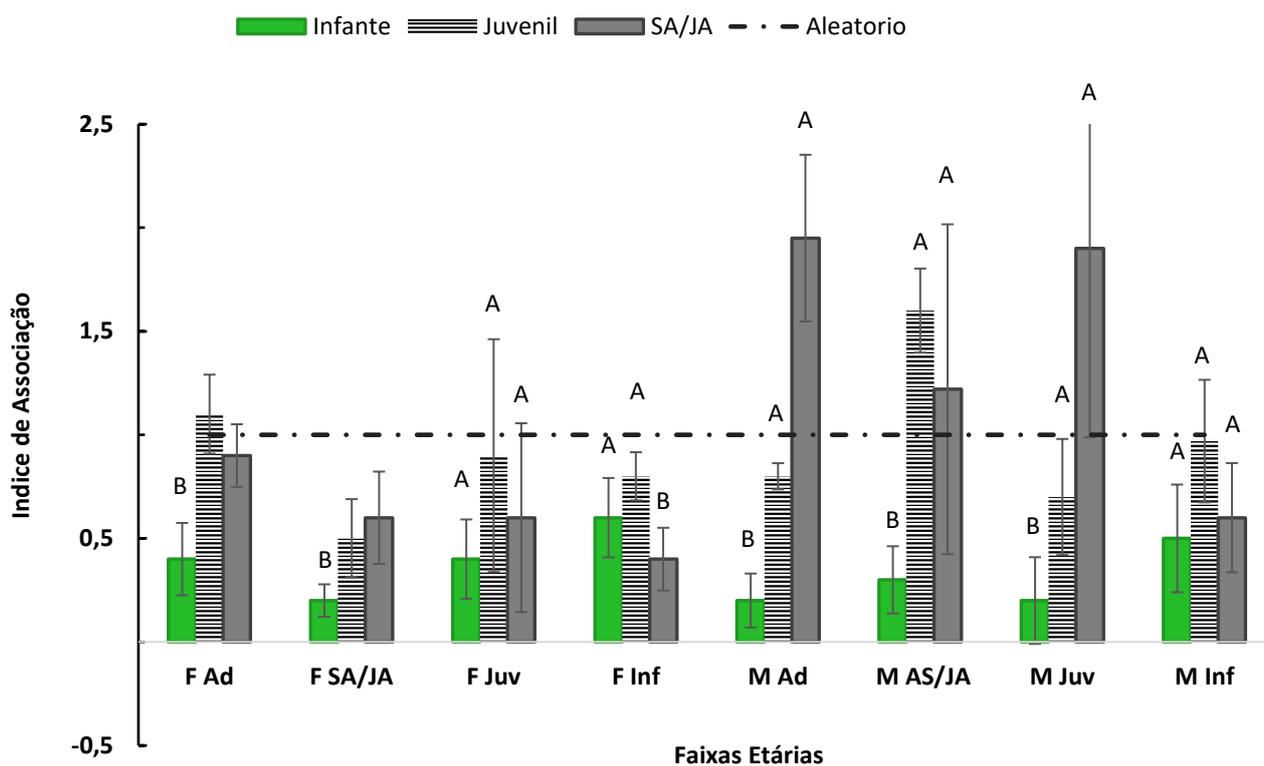


Figura 4. Índices de associação de machos Infantes, Juvenis e SA/JA de muriquis-do-norte com indivíduos das diferentes categorias de idade, excluindo a mãe. A linha pontilhada representa o índice de associação esperado aleatoriamente. Valores acima da linha representam associação superior ao esperado, ou preferência por essa categoria, e valores abaixo da linha representam evitação e associação abaixo do esperado aleatoriamente. As letras indicadas no gráfico (A e B) representam a diferença entre as categorias. **Legenda:** F Ad: Fêmea Adulta, F SA/JA: Fêmea Subadulta/Jovem Adulta, F Juv: Fêmea Juvenil, F Inf: Fêmea Infante, M Ad: Macho Adulto, M SA/JA: Macho Subadulto/Jovem Adulto, M Juv: Macho Juvenil, M Inf: Macho Infante.

4.2. Análise de Redes Sociais

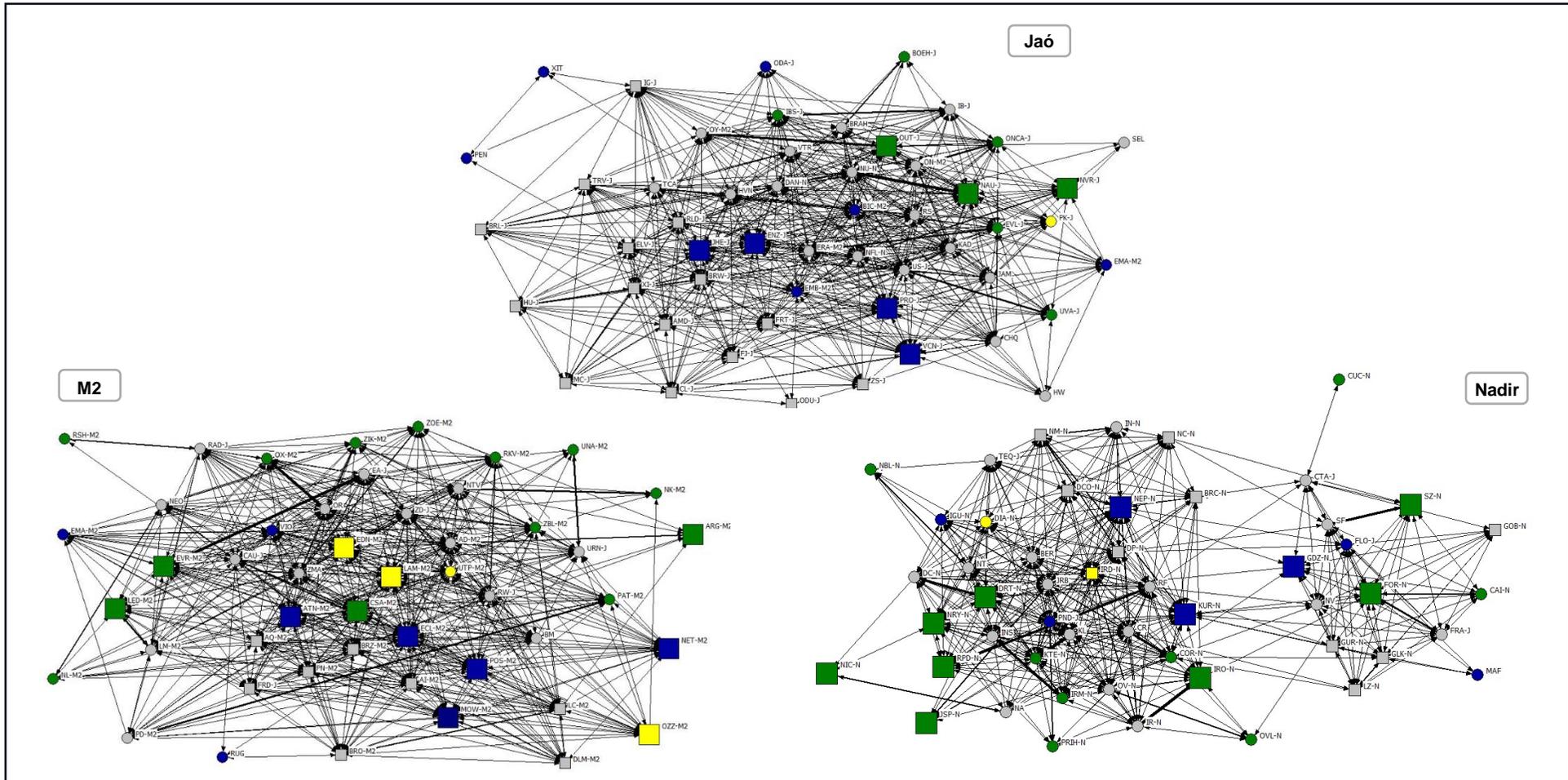


Figura 5. Representação visual das redes sociais dos grupos de muriquis-do-norte (Jaó, Nadir e M2), elaborada utilizando UCINET (v. 6.0) e visualizada no NETDRAW (BORGATT et al., 2018). Círculos indicam fêmeas, quadrados representam machos. Cores identificam faixas etárias: verde para infantes, amarelo para jovens, azul para SA/JA e cinza para adultos. Ênfase nos machos, foco deste estudo, exibidos em tamanhos maiores.

