UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

PEDRO PAULO REZENDE ALVES

FATORES INFLUENCIADORES DO COMPORTAMENTO DE VIGILÂNCIA DE UMA POPULAÇÃO DE MURIQUI-DO-NORTE (*Brachyteles hypoxanthus* KUHL, 1820) (PRIMATES: ATELIDAE)

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2020

PEDRO PAULO REZENDE ALVES

FATORES INFLUENCIADORES DO COMPORTAMENTO DE VIGILÂNCIA DE UMA POPULAÇÃO DE MURIQUI-DO-NORTE (*Brachyteles hypoxanthus* KUHL, 1820) (PRIMATES: ATELIDAE)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Jorge Abdala Dergam dos Santos

Coorientadores: Karen Barbara Strier
Rodrigo Lima Massara

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2020

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T
A474f
2020

Alves, Pedro Paulo Rezende, 1989-
Fatores influenciadores do comportamento de vigilância de uma população de Muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*, Kuhl, 1820) (Primates: Atelidae) / Pedro Paulo Rezende Alves. – Viçosa, MG, 2020.
35 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Jorge Abdala Dergam dos Santos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f.31-35.

1. Animais - Comportamento. 2. Animais - Comportamento social. 3. Predadores. 4. Primatas- Habitat. 5. Efeitos de borda. 6. Fragmentação. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Biologia Animal. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. II. Título.

CDD 22 ed. 591.5

PEDRO PAULO REZENDE ALVES

FATORES INFLUENCIADORES DO COMPORTAMENTO DE VIGILÂNCIA DE UMA POPULAÇÃO DE MURIQUI-DO-NORTE (*Brachyteles hypoxanthus* KUHL, 1820) (PRIMATES: ATELIDAE)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de abril de 2020.

Assentimento:

Pedro Paulo Rezende Alves
Autor

Jorge Abdala Dergam dos Santos
Orientador

AGRADECIMENTOS

À VIDA, que tem proporcionado, ao longo dessa caminhada, amadurecimento, desenvolvimento do conhecimento e a arte de existir.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Biologia Animal, aos professores e funcionários, pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação e pelos ensinamentos.

Às agências que fomentam a pesquisa e o desenvolvimento da ciência brasileira e à CAPES pelo apoio financeiro.

À National Science Foundation, processo BCS-0921013, à Universidade de Wisconsin Madison, Conservation International e Margot Marsh Biodiversity Foundation (para Karen B. Strier), que financiaram 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 Prof. Dra.Karen B. Strier pela coorientação e ao Projeto Muriqui de Caratinga, primeiro pela possibilidade de vivenciar 14 meses junto aos muriquis e segundo pela dedicação, paciência e prestatividade, além de todo conhecimento passado. Isso compôs uma somatória fundamental, não só para a construção do pensamento que se traduz nas páginas deste texto, mas como para a maturidade de toda uma vida a seguir.

Ao professor Sergio Lucena Mendes pela parceria e dedicação junto ao Projeto Muriqui de Caratinga

Ao grande amigo e pesquisador Fernando Marques Quintela pelo incentivo a pesquisa e auxilio para a construção da dissertação.

Ao amigo e grande incentivador desse projeto Thiago Cavalcante, pela parceria formada desde o treinamento do Projeto Muriqui de Caratinga.

Ao Prof. Dr. Jorge Dergam por permitir o desenvolvimento deste trabalho e a confiança depositada em mim.

Ao Dr. Rodrigo Lima Massara pela coorientação e disponibilidade sempre que solicitado, além da grandiosa e imprescindível ajuda nas análises estatísticas e durante a escrita da dissertação.

Aos membros da banca examinadora pela disponibilidade e aceitação do convite.

Aos meus pais, Regina Vieira e Polibio Alves, e ao meu irmão Gustavo, pelo incentivo e apoio nas decisões tomadas.

Aos familiares e amigos que caminharam ao meu lado para que o objetivo final dessa etapa fosse alcançado. Principalmente ao colega de casa Joaquim Ribeiro Pires Junior, por toda prestatividade e companheirismo durante o desenvolvimento deste estudo e à minha namorada Roberta por todo apoio e paciência nos momentos mais difíceis.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

ALVES, Pedro Paulo Rezende, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2020. **Fatores influenciadores do comportamento de vigilância de uma população de muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus,* Kuhl, 1820) (Primates: Atelidae)**. Orientador: Jorge Abdala Dergam dos Santos. Coorientadores: Karen Barbara Strier e Rodrigo Lima Massara.

O muriqui-do-Norte (*Brachyteles hypoxanthus*) é o maior primata das américas e ocorre exclusivamente em remanescentes florestais da Mata Atlântica do Sudeste do Brasil. Estudamos dois grupos e um subgrupo de *B. hypoxanthus* residentes na Reserva do Patrimônio Natural Feliciano Miguel Abdala (RPPN FMA), Caratinga, Minas Gerais, de agosto de 2015 até julho de 2016. Monitoramos um total de 197 indivíduos para investigarmos os aspectos biológicos e ecológicos que poderiam estar associados ao comportamento de vigilância. Especificamente, utilizamos modelos de ocupação para avaliar se o tamanho do grupo, o sexo, o cuidado parental (i.e., proporção de registros com filhotes), a classe etária e a localização do indivíduo (i.e., solo ou árvore) influenciariam a frequência de ocorrência do comportamento de vigilância. Também utilizamos modelos lineares generalizados (GLMs) para avaliarmos a influência destas mesmas variáveis sobre o direcionamento da vigilância na população. Utilizamos o direcionamento de vigilância como um "proxy" para o monitoramento social (i.e., direcionamento para indivíduos do grupo) ou para a defesa contra estímulos externos (i.e., direcionamento para fora do grupo). Analisamos 11.942 registros de comportamento de vigilância por varredura instantânea (*scan-sampling*) coletados durante 12 meses de estudo. A probabilidade de ocorrência do comportamento de vigilância foi alta (~ 100%) para a população. Entretanto, somente o tamanho do grupo influenciou a frequência de ocorrência do comportamento de vigilância e nenhuma variável influenciou o direcionamento da vigilância. Nossos achados mostraram uma correlação negativa entre a frequência de ocorrência do comportamento de vigilância e o tamanho do grupo. Além do mais, vimos que 93% das vezes o comportamento de vigilância foi direcionado para defesa contra estímulos externos, sugerindo que a função primária da vigilância nos muriquis da RPPN FMA é antipredatória. Sugerimos que a população de muriquis da RPPN FMA seja influenciada negativamente por diversos fatores (ou ameaças) externas, o que a estimula adotar um comportamento de vigilância antipredatória como estratégia de defesa. Esta estratégia parece ser ainda mais intensificada por grupos menores, os quais podem ser mais vulneráveis a predadores. Estudos futuros com outras populações de muriqui-do-norte, em paisagens com diferentes graus de distúrbio antropogênico e níveis de

habituação diferentes, são fundamentais e poderão elucidar mais detalhes sobre os fatores ecológicos e demográficos que podem influenciar na conservação da espécie.

Palavras-chave: Comportamento antipredatório. Monitoramento social. Escaneamento. Efeito de borda. Fragmentação. Perda de habitat.