Ao realizar uma inspeção visual dos gráficos de rede social (Figura 5) com todos os indivíduos dos grupos, percebe-se que a estrutura da rede apresenta variações. Esta observação preliminar sugere que diferentes métricas podem revelar nuances específicas da interconexão entre os indivíduos nos grupos Jaó, M2 e Nadir.

A análise das medidas de densidade e modularidade dos grupos revelou informações significativas sobre a estrutura das redes sociais estudadas. A modularidade, uma medida que indica a tendência de formação de comunidades distintas dentro da rede, demonstrou valores mais elevados no grupo Nadir (2.4), seguido pelo grupo M2 (1.9) e, por fim, pelo grupo Jaó (1.2).

Por outro lado, a densidade da rede, indicando o grau de interconexão entre os membros de cada grupo, revelou que o grupo M2 possui a maior densidade (1.3), seguido pelo grupo Nadir (1.0) e, por último, pelo grupo Jaó (0.8).

4.3. Medidas de Centralidade de Correlação

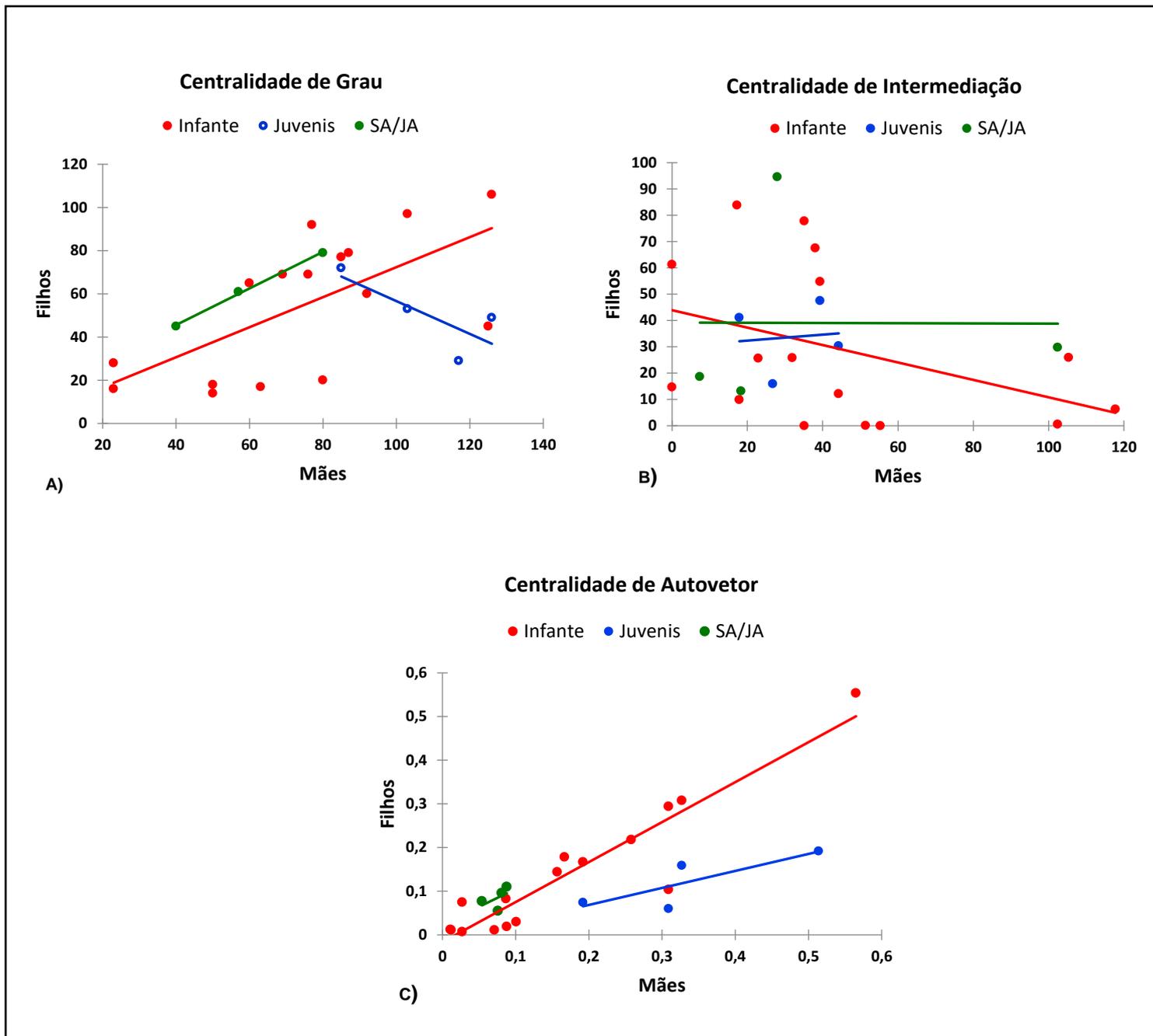


Figura 6. Representação gráfica da centralidade de correlação entre mães e seus filhos machos em diferentes estágios de desenvolvimento. A, B e C correspondem às métricas de Centralidade de Grau, Intermediação e Autovetor, respectivamente. As cores atribuídas (vermelho para infantes, azul para juvenis e verde para SA/JA) denotam as faixas etárias dos filhos.

4.3.1. Correlação de Grau

A análise das diferentes faixas etárias dos muriquis-do-norte revela variações marcantes nos padrões de correlação entre os graus de centralidade nas redes sociais dos filhos e de suas mães (Figura 6, A). Para os infantes (N=16), foi identificada uma correlação positiva ($r=0,69$; $p=0,001$; $r^2=0,50$), entre o grau dos filhotes e o das mães. Isso sugere uma associação substancial entre níveis de centralidade dos infantes e de suas progenitoras.

No caso dos juvenis (N=4), uma correlação negativa ($r=-0,80$; $p=0,33$; $r^2=0,64$) foi observada entre o grau dos filhotes e o das mães. Já para os SA/JA (N=4), foi identificada uma correlação positiva ($r=1,0$; $p=0,33$; $r^2=1$) entre o grau dos filhotes e o das mães. No entanto, esse resultado não é estatisticamente significativo.

4.3.2. Correlação de Intermediação

Analisando os dados de intermediação entre os filhos e suas respectivas mães (Figura 6, B), os resultados revelam que os valores para o grupo de infantes (N=16) mostram uma correlação negativa moderada, mas não significativa ($r=-0,43$; $p=0,10$; $r^2=0,20$). No grupo dos juvenis (N=4), a intermediação entre filhos e mães é inexistente e não significativa ($r=0,0$; $p=1$; $r^2=0$). Não há uma relação clara ou forte entre eles. Para os SA/JA (N=4), os valores de intermediação entre filhos e mães mostra uma correlação positiva moderada, mas não significativa ($r=0,6$; $p=0,4$; $r^2=0,36$). Em resumo, os dados apontam que, em todas as faixas etárias - infantes, juvenis e SA/JA - a intermediação entre filhos e mães não demonstra uma correlação significativa.