ABSTRACT

ALVES, Pedro Paulo Rezende, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2020. **Influencing factors of the vigilance behavior of a northern muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*, Kuhl, 1820) (Primates: Atelidae) population.** Advisor: Jorge Abdala Dergam dos Santos. Co-advisors: Karen Barbara Strier and Rodrigo Lima Massara**.**

The northern muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*) is the largest primate of the Americas and occurs exclusively in forest remnants of the Atlantic Forest of southeastern of Brazil. Two groups and one sub-group of *B. hypoxanthus* residing in the Feliciano Miguel Abdala Natural Heritage Reserve (RPPN FMA), Caratinga, Minas Gerais, were studied from August 2015 to July 2016. A total of 197 individuals were monitored to investigate the biological and ecological aspects that could be associated with their vigilance behavior. Specifically, occupation models were used to evaluate if the size of the group, sex, parental care (i.e., proportion of records carrying offspring), age class and location of the individual (i.e., soil or tree) would influence the frequency of vigilance behavior. Generalized Linear Models (GLMs) were used to evaluate the influence of these same variables on the vigilance targeting in the population. The vigilance targeting was used as a "proxy" for social monitoring (i.e., directed toward other individuals of the group) or for defending against external stimulus (i.e., directed outside of the group). A total of 11,942 vigilance records were analyzed by instantaneous scan -samples conducted during the 12-months of the study. The probability of occurrence of vigilance behavior was high (~ 100%) for the population. However, only the size of the group influenced the frequency of occurrence of vigilance behavior and no variable influenced the target of vigilance. The findings showed a negative correlation between frequency of vigilance behavior and the size of the group. Furthermore, in 93% of the records, vigilance behavior was directed externally, suggesting that the primary function of vigilance in the RPPN FMA muriquis is anti-predatory. We suggest that the muriqui population of the RPPN FMA is influenced by several external factors (or threats) that lead to anti-predatory vigilance behavior as a defense strategy. This strategy appears to be further intensified in smaller groups, which may be more vulnerable to predators. Future studies with other populations of the northern muriqui in landscapes with different degrees of anthropogenic disturbance and different levels of habituation, are essential and may elucidate more details about the ecological and demographic factors that could impact the conservation of the species.

Keywords: Anti-predatory behavior. Social monitoring. Scanning. The edge effect Fragmentation. Habitat loss.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização da área de estudo evidenciando o limite da RPPN FMA situada ao leste do estado de Minas Gerais (Datum WGS 84). 18
Figura 2 – Frequência de ocorrência (p) do comportamento de vigilância (± IC - 95%) para os três grupos de muriquis 25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Categorias de vigilância utilizadas no protocolo de coleta de dados..... 20
Tabela 2 – Ranqueamento das variáveis avaliadas como possíveis influenciadoras da frequência de ocorrência do comportamento de vigilância de muriquis na RPPN FMA 25
Tabela 3 – Ranqueamento das variáveis avaliadas como possíveis influenciadoras do direcionamento do comportamento de vigilância por muriquis na RPPN FMA..... 26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

(RPPN FMA) = Reserva Particular do Patrimônio Natural Feliciano Miguel Abdala

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
2 MÉTODOS 17
2.1 Área de estudo 17
2.3 Coleta de dados 18
2.4 Coleta de variáveis biológicas e ecológicas 21
3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS 22
3.1 Modelando a frequência de ocorrência do comportamento de vigilância em função de variáveis 22
3.2 Modelando o direcionamento do comportamento de vigilância em função de variáveis .. 23
4 RESULTADOS 24
5 DISCUSSÃO 27
REFERÊNCIAS 32

1 INTRODUÇÃO

A competição por alimento e a pressão de predação são fatores que influenciam e direcionam o comportamento de animais que vivem em grupo (Alexander 1974; Shaick 1989; Moura e Alonso 2000). Alterações no comportamento podem ocorrer em espécies de presas em resposta ao risco de predação (Creel et al. 2014). Por exemplo, o desenvolvimento de algumas características evolutivas atribuídas aos mecanismos de defesa, tais como as chamadas de alarme, agregação, uso de hábitats como refúgios, associações interespecíficas e até mesmo o comportamento de vigilância, são consideradas respostas comportamentais influenciadas pela predação (Caro et al. 2004; Campos e Fedigan, 2014). Sendo assim, a predação é um importante agente de seleção natural e tem forte influência na evolução comportamental das espécies (Lima e Dill 1990; Childress e Lung 2003).

O comportamento de vigilância geralmente é definido como o escaneamento do ambiente (i.e., direcionado para fora do grupo), sendo considerado um importante facilitador na detecção de predadores ou na regulação de interações sociais (Alberts, 1994). Um dos benefícios mais importantes da vida em grupo é a vigilância contra predadores (Elgar, 1989), e muitos estudos têm encontrado uma variação deste comportamento de vigilância de acordo com fatores específicos, tais como o tamanho do grupo, o sexo dos indivíduos, a posição do indivíduo dentro do grupo (e.g., central ou periférica), o status social e a distância para o vizinho mais próximo (Elgar, 1989; Hirsch, 2002; Beauchamp, 2003, 2008; Li et al., 2009).

O tamanho do grupo e o sexo são duas das variáveis que mais têm recebido atenção por estudos de vigilância nas últimas décadas (Beauchamp 2008; Li et al., 2009). A influência do tamanho do grupo sobre o comportamento de vigilância pode ser explicada por duas hipóteses principais: a hipótese da diluição e a hipótese da detecção (Roberts, 1996). De acordo com a hipótese da diluição, o risco de predação individual tende a diminuir com o aumento do tamanho do grupo (Rose e Fedigan, 1995; Shi et al. 2011) devido à diminuição da eficiência na detecção da presa pelos predadores. Por outro lado, a hipótese de detecção, também conhecida como "efeito de muitos olhos", sugere que o risco de predação diminui em grupos maiores devido ao aumento da probabilidade da detecção de predadores e do comportamento de alarme por membros do grupo (Rose e Fedigan, 1995; Childress e Lung 2003). Neste sentido, indivíduos que fazem parte de grupos maiores tendem a realizar menos o comportamento de vigilância direcionado para fora do grupo.

As variações no comportamento de vigilância associadas ao sexo dos indivíduos, podem estar relacionadas com um maior requerimento energético das fêmeas, como, por exemplo, para

a reprodução, amamentação e cuidado parental (Burger et al., 2000; Li e Jiang, 2008; Shi et al., 2011), podendo interferir negativamente nas frequências do comportamento de vigilância direcionado para fora do grupo. Por outro lado, no caso dos machos, o interesse reprodutivo (Clutton-Brock, 1977; Moura e Alonso 2000) pode levar a um aumento na frequência do comportamento de vigilância direcionado para dentro do grupo com o objetivo de procurar outras fêmeas.

Outro fator importante relacionado com a variação na intensidade do comportamento de vigilância em animais sociais é o cuidado parental. Por exemplo, nos mamíferos em geral, fêmeas com filhotes apresentam um nível elevado de vigilância em comparação às fêmeas sem filhotes (Buger e Gochfeld 1994). Nesse contexto, a função da vigilância é proteger a prole do risco de predação e ameaças coespecíficas (Caro, 2005). Este comportamento pode ser intensificado quando há possibilidade de um ataque eminente de um predador ou quando o infanticídio é provável (Treves et al. 2003).

Do mesmo modo, a intensidade do comportamento de vigilância pode variar de acordo com a classe etária, mas existe incerteza em relação a classe etária que é mais ou menos vigilante. Indivíduos jovens apresentam pouca eficiência no forrageio quando comparado a indivíduos adultos e, portanto, podem gastar mais tempo forrageando, o que resultaria em uma menor intensidade no comportamento de vigilância tanto para coespecíficos, quanto para ameaças de predação (Janson e Van Schaik, 1993; Moura e Alonso 2000). Alternativamente, indivíduos jovens podem ser mais vigilantes devido ao seu tamanho corpóreo reduzido e pela falta de habilidade em escapar de predadores (Holmes 1984; Lougry 1992), o que resultaria em uma maior intensidade do comportamento de vigilância direcionado para defesa contra estímulos externos (e.g., predadores).

Outro aspecto que pode influenciar o comportamento de vigilância é o uso de diferentes estratos pelos indivíduos. Por exemplo, a utilização do estrato terrestre por espécies arbóreas pode intensificar o comportamento de vigilância direcionado para fora do grupo devido a uma maior exposição à predação, considerando-se a pouca eficiência de deslocamento destas espécies no solo (Hirsch 2002; Mourthé et al. 2007; Tabacow et al. 2009).