4.3.3. Correlação de Autovetor

No grupo de infantes (N=16), foi observada uma correlação forte ($r=0,89$; $p<0,0001$; $r^2=0,80$) entre a centralidade de Autovetor dos filhos e mães (Figura 6, C). Isso sugere uma forte associação, indicando que a posição central dos filhos na

rede social está fortemente relacionada à posição central das mães. Para os juvenis (N=14), foi identificada uma correlação forte ($r=0,80$; $p=0,33$; $r^2=0,64$) entre a centralidade dos filhos e mães. Isso indica uma associação positiva, sugerindo que a importância social dos filhos está correlacionada com a das mães nesse estágio de desenvolvimento. No entanto, essa relação não é estatisticamente significativa, indicando que a associação pode não ser robusta. No grupo de SA/JA (N=4), a correlação forte ($r=0,8$; $p=0,3$; $r^2=0,64$) entre a centralidade de Autovetor dos filhos e mães, mas não estatisticamente significativa. Os dados indicam que a centralidade de autovetor mostra uma correlação significativa apenas para os infantes, enquanto para juvenis e SA/JA, a relação não é estatisticamente significativa.

4.4. Análises Comparativas de Centralidade

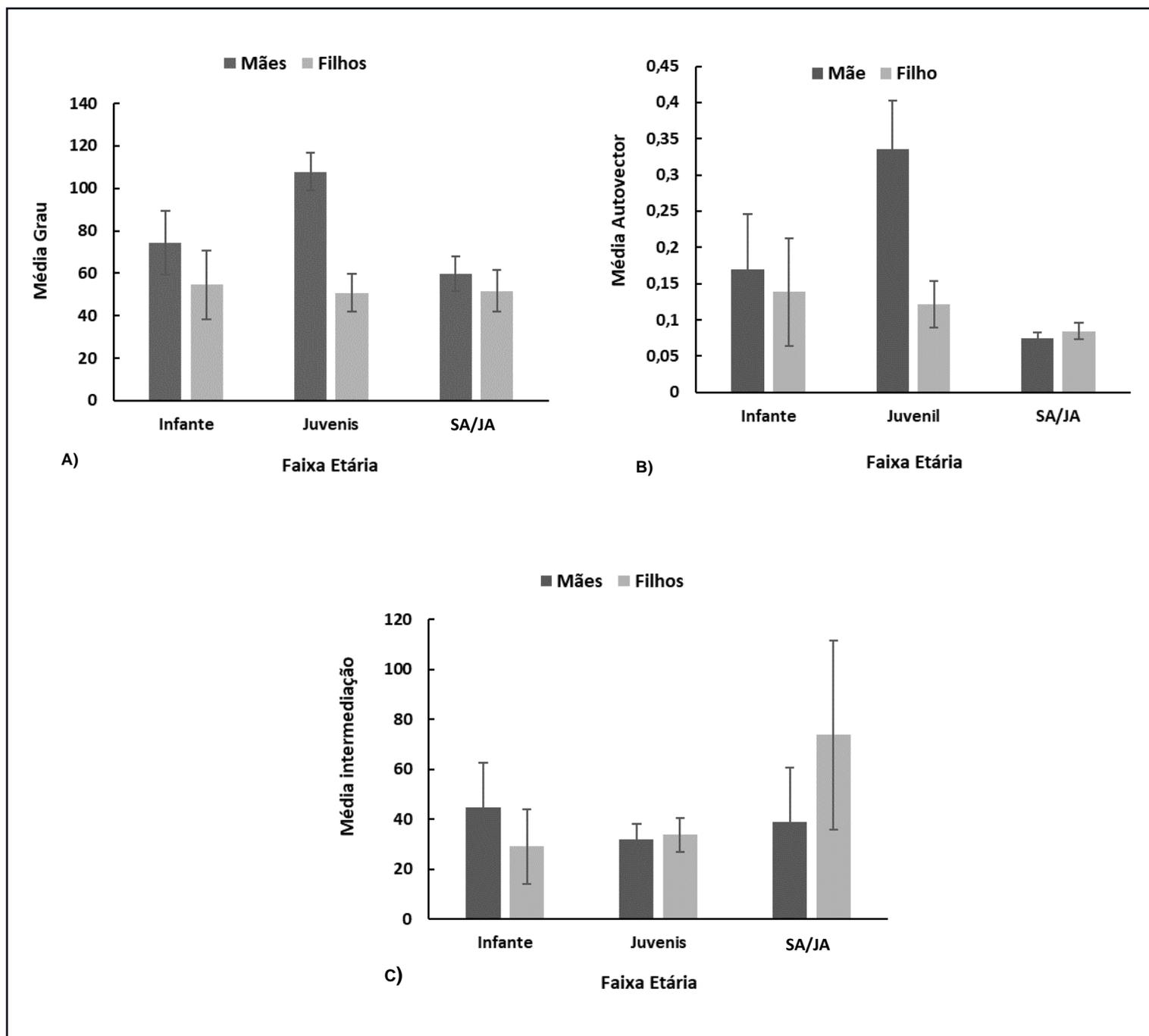


Figura 7. Métricas de centralidade dos filhos machos de *B. hypoxanthus*, agrupados por diferentes faixas etárias, em relação às respectivas mães. A letra A representa a centralidade de grau, B indica a centralidade de autovector e C corresponde à centralidade de intermediação.

4.4.1. Centralidade de Grau

O teste de Wilcoxon indicou diferenças estatisticamente significativas entre mães e filhos na fase infante (N=16; $p = 0,01$) (Figura 7, A), evidenciando centralidades menores nos filhos ($\bar{x} = 54,50$), do que as mães ($\bar{x} = 74,31$). Isso sugere uma influência materna mais marcante nesse estágio inicial. Porém, nas fases juvenil (N=4; $p = 0,13$) e SA/JA (N=4; $p = 0,50$), não houve diferenças estatisticamente significativas, indicando uma possível equalização ou mudança nas interações sociais diretas entre mães e filhos ao longo do tempo.

Analisando os dados qualitativos de juvenis e SA/JA, observamos que as métricas de centralidade dos filhos (Juvenis: 50,75; SA/JA: 51,70) permaneceram consideravelmente menores em relação às mães (Juvenis: 107,75; SA/JA: 59,75). Embora os testes estatísticos não tenham evidenciado significância, os resultados qualitativos sugerem uma tendência similar à observada na fase infante, possivelmente indicando uma influência materna também em estágios posteriores de desenvolvimento. A ausência de diferenças estatisticamente significativas em fases subsequentes ressalta a complexidade da transmissão das interações sociais maternas ao longo do desenvolvimento.

4.4.2. Centralidade de Intermediação

Os níveis de intermediação entre mães e filhos mostraram nuances interessantes que se alinham com a progressão do desenvolvimento (Figura 7, B). Inicialmente, no estágio de infância (N=16), os filhos apresentaram níveis menores de intermediação (29,14) em comparação com suas mães (44,70). Essa distinção sugere uma possível influência materna na formação inicial dos padrões de interação social dos filhos.

Avançando para o estágio subsequente de juvenis (N=4), embora os valores médios de intermediação tenham se aproximado entre mães (32,10) e filhos (33,73), não houve uma diferença estatisticamente significativa, conforme indicado pelos testes de Wilcoxon ($p = 0,88$). Esse resultado sugere uma tendência à equiparação

dos padrões de interação social nessa fase do desenvolvimento, embora a influência materna não tenha sido estatisticamente evidente.

Ao atingirem o estágio de SA/JA (N=4), os filhos demonstraram níveis mais elevados de intermediação (73,80) em comparação com suas mães (39,04). No entanto, o teste estatístico (Wilcoxon) não detectou diferenças significativas ($p = 0,88$ e $p = 0,63$, respectivamente) entre as distribuições de intermediação. Esse resultado, embora sugira uma possível influência materna ao longo do tempo, não foi estatisticamente apoiado.

Embora haja indícios de diferenças nos níveis de intermediação entre mães e filhos ao longo dos estágios de vida, essas variações não alcançaram significância estatística de acordo com os testes realizados.

4.4.3. Centralidade de Autovetor

A análise das métricas de centralidade de autovetor entre mães e filhos mostrou que os infantes (N=16), em média, exibiram um valor de centralidade de autovetor (0,14) inferior aos das mães (0,17) (Figura 7, C). O teste de Wilcoxon apresentou um p-valor significativamente baixo ($p = 0,01$), indicando uma diferença estatisticamente significativa nas distribuições de centralidade de autovetor entre mães e filhos nesse estágio inicial.