Além da funcionalidade do comportamento de vigilância para a detecção de predadores, a vigilância em primatas também pode servir para uma variedade de funções, como, por exemplo, auxiliar na procura de alimentos, no planejamento de rotas e na coleta de vários tipos de informações (e.g., encontros intergrupais, comunicação intragrupo e relações sociais afiliativas) relacionadas ao monitoramento social intra ou extra-grupo (Treves, 2000; Stanford,

2002; Kutsukake 2006; Campos e Fedigan, 2014). Estudos anteriores correlacionaram o aumento da vigilância social com o aumento da proximidade entre indivíduos devido a uma maior competição por comida e recursos (Hirsch 2002; Kutsukake 2006,2007; Gaynor e Cords 2012). Nesse sentido, em espécies de primatas que apresentam filopatria masculina (i.e., os indivíduos do sexo masculino permanecem no grupo) e/ou promiscuidade, como no caso do muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus* Kuhl,1820), o aumento na frequência de vigilância associado a proximidade entre os machos, pode funcionar como uma cooperação para otimizar as oportunidades de cópula, uma vez que conseguiriam ampliar o monitoramento das fêmeas aptas dentro do grupo, aumentando assim as frequências de vigilância intragrupal (Strier et.al., 2002). Diferentemente, em espécies não pacíficas, ou seja, que apresentam agressões entre membros do grupo ou que apresentam níveis hierárquicos (i.e., grupos compostos por indivíduo alfa e subordinados), assim como acontece na grande maioria dos primatas, indivíduos aumentariam suas frequências de vigilância intragrupal, em resposta ao risco de agressão, resultando em maiores taxas de vigilância voltadas para o monitoramento social (Caine e Mara, 1988, Treves, 2000).

O muriqui-do-norte, o maior primata das Américas e endêmico da Mata Atlântica do sudeste do Brasil, possui uma população estimada em menos de 1.000 indivíduos distribuídos em 12 remanescentes florestais situados nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo (Strier et al. 2017). A espécie encontra-se criticamente em perigo de extinção em nível regional, nacional e global (Mendes et al. 2005, Mittermeier et al. 2006; Ferraz et al. 2019). Os muriquis possuem características únicas como padrões de despigmentação na face, coloração da pelagem e algumas marcas naturais, permitindo a identificação e monitoramento de cada indivíduo na população (Strier et al., 2006).

Adicionalmente, os muriquis apresentam aspectos ecológicos e comportamentais singulares, principalmente caracterizados por serem pacíficos e possuírem um tipo de sociedade igualitária com baixos níveis de agressão intragrupo (Strier, 1990, 1992). Esses padrões sociais e ecológicos exclusivos da espécie, motiva a investigação do comportamento de vigilância, dado que essas características corroboraram para uma maior vigilância voltada para fatores externos ao grupo, ou seja, para o escaneamento do ambiente (i.e., defesa contra predação ou monitoramento de outras ameaças externas ao grupo).

Avaliamos se o tamanho do grupo, o sexo do indivíduo, o cuidado parental (i.e., proporção de registros com filhotes), a classe etária (i.e., infante, jovem e adulto) e a localização do indivíduo (i.e., solo ou árvore) influenciariam a frequência (ou a intensidade) e o

direcionamento da vigilância, ou seja, a vigilância voltada para dentro do grupo (i.e., indicativo de monitoramento social) ou para fora do grupo (i.e., indicativo de defesa contra estímulos externos) em uma população de muriquis que habita um remanescente de Mata Atlântica localizado no sudeste do Brasil.

Visto que muriqui é uma espécie pacífica, esperávamos uma maior proporção do direcionamento de vigilância voltado para fora do grupo. Em relação as variáveis avaliadas, esperávamos que (i) o tamanho do grupo influenciasse negativamente a frequência (ou intensidade) de vigilância devido à melhor detecção de predadores e a diminuição do risco de predação em grupos maiores (Rose e Fedigan, 1995; Childress e Lung, 2003; Shi et al., 2011). Sendo assim, grupos menores teriam uma maior vigilância voltada para fora do grupo em consequência dos efeitos de detecção e diluição de ameaças. Em relação às diferenças entre sexos, esperávamos que (ii) os machos apresentassem uma maior frequência de vigilância do que as fêmeas devido ao interesse reprodutivo dos primeiros (Clutton-Brock, 1977; Moura e Alonso 2000), onde uma maior frequência de vigilância aumentaria o monitoramento para fêmeas aptas à cópula (Strier et al.,2002). Dessa maneira, a vigilância para dentro grupo seria maior pelos machos, corroborando com a função de monitoramento social intragrupo (e.g.; Gaynor e Cords 2012). Também esperávamos uma (iii) maior frequência de vigilância em fêmeas com filhotes quando comparada com aquelas sem filhotes, já que o cuidado parental pode estar positivamente correlacionado com a frequência de vigilância (e.g., Buger e Gochfeld 1994; Caro, 2005). Portanto, esperávamos que a vigilância para fora do grupo assumisse o papel principal em fêmeas com filhotes devido a vulnerabilidade dos mesmos. Com relação à classe sexo-etária, esperávamos que (iv) indivíduos adultos apresentassem uma maior frequência de vigilância em relação aos infantes e jovens, já que indivíduos imaturos apresentam uma menor eficiência no forrageio e, portanto, um menor escaneamento do ambiente, concentrando-se maior tempo na alimentação (Janson e van Schaik, 1993; Moura e Alonso, 2000). Consequentemente, esperávamos um maior direcionamento para fora do grupo dos adultos. Por fim, esperávamos (v) uma maior frequência de vigilância no extrato terrestre do que no arbóreo devido a uma maior vulnerabilidade aos grandes predadores no solo (e.g., onça parda *Puma concolor*; Santos et al., 2014) e, desse modo, esperávamos uma maior vigilância voltada para fora do grupo quando os indivíduos estivessem no extrato terrestre.

2 MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural Feliciano Miguel Abdala (RPPN FMA), localizada no município de Caratinga, Minas Gerais, sudeste do Brasil. A reserva é caracterizada por um mosaico florestal em diferentes estágios de regeneração devido aos impactos antropogênicos, como plantações e pastagens (Strier e Boubli, 2006; Boubli et al., 2011; Strier, 2014).

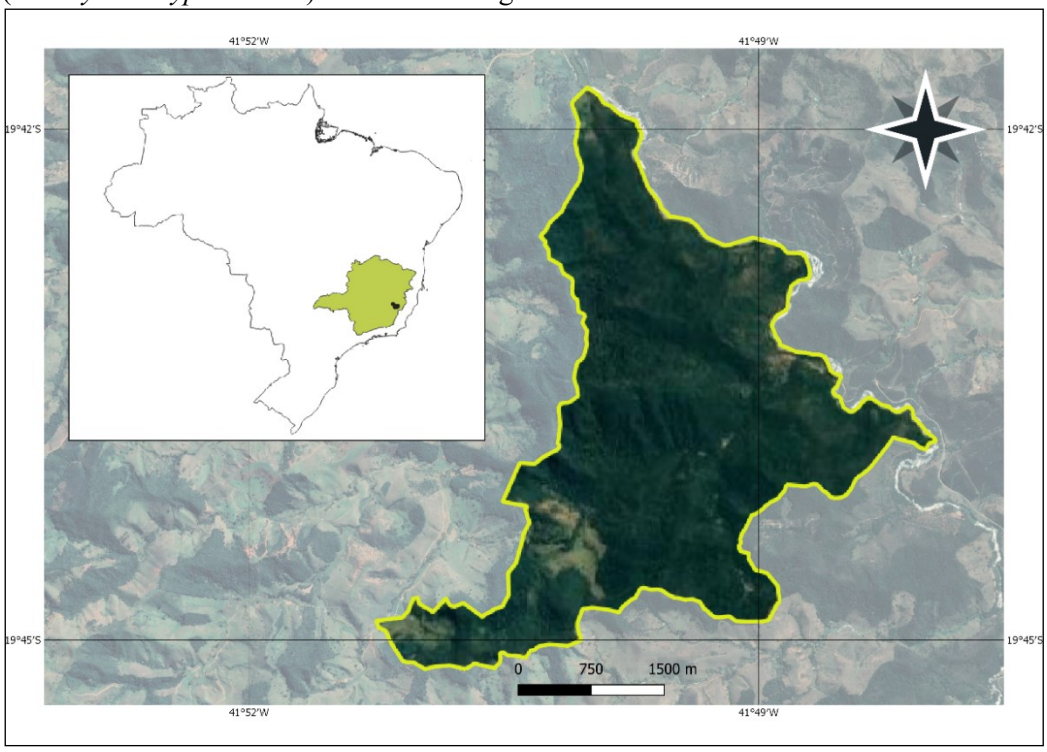
A vegetação nativa da RPPN FMA é caracterizada por remanescentes de Floresta Atlântica Estacional Semidecidual, abrangendo 957,57 ha situados à margem esquerda do rio Manhuaçu. A reserva está inserida no domínio morfoclimático Tropical Atlântico, composta por colinas e vales com altitude variando entre 318 m a 682 m. Na região, o clima apresenta variação sazonal, onde a estação chuvosa compreende os meses de novembro a abril e a estação seca, os meses de maio a outubro (Strier et al., 2001, Strier e Mendes, 2012).