Para os juvenis (N= 4; 0,12) ainda mantiveram um valor médio de centralidade de autovetor inferior aos das mães (0,34), entretanto, o teste de Wilcoxon não identificou diferenças significativas entre as distribuições ($p = 0,13$). Isso sugere que, apesar da tendência, não há suporte estatístico para afirmar diferenças na centralidade de autovetor entre mães e filhos nessa fase.

Para os SA/JA (N=4), tanto as mães quanto os filhos apresentam métricas de centralidade de autovetor muito semelhantes, com valores de 0,07 para ambos. Isso sugere uma proximidade notável na forma como as interações sociais são distribuídas entre mães e filhos durante esta fase de desenvolvimento. A

similaridade nos valores sugere uma possível influência ou continuidade das características de interação social das mães para os filhos durante o período dos SA/JA. Uma alta centralidade de autovetor mostra que os indivíduos estão fortemente ligados a muitos outros ou porque estão diretamente ligados a indivíduos altamente centrais.

5.0. DISCUSSÃO

5.1. Preferências de Associação

Inicialmente, ao explorar a preferência de associação dos infantes, juvenis e SA/JA com suas mães, observou-se diferenças marcantes entre as faixas etárias. Os Infantes apresentaram uma associação mais intensa, evidenciando uma fase de dependência social durante o início do desenvolvimento. Por outro lado, juvenis e SA/JA demonstraram uma baixa preferência pela associação com as mães, indicando uma transição comportamental à medida que avançam nas faixas etárias.

A análise das interações sociais revelou padrões distintos de associação, indicando uma variação na relação materna ao longo do crescimento dos filhotes. Os resultados mostraram que filhotes classificados como Infantes apresentaram uma associação significativamente maior com suas mães em comparação com os grupos Juvenil e SA/JA. Isso sugere uma influência materna mais evidente nos estágios iniciais de desenvolvimento. Além disso, foi observado um aumento na centralidade dos machos SA/JA na rede social, indicando uma preferência por associações com outros indivíduos socialmente importantes. As relações entre as métricas de centralidade variaram conforme a faixa etária, destacando uma diminuição da influência materna à medida que os machos se desenvolvem. Apesar dessas descobertas, ainda há necessidade de investigação adicional para melhor compreensão da dinâmica social dos muriquis-do-norte.

5.2. Redes Sociais em Muriquis-do-norte.

Os resultados revelam variações distintas na estrutura da rede entre os grupos, sugerindo que diferentes métricas de rede podem destacar nuances específicas nas interações sociais. A análise de modularidade indica que o grupo Nadir possui a maior propensão para formar comunidades bem definidas, enquanto o grupo M2 se destaca pela maior densidade de conexões entre seus membros. O grupo Jaó, por sua vez, apresenta uma posição intermediária entre esses dois aspectos.

A associação dos resultados obtidos com os gráficos de rede gerados pelo UCINET/NetDraw (Figura 5) reforça as conclusões extraídas das medidas de densidade e modularidade. Observamos que a análise visual dos gráficos revela uma conexão mais acentuada entre os infantes e suas mães, evidenciada pela espessura das arestas que os vinculam. Este padrão sugere uma ligação íntima e mais frequente entre as mães e seus filhotes, corroborando a importância das relações maternas na estrutura social dos muriquis.

Durante o estudo de campo, observou-se que o grupo Nadir se divide em dois subgrupos distintos ao longo da maior parte do ano. Esta avaliação é consistente com a representação nos gráficos de rede (Figura 5), onde uma parte do grupo se encontra reunida, apresentando poucas e longas conexões com o outro grupo de indivíduos. Também foi observado em campo, que os momentos de contato entre esses possíveis subgrupos ocorrem em estações específicas de acordo com a disponibilidade de alimento, enquanto em outros momentos, eles parecem disputar território como se fossem grupos separados. Essas observações corroboram a interpretação da análise de rede (Figura 6), evidenciando a formação temporária de subgrupos distintos dentro do grupo Nadir, uma dinâmica que merece atenção especial para estudos futuros.

A alta modularidade no grupo Nadir sugere uma propensão para a formação de comunidades distintas, indicando uma estrutura social mais segmentada. Esse aspecto pode influenciar a ontogenia ao limitar as interações entre subgrupos, potencialmente impactando as escolhas de parceiros durante o desenvolvimento dos juvenis e SA/JA. A presença de subgrupos distintos pode criar nichos sociais específicos, restringindo as opções de associação para os indivíduos em desenvolvimento.

A análise da densidade da rede revela que o grupo M2 é o mais interconectado, apresentando a maior densidade de conexões entre seus membros. Esse alto nível de interconexão pode ter implicações significativas na ontogenia, promovendo uma ampla gama de interações sociais. Em contrapartida, o grupo

Nadir, com menor densidade, pode proporcionar interações mais restritas e direcionadas, especialmente entre os subgrupos temporários.

Ao considerar o impacto na ontogenia, é fundamental reconhecer que a formação temporária de subgrupos não apenas reflete uma dinâmica social momentânea, mas também molda as interações sociais ao longo do tempo. A pesquisa de Tokuda et al. (2014) sobre a fissão de grupos em muriquis-do-norte, incluindo os grupos Jaó e Nadir, dois dos três grupos estudados neste trabalho, destaca como essas mudanças sociais podem impactar significativamente a estrutura populacional e a dinâmica reprodutiva dos muriquis-do-norte. Além disso, compreender essas dinâmicas é crucial para a análise dos correlatos sociais da dinâmica intra e intergrupo, especialmente em pequenas populações onde os riscos de endogamia são altos (ANISE et al., 2023). Estudos futuros podem seguir nossos achados iniciais sobre a possível fissão do grupo Nadir, investigando mais a fundo os padrões de formação de subgrupos temporários e seu impacto nas interações sociais e na estrutura populacional dos muriquis-do-norte.

5.3. Padrões de Correlação entre mães e filhos na Rede Social

Para os infantes, observou-se uma correlação moderada, mas não altamente significativa, entre o grau de centralidade dos filhotes e o de suas mães. Isso sugere uma associação, embora não substancial, indicando que a socialidade das mães pode influenciar, em certa medida, a socialidade dos infantes. No entanto, a métrica de intermediação não apresentou correlação significativa, possivelmente devido à limitada atividade social dos infantes, que não são atores sociais proeminentes dentro do grupo. A socialidade dos infantes pode refletir mais a proximidade física com as mães do que interações sociais significativas.

No caso dos juvenis, uma correlação negativa significativa, embora não estatisticamente forte, entre o grau de centralidade dos filhos e o das mães sugere uma possível dinâmica na qual, à medida que a socialidade dos juvenis aumenta, a das mães tende a diminuir. No entanto, a métrica de intermediação não revelou uma

relação clara entre os juvenis e suas mães, indicando que a formação de vínculos sociais pelos juvenis pode seguir padrões distintos daquelas das mães.

Para os SA/JA, houve uma correlação positiva entre o grau de centralidade com as mães, sugerindo uma forte associação. Isso indica que, à medida que os filhotes se tornam atores sociais mais proeminentes, sua socialidade está diretamente relacionada à das mães. Essa associação pode ser atribuída ao início da formação de vínculos sociais próprios pelos SA/JA.

Ao analisar a intermediação, não foi observada uma correlação significativa em nenhuma faixa etária, indicando que as métricas de intermediação entre filhos e mães não apresentam semelhança substancial. Esse resultado sugere que a formação de vínculos sociais dos filhotes, medida pela intermediação, não reflete diretamente a intermediação de suas mães, destacando diferenças nas estratégias de interação social ao longo do crescimento.

Na métrica de autovetor, observa-se uma forte associação entre as posições centrais dos filhos e de suas mães em todas as faixas etárias. Essa observação sugere uma significativa transmissão da importância social das mães para os filhos, especialmente nos estágios iniciais de desenvolvimento. À medida que os filhotes amadurecem, essa associação torna-se menos intensa, indicando uma maior variação nas estratégias sociais individuais. Concomitantemente, à medida que os SA/JA começam a se tornar atores sociais, os valores das métricas aumentam. A preferência por associações com machos pode explicar esse aumento no autovetor, uma vez que os machos desempenham um papel socialmente importante nos muriquis-do-norte. No entanto, a representatividade dos muriquis em diferentes faixas etárias é variável, com ausência em algumas delas, enfraquecendo os resultados.

Em síntese, as métricas de centralidade nas redes sociais dos filhotes estão associadas às de suas mães, principalmente para os infantes e SA/JA, refletindo diferentes padrões de socialidade ao longo do desenvolvimento. Enquanto os infantes parecem ser influenciados pela socialidade materna, os juvenis mostram padrões distintos, e os SA/JA demonstram uma forte associação à medida que se

tornam atores sociais mais ativos. Essa compreensão das associações entre filhos e mães fornece uma maior compreensão sobre a dinâmica social dos muriquis-do-norte, contribuindo para uma visão mais completa da ontogenia e das interações sociais dentro do grupo.

5.4. Centralidade em Muriquis: Mães e Filhos

A análise das métricas de centralidade de grau, intermediação e autovetor entre mães e filhos machos de *B. hypoxanthus* proporciona uma visão detalhada da dinâmica complexa das interações sociais nessa espécie. Ao considerar a centralidade de grau, notamos que, na fase infante, os filhos exibem uma menor quantidade de conexões em comparação com suas mães. Essa observação sugere uma influência materna mais expressiva durante esse estágio inicial de desenvolvimento, onde a quantidade de conexões reflete a importância na rede social. Essa tendência parece persistir nas fases subsequentes, embora sem atingir significância estatística, indicando uma possível continuidade da influência materna ao longo do tempo.

A centralidade de autovetor revela que, na fase infante, os filhos apresentam valores inferiores aos das mães, indicando uma transmissão considerável da importância social materna para os filhotes. Essa relação se atenua nos estágios seguintes, sugerindo uma convergência nas características de interação social entre mães e filhos. A centralidade de autovetor, ao considerar a conectividade dos vizinhos, destaca a influência da popularidade na rede social, evidenciando que filhos conectados a outros nós bem conectados podem herdar essa importância social.

A centralidade de intermediação, ao avaliar as relações indiretas, mostra que os filhos, ao atingirem o estágio de SA/JA, demonstram níveis mais elevados de intermediação em comparação com suas mães. Isso sugere uma possível continuidade das características de interação social das mães ao longo do tempo, evidenciando o papel fundamental dos filhos como intermediários em caminhos mais curtos entre outros nós na rede. Essa métrica destaca a importância dos filhos na

comunicação e transferência de recursos na rede, desempenhando um papel crucial na dinâmica social do grupo.

Essas observações indicam que as métricas de centralidade são indicadores valiosos da influência materna na estrutura da rede social dos filhos, especialmente durante a infância. A persistência dessas influências ao longo do desenvolvimento destaca a complexidade das interações sociais entre mães e filhos, ressaltando a necessidade contínua de investigações mais aprofundadas para compreender completamente a dinâmica dessas redes sociais.

5.5. Comportamento Social: Influência Materna e Formação de Alianças

Os resultados obtidos em nosso estudo corroboram com a nossa hipótese de que os infantes de muriquis-do-norte tendem a associar-se preferencialmente com suas mães, o que está alinhado com descobertas anteriores em outros estudos (TOLENTINO et al., 2008, ODALIA-RÍMOLI, 1998). Essa preferência inicial por associações maternas reflete a importância do cuidado maternal na estruturação das interações sociais durante os estágios iniciais de desenvolvimento. Por exemplo, Odalia-Rímoli (1998) observou que filhotes dependentes permanecem próximos às mães em busca de segurança e alimento, um comportamento essencial para sua sobrevivência (STRIER, 1996). Padrões semelhantes foram relatados por Stevenson (1998) em estudos com macacos barrigudos, onde infantes passaram a maior parte do tempo em proximidade de suas mães.

À medida que os machos se desenvolvem, a influência materna parece diminuir, sugerindo uma transição para uma maior independência social. Esse processo é essencial para a adaptação ao longo do tempo, conforme indicado por Strier et al. (2002) e Strier (1993, 1997). Os machos juvenis começaram a explorar interações com outros membros do grupo, especialmente com machos mais velhos, e os SA/JA apresentando-se como atores de suas próprias associações. Esse padrão está de acordo com a filopatria observada nos muriquis-do-norte, onde os machos tendem a associar-se preferencialmente entre si, formando alianças importantes (STRIER et al., 1993, GUIMARÃES & STRIER, 2001). Nossa hipótese

de que após o desmame os machos iriam associar-se com outros machos de diferentes categorias de idade, especialmente os mais velhos, foi corroborada.

Estudos em outras espécies de primatas filopátricos também destacam a importância das associações entre machos jovens e adultos na formação de alianças e integração nos grupos sociais. Por exemplo, Stevenson (1998), ITOH e NISHIDA (2007), STUMPF (2007), SURBECK et al. (2017), GOLDBERG e WRANGHAM (1997), MITANI et al. (2000), FURUICHI e IHOBE (1994) e FEDIGAN e BAXTER (1984). Esses achados sugerem que os machos podem integrar-se na rede social dos adultos, adotando associações e preferências semelhantes às de suas mães, como uma estratégia adaptativa para maximizar as oportunidades de interação social e reprodução (STRIER, 1993)

A análise das métricas de centralidade nas redes sociais dos muriquis-do-norte revela a influência materna na formação das redes sociais dos machos desde cedo, especialmente nas fases iniciais. No entanto, a ausência de intermediação significativa, principalmente entre os jovens, sugere que estes ainda não desempenham um papel central como elos de conexão na rede social. Segundo Strier (1993), embora os jovens possam herdar certos comportamentos sociais de suas mães, eles não necessariamente herdam padrões completos de engajamento social.

Já os SA/JA demonstram ser mais ativos na rede social, de acordo com aumento nas métricas de centralidade observadas, indicando preferência por associações com outros indivíduos socialmente importantes. Gilby et al (2013) verificou em seu estudo que a posição de um chimpanzé macho na rede de coalizão, especialmente em relação à sua intermediação, pode ter um impacto significativo em seu sucesso reprodutivo futuro.

A associação dos juvenis com fêmeas adultas, embora inesperada, pode ser atribuída à exploração de novas categorias de idade e à aprendizagem social. Esse padrão é observado em outras espécies de primatas, como chimpanzés e gorilas, onde os juvenis interagem significativamente com fêmeas adultas para adquirir habilidades sociais e culturais (LONSDORF & ROSS, 2012, ROBBINS, 2016).

Os resultados da análise integrada das associações filiais e das métricas de centralidade oferecem uma visão abrangente da dinâmica social dos muriquis-do-norte em diferentes estágios de desenvolvimento. Esses achados não apenas corroboram descobertas anteriores, mas também destacam a importância do cuidado maternal na estruturação das interações sociais iniciais, enquanto evidenciam a transição para uma maior independência social à medida que os machos se desenvolvem. No entanto, mais investigações são necessárias para compreender completamente a dinâmica social dentro do grupo, incluindo análises mais detalhadas das interações individuais e das fontes de influência social além das mães. Apesar do elevado número de publicações sobre muriquis nas últimas décadas, muito poucas discutem as mudanças no seu comportamento social e papéis ao longo da sua vida. Essa compreensão é crucial para informar estratégias de conservação e manejo que considerem a importância das interações sociais na sobrevivência e bem-estar das populações de muriquis-do-norte.