Durante a coleta de dados, a temperatura média mensal variou entre 14,1 e 31,9ºC, sendo julho o mês com a temperatura mais baixa e novembro o mês com a temperatura mais alta. Janeiro foi o mês que apresentou maior pluviosidade registrada (i.e., 385,7 mm) e agosto foi o mês com a menor pluviosidade registrada (i.e., 3,2 mm). Os dados climáticos foram obtidos diariamente através de um pluviômetro instalado próximo a base de estudos e termômetros localizados próximos à borda da mata (Strier, 1987).

A RPPN FMA possui uma população que, durante o período de estudo, era composta por 4 grupos (Matão, Jaó, M2 e Nadir) e 1 sub-grupo do grupo Matão (Nancys), dos quais estudos sistemáticos sobre ecologia, comportamento, reprodução e demografia vem sendo desenvolvidos desde 1983 (Strier e Mendes, 2012 ; Strier e Boubli, 2006). Na área de estudo, Printes *et al*. (1996) destaca a irara (*Eira barbara*) e o gavião-de-cabeça-cinza (*Leptodon cayanensis*) como potenciais predadores. Além do mais, vestígios de muriqui já foram encontrados em fezes de jaguatirica (*Leopardus pardalis*) (Bianchi2001; Bianchi e Mendes 2007), e Santos et al. (2014) relatou ainda que a ordem Primates teve o segundo maior índice de ocorrência na composição da dieta da onça parda (*Puma concolor*) no local, sendo muriqui a espécie mais comum. Outro potencial predador é o cão doméstico, espécie exótica e invasora extremamente comum e abundante na RPPN FMA (Paschoal et al., 2012; Paschoal et al., 2016). Entretanto, durante todo o período de coleta dos dados, não houve nenhum registro de eventos

de predação, apesar do constante registro de onças pardas e cães domésticos em armadilhas fotográficas instaladas na área de estudo (Karen Strier, com.pess.).

Figura 1. Localização da área de estudo evidenciando o limite da RPPN FMA situada ao leste do estado de Minas Gerais (Datum WGS 84), sudeste do Brasil, onde ocorre a população de muriquis-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) estudada Cartografia base: ZEE-MG.



2.3 Coleta de dados

Os dados foram coletados diariamente durante o período de agosto de 2015 a julho de 2016, totalizando 246 dias de amostragem divididos entre dois grupos (Matão e M2) e um subgrupo (Nancys) de muriquis. Para coleta dos dados seguiu-se o protocolo estabelecido por Strier (2018), o qual utiliza o método *scan-sampling* em intervalos de 30 minutos com duração de cinco minutos cada um.

O comportamento de vigilância foi definido como movimentos da cabeça dos muriquis nos quais o olhar estava além do próprio braço (Treves 1998).Os indivíduos que no momento do registro forrageavam e ao mesmo tempo escaneavam o ambiente a procura de comida com o olhar próximo ao braço, em situações onde o grupo estava definindo rotas de viagem e quando os indivíduos estavam viajando, foram considerados não vigilantes. As categorias de vigilância foram registradas de acordo com a Tabela 1, seguindo os padrões de coleta de dados do Manual do Projeto Muriqui de Caratinga (Strier, 2018). Posteriormente, agrupamos as categorias de vigilância em dois tipos de direcionamento: “Monitoramento Social” (MS) e “Defesa contra

estímulos externos" (DF) (Tabela 1). A categoria "Observador" foi agrupada como "Defesa contra estímulos externos" porque o observador (i.e., pesquisador) é um estímulo externo. A categoria "Outro" relacionou-se ao direcionamento do olhar em direção a outros táxons (e.g., cães, aves, outros primatas) que não eram coespecíficos. A categoria "Indeterminado" relacionou-se aos registros nos quais o olhar do indivíduo alternava entre direções diferentes (i.e., para cima, para baixo e lateralmente), mas não estava voltado para outro membro do grupo. Essas três categorias ("Observador", "Outro" e "Indeterminado") foram agrupadas no direcionamento relativo à "Defesa contra estímulos externos". Já as categorias "Muriqui" foram agrupadas no direcionamento relativo ao "Monitoramento Social", e relacionaram-se com o direcionamento do olhar voltado para coespecíficos. Os indivíduos os quais não foi possível precisar o tipo de comportamento de vigilância no momento do registro (n=138) foram enquadrados na categoria não observável.

Tabela 1 - Categorias de vigilância utilizadas no protocolo de coleta de dados (reproduzido de Strier, 2018) em uma população de muriquis na RPPN FMA, sudeste do Brasil. As categorias de vigilância foram classificadas em : olhar voltado para o "Observador" (i.e., pesquisador), "Outro" (i.e., outros táxons), "Muriqui" (i.e., coespecífico) e "Indeterminado" (i.e., olhares com direções alternadas, mas não para outro táxon e coespecífico) e variaram em relação a distância aproximada do indivíduo até o alvo. As categorias "Observador", "Outro" e "Indeterminado" foram agrupadas como direcionamento relativo à "Defesa contra estímulos externos" (DF) e as variações dentro da categoria "Muriqui" foram agrupadas como direcionamento relativo ao "Monitoramento social" (MS).

Sigla	Categoria	Direcionamento
N	NÃO VIGILANTE	-
NO	NÃO OBSERVÁVEL	-
OA>10	OBSERVADOR - ALTO MAIS DE 10m	DF
OA10	OBSERVADOR - ALTO ATÉ 10m	DF
OH>10	OBSERVADOR - HORIZONTE MAIS DE 10m	DF
OH10	OBSERVADOR - HORIZONTE ATÉ 10m	DF
OB>10	OBSERVADOR - BAIXO MAIS DE 10m	DF
OB10	OBSERVADOR - BAIXO ATÉ 10m	DF
MA>10	MURIQUI - ALTO MAIS DE 10m	MS
MA10	MURIQUI - ALTO ATÉ 10m	MS
MAID	MURIQUI - ALTO INDETERMINADO	MS
MH>10	MURIQUI - HORIZONTE MAIS DE 10m	MS
MH10	MURIQUI - HORIZONTE ATÉ 10m	MS
MHID	MURIQUI - HORIZONTE INDETERMINAD	MS
MB>10	MURIQUI - BAIXO MAIS DE 10m	MS
MB10	MURIQUI - BAIXO ATÉ 10m	MS
MBID	MURIQUI - BAIXO INDETERMINADO	MS
10ª	OUTRO - ATÉ 10m – ALTO	DF
10H	OUTRO - ATÉ 10m – HORIZONTE	DF
10B	OUTRO - ATÉ 10m – BAIXO	DF
>10ª	OUTRO - MAIS DE 10m – ALTO	DF
>10H	OUTRO -MAIS DE 10m – HORIZONTE	DF
>10B	OUTRO - MAIS DE 10m – BAIXO	DF
HID	OUTRO - INDETERMINADO – HORIZONTE	DF
AID	OUTRO -INDETERMINADO – ALTO	DF
BID	OUTRO - INDETERMINADO – BAIXO	DF
ID	INDETERMINADO	DF

2.4 Coleta de variáveis biológicas e ecológicas

Para explorar os fatores que poderiam influenciar a intensidade (ou a frequência) do comportamento de vigilância, assim como, o direcionamento da vigilância, variáveis biológicas e ecológicas foram mensuradas em cada *scan*. No momento do escaneamento dos indivíduos foram levantados os seguintes dados: o grupo e/ou subgrupo ao qual o indivíduo pertencia (i.e., se integrante do grupo Matão, ou M2, ou subgrupo Nancys), a classe etária do indivíduo (i.e., se juvenil, jovem ou adulto), o sexo do indivíduo (i.e., se macho ou fêmea), se o indivíduo fêmea estava ou não carregando seu filhote e a posição do indivíduo (i.e., se estava localizado no chão ou na árvore). Para esta última variável, foi considerado que o indivíduo estava no chão quando o mesmo estava em contato com o solo, independentemente se utilizava ou não o estrato arbóreo simultaneamente.

A identificação dos indivíduos foi feita através das pigmentações em suas faces (Strier e Mendes, 2012; Strier e Boubli, 2006). A partir desta identificação foi possível saber o sexo, assim como o grupo (ou subgrupo) e a classe etária dos indivíduos. A classificação da idade seguiu Strier et al. (2017) e, no presente estudo, agrupamos os indivíduos em três categorias de classe etária: Infantes (< 2 anos); Jovens (de 2 a 6 anos) e; Adultos (> 6 anos). No momento da amostragem, o tamanho e a composição dos grupos e subgrupo alvos do estudo foram as seguintes: Matão com 120 indivíduos (66 fêmeas e 54 machos); M2 com 60 indivíduos (29 fêmeas e 31 machos) e Nancys com 17 indivíduos (9 fêmeas e 8 machos).

3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

3.1 Modelando a frequência de ocorrência do comportamento de vigilância em função de variáveis

Com o intuito de avaliar as variáveis biológicas e ecológicas que poderiam influenciar a frequência do comportamento de vigilância entre os indivíduos de muriquis, utilizamos o modelo de ocupação "single-season" (MacKenzie et al., 2002) no Programa MARK (White e Burnham, 1999). Este modelo possui dois parâmetros, os quais podem ser modelados em função de variáveis preditoras, a probabilidade de ocupação (Ψ) e a probabilidade de detecção (*p*). A probabilidade de ocupação (Ψ) é definida como a probabilidade de uma unidade amostral *i* estar ocupada por uma espécie alvo. A probabilidade de detecção (*p*) é definida como a probabilidade de detectar a espécie alvo no sítio *i*, na ocasião de amostragem *t*, dado que a unidade amostral está ocupada pela espécie alvo. No presente estudo, entretanto, a nossa unidade amostral foi o indivíduo de muriqui.

Deste modo, nós agrupamos os scans de cada dia de amostragem para compor os históricos para cada indivíduo de muriqui (N=197). Especificamente, nós registramos a detecção (1) ou não (0) do comportamento de vigilância para cada indivíduo de muriqui durante cada um dos dias (ou ocasiões) de amostragem (n= 246). Assim, interpretamos o parâmetro Ψ como sendo a probabilidade de ocorrência do comportamento de vigilância no indivíduo *i* ou na população de muriquis amostrada. Como acreditamos que todos os muriquis fazem o comportamento de vigilância, não modelamos o parâmetro (Ψ) em função de variáveis (i.e., somente o intercepto foi usado para a estrutura de modelos em (Ψ). Entretanto, como a intensidade ou a frequência de ocorrência desta vigilância pode variar entre os indivíduos, nós modelamos o parâmetro (*p*) em função de variáveis biológicas e ecológicas, e interpretamos este parâmetro como sendo um "proxy" para a intensidade ou a frequência (Massara et al., 2018) de ocorrência do comportamento de vigilância entre os indivíduos de muriquis.

Avaliamos se a frequência de ocorrência do comportamento de vigilância (*p*) poderia ser influenciada pelas seguintes variáveis preditoras: sexo (i.e., variável categórica: macho ou fêmea), classe-etária (i.e., variável categórica: infante, jovem e adulto), tamanho do grupo, proporção de registros no chão e proporção de registros de fêmeas com filhotes em cada uma das ocasiões diárias. Para investigar a influência dessas variáveis no comportamento de vigilância, apenas foram considerados os registros quando foi possível identificar precisamente o indivíduo de muriqui e a categoria de vigilância, sendo assim, foram excluídos 504 registros

"sem identidade" para o grupo Matão, 425 para o grupo M2 e 15 para o subgrupo Nancys e além dos registros "sem identidade", 63 registros com direcionamento de vigilância "não observável" foram excluídos para o grupo Matão, 72 para o grupo M2 e 3 para o subgrupo Nancys.

Utilizamos o critério de seleção de Akaike ajustado para pequenas amostras (AICc) para selecionar o modelo (ou variável) mais parcimonioso e adotamos modelos com Δ AICc ≤ 2 como igualmente plausíveis (Burham e Anderson, 2002). Para avaliar se houve falta de independência entre as unidades amostrais (i.e., muriquis), usamos o método "median c-hat" disponível no Programa MARK, o qual avalia a ocorrência de uma variação extrabinomial nos dados (i.e., sobredispersão) quando o c-hat estimado é maior que 1 (White, 2002). Usamos os métodos de máximo verossimilhança disponível no Programa MARK para obter as estimativas de probabilidade de ocorrência (Ψ) e de intensidade de ocorrência (p) do comportamento de vigilância na população de muriquis amostrada.

3.2 Modelando o direcionamento do comportamento de vigilância em função de variáveis

Para avaliar se as variáveis preditoras acima descritas influenciariam no direcionamento (Monitoramento social vs. Defesa contra estímulos externos) do comportamento de vigilância, utilizamos apenas os registros dos indivíduos que foram vigilantes ao longo da amostragem (N=176). Para tal, somente foram considerados os registros quando foi possível identificar precisamente o indivíduo e o direcionamento da categoria de vigilância.

Utilizamos um Modelo Linear Generalizado (GLM) com distribuição binomial para explorar a influência de cada variável preditora sobre a proporção de registros do comportamento de vigilância relativos à defesa contra estímulos externos (i.e., variável resposta). Também utilizamos o critério de seleção de Akaike ajustado para pequenas amostras (AICc) para selecionar o modelo (ou hipótese) mais parcimonioso, e adotamos modelos com Δ AICc ≤ 2 como igualmente plausíveis. Para avaliar a sobredispersão (c-hat > 1), utilizamos o método de Pearson. Estas análises foram realizadas usando o pacote AICcmodavg (Mazerolle 2019) do Programa estatístico R.

4 RESULTADOS

Durante o período de estudo foram obtidos 13.026 registros de comportamento por varredura instantânea (*scan-sampling)*. Utilizamos um total de 11.944 registros para analisar a frequência de ocorrência da vigilância em função das variáveis. A porcentagem dos registros utilizados para a análise em relação a todos os registros por grupo foi:7.255 dos 7.822 registros para o grupo Matão (92,7%), 138 dos 156 registros para o subgrupo Nancys (88,4%) e 4.551 dos 5.048 registros para o grupo M2 (90,1%). Utilizamos 1.029 registros (7,9%) para a análise do direcionamento da vigilância em função das variáveis.