5.6. Limitações e Perspectivas para Estudos Futuros

Uma das principais limitações deste estudo é o tamanho relativamente pequeno da amostra, o que pode restringir a generalização das descobertas. A abrangência da faixa etária, especialmente para subadultos e jovens adultos, foi determinada pela disponibilidade limitada de indivíduos em cada faixa etária nos três grupos estudados. A inclusão de mais jovens, subadultos e adultos jovens com suas mães vivas poderia enriquecer a análise, oferecendo uma perspectiva mais holística das interações sociais ao longo do desenvolvimento.

Além disso, o foco recaiu na avaliação das associações entre os muriquis, sem detalhar as interações qualitativas dentro dessas associações. Embora tenham sido explorados padrões de associação, a ausência da análise das interações limita a compreensão da dinâmica social. Estudos futuros deveriam abordar essa lacuna por meio de observações detalhadas das interações individuais, permitindo uma análise mais refinada das relações sociais.

Apesar dessas limitações, a pesquisa destaca a complexidade e os desafios inerentes à pesquisa em contextos de vida livre dos muriquis-do-norte, ressaltando a necessidade contínua de refinamento metodológico. Acredita-se que esta pesquisa represente um ponto de partida significativo para estudos futuros mais abrangentes. Tais estudos poderiam se beneficiar da inclusão de um maior número de indivíduos, uma análise mais detalhada das interações e uma distribuição mais equitativa das faixas etárias nos grupos estudados. Essas melhorias metodológicas têm o potencial de enriquecer ainda mais o entendimento sobre o desenvolvimento social e comportamental dos muriquis-do-norte, contribuindo para avanços significativos na área de primatologia e na conservação dessa espécie.

6.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo abordou aspectos cruciais do comportamento social de uma população de *B. hypoxanthus*, destacando a influência materna e a formação de alianças em diferentes estágios de desenvolvimento. Os resultados reforçam a importância do cuidado maternal nos primeiros anos de vida, com infantes exibindo uma forte dependência social de suas mães. Conforme os machos amadurecem, observa-se uma transição para maior independência social, característica da filopatria masculina da espécie.

A análise das redes sociais dos muriquis-do-norte revelou que, nas fases iniciais, a influência materna é predominante. Já os juvenis e subadultos/jovens adultos (SA/JA) mostraram aumento na centralidade nas redes sociais, preferindo associar-se com indivíduos socialmente importantes. No entanto, os jovens ainda não desempenham um papel central como elos de conexão na rede social.

Esses resultados avançam nossa compreensão da dinâmica social dos muriquis-do-norte em diferentes fases de desenvolvimento, ressaltando a importância das relações sociais na estruturação das redes sociais desses grupos. Porém, é essencial reconhecer as limitações deste estudo, como o tamanho amostral restrito e a distribuição desigual das faixas etárias analisadas. Essas limitações indicam a necessidade de investigações futuras com amostras mais representativas e abordagens mais abrangentes para consolidar e expandir nosso entendimento sobre a complexa organização social dos muriquis-do-norte.

Além de contribuir para o conhecimento científico, os resultados deste estudo têm implicações práticas significativas para a conservação e manejo das populações de muriquis-do-norte, tanto em cativeiro quanto na natureza. Compreender as dinâmicas sociais e a formação de alianças pode informar estratégias de manejo que promovam a coesão social da população. Por exemplo, a promoção de interações de forma espontânea entre indivíduos de diferentes faixas etárias pode ser uma estratégia útil para evitar a formação de subgrupos isolados e aumentar a densidade de conexões sociais, fortalecendo a estrutura social dos grupos.

Adicionalmente, políticas de conservação podem se beneficiar ao considerar a importância das relações maternas na fase inicial de vida dos muriquis. Programas de reintrodução na natureza poderiam priorizar a manutenção de grupos familiares, garantindo que infantes tenham acesso ao cuidado materno essencial para seu desenvolvimento. Além disso, a gestão de habitats deve considerar a disponibilidade de recursos alimentares que suportem a formação de redes sociais robustas e interconectadas, especialmente em períodos críticos de desenvolvimento.

Estudos futuros poderiam explorar com mais profundidade as interações sociais individuais e as influências além das mães, bem como investigar a formação de subgrupos temporários e seu impacto nas dinâmicas sociais e na estrutura populacional dos muriquis-do-norte. A aplicação de análises das interações sociais entre os indivíduos e da estrutura social em amostras maiores e mais representativas será fundamental para expandir nosso entendimento e melhorar as estratégias de conservação desta espécie ameaçada.

7.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTMANN, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior. USA*, v.49, n.3/4, p.:227-267.

ALTMANN, J. (1980). *Baboon mothers and infants*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 242p.

ANISE, I. E., ELLIS, R. J., ALTEKRUSE, J., STRIER, K. B. (2023). Social Networks Predict Group Fission, with Implications for the Management of Northern Muriquis (*Brachyteles hypoxanthus*). *Primate Conservation*, 37. Department of Integrative Biology, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI, USA. Department of Anthropology, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI, USA. Muriqui Behavioral Ecology Database (MBED) Laboratory, University of Wisconsin-Madison, Madison, WI, USA.

BALDWIN, J. D., BALDWIN, J. I. (1977). O papel dos fenômenos de aprendizagem na ontogenia da exploração e Toque. Em Chevalier-Skolnikoff S, Poirier FE (eds): *Desenvolvimento Biossocial de Primatas: Determinantes Biológicos, Sociais e Ecológicos*. Nova York: Garland, p. 343.

BORGATTI, S. P., EVERETT, M. G., JOHNSON, J. C. (2013). Analyzing Social Networks. *The Journal of Mathematical Sociology*, 39 (3), pp. 221–222.

BOUBLI, J. P., COUTO-SANTOS, F. R., STRIER, K. B. (2011). Structure and floristic composition of one of the last forest fragments containing the critically endangered northern muriqui, *Ecotropica*, 17: 53–69.

BRENT, L. J. (2015). Friends of friends: are indirect connections in social networks important to animal behavior? *Animal behavior*, 103, 211–222. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.01.020>.

BRENT, L. J. N., LEHMANN, J., RAMOS-FERNANDEZ, G. (2011). Social network analysis in the study of nonhuman primates: a historical perspective. *American Journal of Primatology*, 73, 720 e 730. <http://dx.doi.org/10.1002/ajp.20949>.

BRENT, L. J., LEHMANN, J., RAMOS-FERNÁNDEZ, G., MUNDRY, R. (2013). Identifying key drivers of group dynamics in a primate society. *Journal of the Royal Society Interface*, 10 (81), 20120505.

BRENT, L., BRAMBLETT, C. A., BARD, K. A., M. A. BLOOMSMITH, J. BLANGERO. (1997). The Influence of Siblings on Wild Infant Chimpanzee Social Interaction. *Behaviour*, 134(15/16), 1189–1210.

BRENT, L., HEILBRONNER, S., HORVATH, J. et al. (2013). Genetic origins of social networks in rhesus macaques. *Scientific Reports*, v. 3, 2013. *Sci Rep* 3, 1042. <https://doi.org/10.1038/srep01042>.

CHAVES, B. P., STRIER, B. K., DI FIORE, A. (2023). Paternity data reveal high MHC diversity among sires in a polygynandrous, egalitarian primate. *Proceedings of the Royal Society B*, v. 290, n. 2023. Paternity data reveal high MHC diversity among sires in a polygynandrous, egalitarian primate *Proc. R. Soc. B*. 2902023103520231035 <http://doi.org/10.1098/rspb.2023.1035>.

CLARK, A. B. (1978). Sex Ratio and Local Resource Competition in a Prosimian Primate. *Science* 201(4351):163–165.

COSS, R. G., RAMAKRISHNAN, U. (2018). *The bonobo (Pan paniscus) communication handbook*. The University of Chicago Press.

CROFT, D. P., JAMES, R., KRAUSE, J. (2008). *Exploring animal social networks*. Princeton University Press.

DE MELO, F. R., BOUBLI, J. P., MITTERMEIER, R. A., JERUSALINSKY, L., TABACOW, F. P., FERRAZ, D.S., TALEBI, M. (2021). *Brachyteles hypoxanthus* (amended version of 2019 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T2994A191693399. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20211.RLTS.T2994A191693399.en>

DEPUTTE, B. L. (2000). Primate socialization revisited: Theoretical and practical issues in social ontogeny. In P. J. B. Slater, J. S. Rosenblatt, C. T. Snowdon, & T. J. Roper (Eds.), *Advances in the study of behavior*, Vol. 29, pp. 99–157. Academic Press.

DITTUS, W. P. J. (1979). The evolution of behaviors regulating density and agespecific sex ratios in a primate population. *Behavior* 69:265–301.

DUNN, O. J. (1964). Multiple comparisons using rank sums. *Technometrics*, v. 6, n. 3, p.241-52.

FEDIGAN, L. M., BAXTER, M. J. (1984). Sex differences and social organization in free ranging spider monkeys (*Ateles geoffroyi*). - *Primates* 25, p. 279-294.

FEDUREK, P. LEHMANN, J. (2017). The effect of excluding juveniles on apparent adult olive baboons (*Papio anubis*) social networks. *PLOS ONE* 12(3): e0173146. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173146>

- FREEMAN, L. C. (1977). A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry*, 40 (1), 35-41.
- FREEMAN, L. C. (1978). Centrality in social networks: conceptual clarification. *Social Networks*, v. 1, n. 3, p. 215-239, 1978. ISSN 0378-8733.
- FURUICHI, T. (1997). Ecology and Social Behavior of Bonobos (*Pan paniscus*) at Wamba, Zaire. *International Journal of Primatology*, 18 (6), 949-957.
- FURUICHI, T., IHOBE, H. (1994). Variation in Male Relationships in Bonobos and Chimpanzees. *Behaviour*, 130 (3-4), 211-228.
- GILBY, I. C., BRENT, L. J. N., WROBLEWSKI, E. E., RUDICELL, R. S., HAHN, B. H., GOODALL, J., PUSEY, A. E. (2013). Fitness benefits of coalitionary aggression in male chimpanzees. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 67, 373–381.
- GOLDBERG, T. L., WRANGHAM, W. R. (1997). Genetic correlates of social behaviour in wild chimpanzees: evidence from mitochondrial DNA. *Animal Behaviour* 54: 559-570.
- GUEDES, D., YOUNG, R. J., STRIER, K. B. (2008). Energetic costs of reproduction in female northern muriquis, *Brachyteles hypoxanthus* (Primates: Platyrrhini: Atelidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 25 (4): 587-593.
- GUIMARÃES, V. O., STRIER, K. B. (2001). Adult male-infant interactions in wild muriquis (*Brachyteles arachnoides hypoxanthus*). *Primates* 42 (4): 395-399.
- GUIMARÃES, V. O., STRIER, K. B. (2001). Adult male-infant interactions in wild muriquis (*Brachyteles arachnoides hypoxanthus*). *Primates* 42 (4): 395-399.
- HAIR, J. R., BLACK, W. C., BABIN, B. J., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Pearson Education.
- HARLOW, H. F., DODD, J. P., HARMAN, H. H. (1963). The learning-set and problem-solving abilities of rhesus monkeys. In *The Psychobiology of the Orangutan* (pp. 283-298).
- HASHIMOTO, C., FURUICHI, T., TAKENAKA, O. (1996). Matrilineal kin relationships and social behavior of wild bonobos (*Pan paniscus*): sequencing the D-loop region of mitochondrial DNA. - *Primates* 37, p. 305-318.

HATTON, J. C., SMART, N. O. E., THOMPSON, K. (1983). An ecological study of the Fazenda Montes Claros forest, Minas Gerais, Brazil. Interim Report - Department of Botany and Microbiology, University College, London.

HILL, W. C. O. (1962). Primates: Comparative Anatomy and Taxonomy 1I: *Cebidae* Part B, Interscience Publishers, Inc., New York.

IBGE, (2015). Índice de organização do território, malhas territoriais, malhas municipais e municípios 2015. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/.

ILANY, A., AKÇAY, E. (2016). Personality and Social Networks: A Generative Model Approach, Integrative and Comparative Biology, Volume 56, Edição 6, Páginas 1197–1205.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). (2018). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: vv.II: Mmamíferos. Brasília: ICMBio/MMA.

ITOH, N., NISHIDA, T. (2007). Chimpanzee grouping patterns and food availability in Mahale Mountains National Park, Tanzania. *Primates* 48:87-96.

IUCN. (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>.

JOHNSON, R. L. & SOUTHWICK, C. H. 1984. Structural diversity and mother-infant relations among rhesus Monkeys in India and Nepal. *Folia primatol.*, 43: 198-215.

JOHNSON, R. L., (1986). Mother-infant contact and maternal maintenance activities among free-ranging rhesus Monkeys. *Primates*, 27(2): 191-203.

KAIZER, M., COLI, A., MENDES, S., STRIER, K., (2011). Interações de machos adultos e infantes em *Brachyteles hypoxanthus* (Kuhl, 1820) (Primates, Atelidae).

KRUSKAL, W. H., WALLIS, W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47, 583–621.

KULIK L, AMICI F, LANGOS D, WIDDIG A. Sex Differences in the Development of Social Relationships in Rhesus Macaques (*Macaca mulatta*). *Int J Primatol*. 2015 Apr 1;36(2):353-376. doi: 10.1007/s10764-015-9826-4. PMID: 25983360; PMCID: PMC4430863.

LEMOS DE SÁ, R., STRIER, K. B. (1992). A preliminary comparison of forest structure and use by two isolated groups of woolly spider monkeys, *Brachyteles arachnoides*. *Biotropica* 24 (3): 455-459.

LONSDORF, E. V., ROSS, S. R. (2012). Socialization and development of behavior. In L. Swedell & S. R. Ross (Eds.), *The Evolution of Primate Societies* (pp. 282-302). University of Chicago Press.

LUSSEAU, D. (2003). The emergent properties of a dolphin social network. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270 (Suppl_2), S186-S188.

MANN, H. B., WHITNEY, D. R. (1947). On a Test of Whether one of Two Random Variables is Stochastically Larger than the Other. *The Annals of Mathematical Statistics*, 18 (1), 50-60.

MILTON, K. (1985). Mating patterns of woolly spider monkeys, *Brachyteles arachnoides*: implications for female choice. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, volume 17, páginas 53-59. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 17, p. 53-59.

MITANI, J. C., CALL, J., KAPPELER, P. M., PALOMBIT, R. A., SILK, J. B. (2012). *The evolution of primate societies*. The University of Chicago Press.

MITANI, J. C., STRUHSAKER, T. T., LWANGA, J. S. (2000). Primate community dynamics in old growth forest over 23.5 years at Ngogo, Kibale National Park, Uganda: implications for conservation and census methods. *International Journal of Primatology*, *Int J Primatol* 21:269–286.

MITTERMEIER, R. A., VALLADARES-PÁDUA, C., RYLANDS, A. B., EUDEY, A. A., BUTYNSKI T. M., GANZHORN, J. U., KORMOS, R., AGUIAR, J. M., WALKER, S. (2006). *Primates in Peril: the world 's 25 most endangered primates, 2004–2006*. *Primate Conservation* 20:1–28.

NEWMAN, M. (2010). *Networks: An Introduction*. 1. ed. Oxford: Oxford Academic. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199206650.001.0001>.

NEWMAN, M. E. J. (2004). Analysis of weighted networks. *Phys. Rev. E* 70: 056131.

ODALIA RÍMOLI, A. (1998). *Desenvolvimento Comportamental do Muriqui (Brachyteles arachnoides) na Estação Biológica de Caratinga, Minas Gerais*. Ph.D. thesis, Univ. de São Paulo, São Paulo.

POSSAMAI, C. B., YOUNG, R. J., DE OLIVEIRA, R. C., MENDES, S. L., STRIER, K. B. (2005). Age-related variation in copulations of male northern muriquis (*Brachyteles hypoxanthus*). *Folia Primatologica* (Basel) 76:33–36.