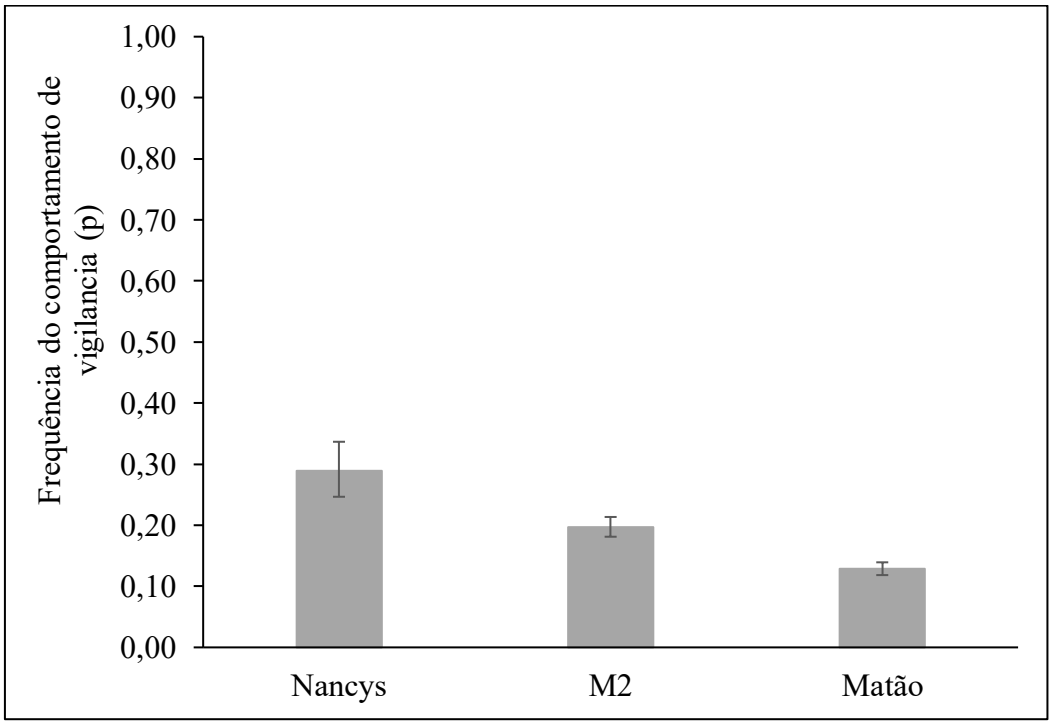
O resultado da análise de sobredispersão para os modelos de ocupação não indicou variação extra binomial nos dados ou falta de independência entre os registros de comportamento de vigilância dos indivíduos, indicando que nossas unidades amostrais foram independentes (c-hat = 1,04; IC - 95% = 0,95 -1,13). A probabilidade de ocorrência do comportamento de vigilância (Ψ) na população de muriquis foi de 0,98 (IC - 95% = 0,92 – 1,00), corroborando a nossa hipótese inicial de que praticamente todos os indivíduos da população são vigilantes. Já a frequência de ocorrência do comportamento de vigilância (p) foi influenciada somente pelo tamanho do grupo (Δ AIC ≤ 2) (Tabela 2), sendo que grupos menores foram mais vigilantes do que grupos maiores. O subgrupo Nancys apresentou uma frequência de ocorrência de vigilância aproximadamente duas vezes maior que o maior grupo (i.e., Matão) (Figura 2).

Tabela 2 – Ranqueamento das variáveis avaliadas como possíveis influenciadoras da frequência de ocorrência do comportamento de vigilância de muriquis na RPPN FMA, sudeste do Brasil. Das variáveis interpreta- se: tamanho do grupo (grupos com tamanhos diferentes: Matão, M2 e Nancys), classe etária (infante, jovem e adulto), sexo (macho ou fêmea), proporção de registros com filhotes (proporção de registros de fêmeas em contanto com o filhote no momento da observação), proporção de registros no chão (proporção de registros dos indivíduos no solo no momento da observação).

Model	AICc	Delta AICc	AICc Weights	Model Likelihood	Num. Par	Deviance
p(tamanho do grupo)Ψ(.)	5188,89	0,00	1,00	1,00	3	5182,76
p(classe etária)Ψ(.)	5212,24	23,35	0,00	0,00	3	5206,11
p(sexo)Ψ(.)	5235,67	46,78	0,00	0,00	3	5229,54
p(proporção de registros com filhotes)Ψ(.)	5238,37	49,48	0,00	0,00	3	5232,24
p(.)Ψ(.)	5240,82	51,94	0,00	0,00	2	5236,76
p(proporção de registros no chão)Ψ(.)	5242,87	53,98	0,00	0,00	3	5236,74

Legenda: AICc= critério de informação de Akaike corrigido para pequenas amostras; ΔAICc= diferença do valor de AICc do modelo em questão em relação ao modelo melhor ranqueado; wAICc = peso de evidência do modelo; Likelihood = Verossimilhança do Modelo; Num.Par = número de parâmetros; Deviance = ajuste do modelo.

Figura 2–Frequência de ocorrência (p) do comportamento de vigilância (± IC - 95%) para os três grupos de muriquis amostrados na RPPN FMA, sudestes do Brasil, de agosto de 2015 a julho de 2016.



O resultado da análise de sobredispersão do GLM também não revelou variação extrabinomial nos dados (c-hat = 1,00). O modelo nulo teve suporte de acordo com o critério

de seleção de modelos adotado (Δ AICc ≤ 2), indicando que a influência das variáveis preditoras sobre o direcionamento do comportamento de vigilância foi fraca (Tabela 3). Baseando-se nas estimativas do modelo nulo, o comportamento de vigilância direcionada para defesa contra estímulos externos foi de 0,93 ou 93% (IC - 95% = 0,91-0,94) para a população de muriquis amostrada. Alternativamente, apenas 7% das vezes os muriquis vigilantes direcionaram para coespecíficos.

Tabela 3 – Ranqueamento das variáveis avaliadas como possíveis influenciadoras do direcionamento do comportamento de vigilância por muriquis na RPPN FMA, sudeste do Brasil. Das variáveis interpreta-se: tamanho do grupo (grupos com tamanhos diferentes Matão, M2 e Nancys), classe etária (infante, jovem e adulto), sexo (macho ou fêmea), proporção de registros com filhotes (proporção de registros de fêmeas em contanto com o filhote no momento da observação), proporção de registros no chão (proporção de registros dos indivíduos no solo no momento da observação).

Modelo	AICc	Delta AICc	AICc Weights	Num. Par	Deviance
Presença de filhotes	257,84	0,00	0,35	2	-126,88
Proporção no chão	259,18	1,34	0,18	2	-127,56
Modelo nulo	259,28	1,44	0,17	1	-128,63
Classe-etária	259,62	1,78	0,14	2	-127,77
Sexo	260,31	2,47	0,10	2	-128,12
Tamanho do grupo	261,31	3,47	0,06	2	-128,62

Legenda: AICc= critério de informação de Akaike corrigido para pequenas amostras; ΔAICc= diferença do valor de AICc do modelo em questão em relação ao modelo melhor ranqueado; wAICc = peso de evidência do modelo; Num.Par = número de parâmetros; Deviance = ajuste do modelo.

5 DISCUSSÃO

Dentre todas as variáveis analisadas no presente estudo que poderiam influenciar a frequência (i.e., intensidade) no comportamento de vigilância, apenas a variável 'tamanho do grupo' exerceu influência sobre o comportamento de vigilância da população de muriquis da RPPN FMA. O tamanho do grupo influenciou negativamente a frequência de ocorrência do comportamento de vigilância na população de muriquis, corroborando estudos prévios realizados com mamíferos (Rose e Fedigan, 1995; Hirsch 2002; Li et al. 2009; Shi et al. 2011) e aves (Elgar 1989; Roberts, 1996). Adicionalmente, em ungulados africanos, os níveis mais altos de vigilância foram verificados em grupos menores (Creel et al. 2014), consolidando nossos resultados e evidenciando as duas hipóteses (da diluição e/ou da detecção) como as principais justificativas para os resultados encontrados. Essas hipóteses implicam em repostas comportamentais individuais, sendo que indivíduos integrantes de grupos maiores, devido ao efeito da diluição de indivíduos, tendem a possuir uma menor probabilidade de serem predados devido ao "efeito confuso" do predador (Rose e Fedigan, 1995; Childress & Lung 2002). Além do mais, indivíduos de grupos maiores possuem uma maior segurança da detecção de predadores pelos integrantes do grupo, o que é conhecido como o "efeito de muitos olhos" (Rose e Fedigan, 1995; Childress e Lung 2003). Estas respostas comportamentais individuais em grupos maiores podem estar relacionadas com uma menor frequência de ocorrência do comportamento de vigilância, o que não é esperado para indivíduos que integram grupos menores.

Efeitos significativos do aumento do comportamento de vigilância foram observados somente sob determinadas condições (Childress e Lung 2003). Por exemplo, indivíduos tendem a aumentar a frequência de vigilância quando ocorrem alterações na disponibilidade de recursos, aumento na possibilidade de encontros intergrupais e aumento da pressão de predação (Childress e Lung 2003). Portanto, é de se esperar que animais que forrageiam em grupos sociais maiores, podem gastar ainda mais tempo otimizando o forrageio sem comprometer seu risco de exposição à predação (Lima 1995; Shi et al. 2010).

Contrariamente, outros estudos evidenciaram a ausência do efeito do tamanho do grupo no comportamento de vigilância (e.g.babuínos *Papio ursinus*, Cowlishaw 1998; bugio-preto , *Alouatta pigra,* Treves et al., 2001), onde supostamente a baixa pressão de predação poderia ser responsável por tal resultado como sugerido por Kutsukake (2007) no seu estudo com chimpanzés (*Pan troglodytes scweinfurthii*). Entretanto, no caso dos muriquis da RPPN FMA, a volta dos grandes felinos na área de estudo (Strier, 2007)e a grande abundância de cachorros

domésticos (Paschoal et al., 2012; Paschoal et al.,2016; Karen Strier, com. pess) representam uma potencial pressão de predação, podendo levar a uma intensificação do comportamento de vigilância por grupos menores.

Não houve influência do sexo do indivíduo na frequência de ocorrência do comportamento de vigilância na população de muriquis estudada. A falta de relação entre sexo e comportamento de vigilância já foi verificada em outras espécies de primatas, incluindo lêmures-de-cauda-anelada (*Lemur catta,* Gould 1996) e o colobo-branco (*Collobus vellerosus*, Macintosh e Sicotte, 2009). Entretanto, Gould et al. (1996) correlacionam maiores caninos e/ou tamanho corporal, assim como melhores condições físicas dos machos, como uma das hipóteses para que os machos apresentem maiores frequências de comportamento de vigilância em relação às fêmeas, fornecendo mais vigilância e proteção para as fêmeas do grupo. Caiararas (*Cebus capucinus*) sustentam essa premissa, onde os machos são mais vigilantes que as fêmeas (Rose e Fedigam1995). Esses aspectos, entretanto, não se aplicam para a espécie alvo, uma vez que os muriquis não possuem dimorfismo sexual em relação ao tamanho corpóreo e à dentição, além de não apresentarem dominância hierárquica e competição pelas fêmeas aptas a cópula (Strier et al.,2002.) No entanto, o que pode estar relacionado com a falta de influência do sexo no comportamento de vigilância dos muriquis seria a promiscuidade, ou seja, a falta de competição por acesso às fêmeas, não exigindo uma diferença significativa no comportamento de vigilância dos machos.

Contra nossas predições, o tipo de estrato utilizado (chão vs. árvore) não influenciou a frequência de ocorrência do comportamento de vigilância na população de muriquis estudada. Na área de estudo existe a possibilidade de predação tanto por predadores terrestres (mamíferos carnívoros Bianchi e Mendes 2007; Santos et al. 2014; Paschoal et al., 2016), como por predadores aéreos (e.g., *Leptodon cayanensis* Printes et al. 1996). Além disso, simultaneamente à coleta dos nossos dados, estavam dispostas armadilhas fotográficas as quais registraram potencias predadores, como a onça-parda (*Puma concolor*), a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), irara (*Eira barbara*) e cães domésticos (*Canis lupus familiaris*) na área de estudo. Portanto, a ausência de influência do estrato na frequência de ocorrência do comportamento de vigilância pode ser explicada pela pressão de predação que pode ocorrer de modo equivalente tanto no solo, quanto no estrato arbóreo, mas isso deve ser melhor investigado por trabalhos futuros.

O cuidado parental, aqui considerado como fêmeas que carregaram seus filhotes no momento das observações, não influenciou a frequência de ocorrência do comportamento de vigilância, contrariando nossas previsões e estudos anteriores com ungulados (Li et al. 2007; Li

et al.,2009), chimpanzés (Kutsukake 2007) e veados-vermelhos (Childress e Lung 2003), os quais demonstraram um aumento de vigilância das fêmeas devido a uma possível resposta contra a predação dos filhotes. É possível, entretanto, que a ausência de influência dos filhotes na frequência do comportamento de vigilância das mães muriquis seja devido às relações sociais de proximidade com outras fêmeas com filhotes do grupo, tendo em vista a composição social multi machos e multi fêmeas, que pode gerar maior segurança e otimização do forrageio (Strier,1992). Outra possibilidade seria o aumento do comportamento de vigilância pelas fêmeas somente com os filhotes, em uma determinada classe etária, o que é difícil precisar em estudo com animais de vida livre.

A classe etária também não influenciou a frequência de ocorrência do comportamento de vigilância na população de muriquis. Teoricamente, indivíduos juvenis podem ser menos vigilantes do que adultos em função do maior movimento espacial, maior comportamento exploratório, inexperiência e maior requerimento energético (Bednekoff e Ritter, 1994; Pecorella et al., 2018). Alternativamente, outra hipótese indica que juvenis podem ser mais vigilantes do que os adultos por duas razões: 1) pela maior vulnerabilidade devido a um tamanho corpóreo reduzido e; 2) pela habilidade reduzida em escapar de predadores(Holmes, 1984; Loughry;1992).Vale ressaltar, entretanto, que características únicas dos muriquis, como a pacificidade da espécie (i.e., não ocorrem agressões entre membros do grupo) e a ausência de hierarquia entre os membros do grupo (i.e., insubordinação de indivíduos na população), podem resultar em taxas de vigilâncias iguais entre as classes etárias.

O direcionamento da vigilância não foi influenciado por nenhuma das variáveis avaliadas. Isso pode estar relacionado ao fato de que praticamente todos os indivíduos amostrados (93%), quando vigilantes, terem direcionado a vigilância para fora do grupo (“proxy” para defesa contra estímulos externos), corroborando nossa hipótese inicial. Entretanto, essa alta porcentagem pode ter influenciado, não permitindo diferenciar os fatores (ou variáveis) direcionadores da vigilância. Nossos resultados corroboram os achados de Gould (1996), onde lêmures-de-calda-anelada (*Lemur catta*) foram mais vigilantes para ameaças externas e predação do que para coespecíficos de outros grupos, suportando a hipótese da detecção de predadores como a principal explicação para o comportamento de vigilância nessa espécie ao invés de um comportamento de vigilância voltado para o monitoramento social. Vale ressaltar que adicionamos o “observador” (i.e., o pesquisador) na categoria de “defesa contra estímulos externos” (DF), já que o mesmo representa um fator externo ao ambiente natural de muriquis. Mesmo que a população de muriquis da RPPN FMA esteja habituada com a presença

do pesquisador desde 1983 no caso do grupo Matão e do subgrupo Nancys, e a partir de 2002 no caso do grupo M2, 347 registros (33,7%) do comportamento de vigilância foram direcionados para o "observador". Infelizmente, não é possível avaliar o custo desse direcionamento quando comparado com a detecção de predadores reais, devido à grande influência antrópica na área de estudo. Em outras palavras, a metodologia utilizada no presente estudo não permite avaliar a duração do tempo gasto vigilante para o observador, uma vez que utilizamos o método de "scan sampling', ficando assim uma lacuna para ser melhor avaliada em trabalhos futuros, principalmente utilizando-se o método de "animal focal" para poder quantificar a real influência dessa variável. Apesar disso, 59,3% dos registros de vigilância foram direcionados para fatores externos que não estavam associado com o pesquisador ("observador), ainda dando suporte a teoria de defesa contra estímulos externos ou de predação. De fato, outros fatores externos além do observador (e.g., passagem de carros, moradores locais, ruídos em geral), podem influenciar esse direcionamento para fora do grupo.

O monitoramento social foi hipotetizado por ser um importante componente do comportamento em primatas sociais (McNelis e Boatright-Horowitz, 1998). Um importante aspecto no monitoramento social é a prevenção de agressões e a manutenção de importantes relações afiliativas, como já observado em macacos de cheiro *Saimiri* (Caine & Mara 1988). Como no caso dos muriquis não existe hierarquia social e as relações macho-fêmea são igualitárias e pacíficas (Strier 1990, 1992, Strier et al., 2002), é possível que o monitoramento social seja negligenciado, devido à ausência de ameaças coespecíficas, ou ao fato de a variação ser tão sutil que não pode ser detectada neste estudo. Além disso, uma vez que as ameaças intra-grupo não representam risco aos indivíduos, a vigilância voltada à defesa contra predadores (ou a outros estímulos externos) assumiria um papel predominante no direcionamento do comportamento de vigilância na população de muriquis da RPPN FMA. Corroborando nossos achados, Caro (2005) relata que a principal função do comportamento de vigilância é o escaneamento por ameaças externas e de predação. Neste contexto, a vigilância do ambiente (extra- grupo) tende a ser o principal meio de detectar tais ameaças, principalmente devido ao fato da vigilância individual ser mais rápida e confiável do que a dependência de coespecíficos (Treves 2000).