POSSAMAI, C., YOUNG, R., MENDES, S., STRIER, K. (2007). Socio-sexual behavior of female northern muriquis (*Brachyteles hypoxanthus*). *American journal of primatology*. 69. 766-76. 10.1002/ajp.20399.

RAMOS-FERNÁNDEZ, G., BOYER, D., AURELI, F., VICK, L. G. (2009). Association networks in spider monkeys (*Ateles geoffroyi*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 63 (7), 999–1013. <http://dx.doi.org/10.1007/s00265-009-0719-4>.

ROBBINS, M. M. (2016). Social relationships in wild mountain gorillas (*Gorilla beringei beringei*). In M. M. Robbins, K. J. Stoinski, & T. T. Fawcett (Eds.), *Mountain Gorillas: Biology, Conservation, and Coexistence* (pp. 99-122). Johns Hopkins University Press.

ROSENBERGER, A. L., STRIER, K. B. (1989). Adaptive radiation of the ateline primates. *J. Human. Evollution*. 18:717-750.7

SCOTT, J. (2000). *Social Network Analysis: A Handbook* 2nd Ed.

STEVENSON, P. R. (1998). Proximal Spacing Between Individuals in a Group of Woolly Monkeys (*Lagothrix lagotricha*) in Tinigua National Park, Colombia. *International Journal of Primatology*. 19. 299-311. 10.1023/A:1020335716853.

STRIER, K. B. (1986). The behavior and ecology of the woolly spider monkey, or muriqui (*Brachyteles arachnoides* E. Geoffroy 1806). PhD thesis, Harvard University.

STRIER, K. B. (1990). New World primates, new frontiers: insights from the woolly spider monkey, or muriqui *Brachyteles arachnoides*. *International Journal of Primatology*, Int J Primatol 11:7-19.

STRIER, K. B. (1991). Diet in one group of woolly spider monkeys, or muriquis (*Brachyteles arachnoides*). *American Journal of Primatology*, 23 (2), 113-126.

STRIER, K. B. (1992). Causes and consequences of nonaggression in the woolly spider monkey, or muriqui (*Brachyteles arachnoides*). in James Silverberg, and J Patrick Gray (eds), *Aggression And Peacefulness In Humans And Other Primates* (New York, NY, 1992; online edn, Oxford Academic, 31 Oct. 2023), <https://doi.org/10.1093/oso/9780195071191.003.0005>, accessed 30 May 2024.

STRIER, K. B. (1993). Growing up in a patrifocal society: Sex differences in the spatial relations of immature muriquis. *American Journal of Primatology*, 31(1), 67-81.

STRIER, K. B. (1994). Brotherhoods among atelins: Kinship, affiliation, and competition. *Behaviour*, 130(3-4), 151–167.

STRIER, K.B. (1996). Reproductive Ecology of Female Muriquis (*Brachyteles arachnoides*). In: Norconk, M. A., Rosenberger, A. L., Garber, P. A. (eds) *Adaptive Radiations of Neotropical Primates*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8770-9_29.

STRIER, K. B. (1997). Matle preferences of wild muriqui monkeys (*Brachyteles arachnoides*): Reproductive and social correlates. *Folia Primatologica (Basel)* 68:120–133.

STRIER, K. B. (2007). *Faces na floresta*. Rio de Janeiro. Sociedade para preservação do Muriqui – Preserve Muriqui.

STRIER, K. B. (2014). Northern Muriqui Monkeys: Behavior Demography, and Conservation. Yamagiwa and L. Karczmarski (eds). *Primates and Cetaceans: Field Research and Conservation of Complex Mammalian Societies*, Primatology Monographs. Springer Japan. Chapter 12.

STRIER, K. B. (2018). *Manual do Projeto Muriqui de Caratinga. Versão 3*. Caratinga, Minas Gerais, Brasil.

STRIER, K. B. (2021). The limits of resilience. *Primates* Nov; 62 (6): 861-868. doi: 10.1007/s10329-021-00953-3. Epub 2021 Oct 12. PMID: 34637021.

STRIER, K. B., BOUBLI, J. P. (2006). A history of long-term research and conservation of Northern muriquis (*Brachyteles hypoxanthus*) at the Estação Biológica de Caratinga/RPPN-FMA. *Primate Conservation* 20:53-63.

STRIER, K. B., BOUBLI, J. P., POSSAMAI, C. B., MENDES, S. L. (2006). Population demography of northern muriquis (*Brachyteles hypoxanthus*) at the Estação Biológica de Caratinga/Reserva Particular do Patrimônio Natural- Feliciano Miguel Abdala, Minas Gerais, Brazil. *American Journal of Physical Anthropology*, 130: 227-237.

STRIER, K. B., CHAVES, P. B., MENDES, S. L et al. (2011). Low paternity skew and the influence of maternal kin in an egalitarian, patrilocal primate. *PNAS* 108:18915–18919.

STRIER, K. B., DIB, L. T., FIGUEIRA, J. E. C. (2002). Social dynamics of male muriquis (*Brachyteles arachnoides hypoxanthus*). *Behaviour* 139 (2): 315-342.

STRIER, K. B., MENDES, F. D. C., RÍMOLI, J. et al. (1993). Demography and social structure in one group of muriquis (*Brachyteles arachnoides*). *International Journal of Primatology* 14, 513–526 (1993). <https://doi.org/10.1007/BF02215445>

STRIER, K. B., MENDES, S. L. (2012). The Northern Muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*): Lessons on Behavioral Plasticity and Population Dynamics from a Critically Endangered Species. In: Kappeler, P., Watts, D. (eds) *Long-Term Field Studies of Primates*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22514-7_6.

STRIER, K. B., MENDES, S. L., SANTOS, R. R. (2001). Timing in births in sympatric brown howler monkeys (*Alouatta fusca clamitans*) and northern muriquis (*Brachyteles arachnoides hypoxanthus*). *American Journal of Primatology*, 55:87-100.

STRIER, K. B., POSSAMAI, C. B., TABACOW, F. P., PISSINATTI, A., LANNA, A. M., DE MELO, F., TALEBI, M., BREVES, P., MENDES, S. L., JERUSALINSKY, L. (2017). Demographic monitoring of wild muriqui populations: Criteria for defining priority areas and monitoring intensity. *PLOS ONE*. 2017 Dec 13;12(12):e0188922. doi: 10.1371/journal.pone.0188922. PMID: 29236726; PMCID: PMC5728487.

STUMPF, R. (2007). Chimpanzees and bonobos: diversity within and between species. *Primates in perspective*, 321-344.

SURBECK, M., BOESCH, C., GIRARDBUTTOZ, C., CROCKFORD, C., HOHMANN, G., WITTIG, R. M. (2017). Comparison of male conflict behavior in chimpanzees (*Pan troglodytes*) and bonobos (*Pan paniscus*), with specific regard to coalition and post-conflict behavior. *American Journal of Primatology*, 79, e22641.

TOKUDA, M., BOUBLI, P. J., MOURTHÉ, Í., IZAR, P., POSSAMAI, B. C., STRIER, B. K. (2014). Males follow females during fissioning of a group of northern muriquis. *American Journal of Primatology*, 76 (6), 529–538. doi:10.1002/ajp.22244.

TOLENTINO, K., ROPER, J. J., PASSOS, F. C., STRIER, K. B. (2008). Mother-offspring associations in northern muriquis, *Brachyteles hypoxanthus*. *American Journal of Primatology* *American journal of primatology*, 70 (3), 301–305. <https://doi.org/10.1002/ajp.20488>.

WASSERMAN, S., FAUST, K. (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press.

WEY, T., BLUMSTEIN, D. T., SHEN, W., JORDAN, F. (2008). Social network analysis of animal behavior: a promising tool for the study of sociality. *Animal Behaviour*. 75:333–344.

ZAR, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis* (4th ed.). Prentice Hall.