Logicamente, pode ser que um padrão de direcionamento voltado para uma vigilância do ambiente seja algo exclusivo da população de muriquis da RPPN FMA, o que indicaria que a população estaria sendo constantemente estimulada por fatores relacionados ao comportamento antipredatório ou a fatores relacionados à perda e fragmentação do habitat,

como, por exemplo, a entrada de cães domésticos (Paschoal et al., 2012; Paschoal et al., 2016; Paschoal et al. 2018). Portanto, é fundamental que outras populações de muriquis da Mata Atlântica que estão em paisagens com graus de distúrbio antropogênico e níveis de habituação diferentes sejam avaliadas. Se for um padrão único da população da RPPN FMA, por exemplo, o comportamento social da população de muriquis nesta área pode estar comprometido, já que o monitoramento social permite ao indivíduo não somente monitorar comportamentos e comunicar com outros indivíduos, mas também as interações sociais do grupo, onde se destacam o controle da distância entre membros e a melhor localização de recurso e também de predadores (McNelis e Boatright-Horowitz, 1998).

REFERÊNCIAS

AGUIRRE, A. **Brachyteles arachnoides:** situação atual da espécie no Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 1971. v. 1, 1971.

ALBERTS, S. C. **Vigilance in young baboons:** effects of habitat, age, sex and maternal rank on glance rate. Animal Behaviour, 1994. 47:749-755.

ALEXANDER, R. D. **The evolution of social behavior.** Rev Ecol., 1974. Syst 5:325-383.

ALTMANN, J. **Observation study of behavior sampling methods.** Behavior, 1974. 49:227-265.

BALDELLOU, M.; HENZI, P. **Vigilance, predator detection and the presence of supernumerary males in vervet monkey troops.** Animal Behaviour, 1992. 43, 451–461.

BEAUCHAMP, G. **Group-size effects on vigilance:** a search for mechanisms. Behav Proc, 2003. 63:111–121. doi:10.1016/S0376-6357 (03)00011.

BEAUCHAMP, G. **What is the magnitude of the group-size effect on vigilance?** Behavioral Ecology, 2008. 19:1361–1368. doi:10.1093/beheco/ arn096.

BEDNEKOFF, P. A.; RITTER, R. **Vigilance in the Nxai pan springbok**. Antidorcas marsupialis. Behaviour 129:1-11

BIANCHI, R. C. **Estudo comparativo da dieta da jaguatirica, Leopardus pardalis (Linnaeus, 1758), em Mata Atlântica.** 2001. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal do Espírito Santo Vitória, ES, 2001.

BOINSKI, S.; KAUFFMAN, L.; WESTOLL, A.; STICKLER, C. M.; CROPP, S.; EHMKE, E. **Are vigilance, risk from avian predators and group size consequences of habitat structure?** A comparison of three species of squirrel monkey (Saimiri oerstedii, S. boliviensis, and S. sciureus). Behaviour, 2003. 140, 1421–1467.

BOUBLI, J. P.; COUTO-SANTOS, F. R. C.; STRIER, K. **Structure and Floristic Composition of One of the Last Forest Fragments Containing the Critically Endangered Northern Muriqui (Brachyteles hypoxanthus, Primates).** Ecotropica, 2011. v.17, 53-69.

BURGER, J.; GOCHFELD, M. **Vigilance in African mammals:** Differences among mothers, other females, and males. Behaviour, 1994. 131, 153–169.

BURGER, J.; SAFINA, C; AND GOCHFELD, M **Factors affecting vigilance in springbok: importance of vegetative cover, location herd and herd size. Acta ethologica 2000 2 97-104.**

BURNHAM, K.P. AND ANDERSON, D.R. **Model Selection and Inference: A Practical Information-Theoretic Approach.**2002 2nd Edition, Springer-Verlag, New York.

CAINE, N. G; MARRA, S. L. **Vigilance and social organization in two species of primates.** Animal Behaviour, 1988. 36:897-904.

CAMPOS, F. A.; FEDIGAN, L. M. **Spatial ecology of perceived predation risk and vigilance behavior in white-faced capuchins.** Behavioral Ecology, 2014. 25:477– 486.

CARO, T. **Antipredator defenses in birds and mammals.** Chicago: University of Chicago Press., 2005.

CHILDRESS, M. J.; LUNG, M. A. **Predation risk, gender and the group size effect:** Does elk vigilance depend upon the behaviour of conspecifics? Animal Behaviour, 2003. 66, 389–398.

COWLISHAW, G. **The role of vigilance in the survival and reproductive strategies of desert baboons.** Behaviour, 1998. 135, 431– 452.

COWLISHAW, G**. The role of vigilance in the survival and reproductivestrategies of Desert Baboons**. Behaviour, 1998. 135:431–452

CREEL, S.; SCHUETTE, P.; CHRISTIANSON, D. **Effects of predation risk on group size, vigilance, and foraging behavior in an African ungulate community.** Behavioral Ecology, 2014. 25: 773–784.

DI BLANCO, Y.; HIRSCH, B. T. **Determinants of vigilance behavior in the ring-tailed coati (Nasua nasua):** The importance of within-group spatial position. Behavioral Ecology and Sociobiology, 2006. 61,173–182.

ELGAR, M. A. **Predator vigilance and group size in mammals and birds:** a critical review of the empirical evidence. Biol Ver, 1989. 64:13–33.

GAYNOR, K. M.; CORDS, M. **Antipredator and social monitoring functions of vigilance behaviour in blue monkeys**. Anim Behav, 2012. 84:531–537

GOULD, L. **Vigilance behavior during the birth and lactation season in naturally occuring ring-tailed lemurs (Lemus catta) at the Beza-Mahafaly Reserve, Madagascar.** International Journal of Primatology, 1996. 17:331-347.

GOULD, L.; FEDIGAN, L. M.; ROSE L. M. **Why be vigilant?** The case of the alpha animal. International Journal of Primatology, 1997. 18(3):401-414.

HIRSCH, B. T. **Social monitoring and vigilance behavior in brown capuchin monkeys (Cebus apella),** Behavioral Ecology and Sociobiology, 2002. 52 (6). pp. 458-464.

HOLMES, W. G. The ecological basis of monogamy in Alaskan hoary marmots. *In*: MURIE J. O.; MICHENER, G. R. (eds) **Biology of ground-dwelling squirrels:** annual cycles, behavioral ecology, and sociality, 1994. University of Nebraska Press, Lincoln, pp 250-274.

JACK, K. M.; LENZ, B. B.; HEALAN, E.; RUDMAN, S.; SCHOOF, V. A. M. **The effects of observer presence on the behavior of Cebus capucinus in Costa Rica.** American Journal of Primatology, 2008. 70:490-494.

KEVERNE, E. B.; LEONARD, R. A.; SCRUTON, D. M.; YOUNG, S. K. **Visual monitoring in social groups of talapoin monkeys (Miopithecus talapoin).** Animal Behaviour, 1978. 26, 933–944.

LEIGHTON-SHAPIRO, M. E. **Vigilance and the costs of motherhood to rhesus monkeys.** American Journal of Primatology, 1986. 10, 414–415.

LI, Z.; JIANG, Z.; BEAUCHAMP, G. **Vigilance in Przewalski's gazelle:** effects of sex, predation risk and group size. J Zool (Lond), 2009. 277:302–308. DOI:10.1111/j.1469-7998.2008.00541.

LI, Z.; LEI, J.; WANG, L.; LI, D.; MA, Y-M. **Towards identifying true threat from network security data.** Pacific-Asia Workshop on intelligence and Security Informatics, Springer, 2007.

LIMA, S, LI, AND DILL, LM. **Behavioral decisions made under the risk of predation.** Canadian Journal of zoology 1990 68(4):619-640

LOUGHRY, W. J. **Ontogeny of time allocation in black-tailed prairie dogs**. Ethology, 1992 .90, 206-224

MACKENZIE, D. I.; NICHOLS, J. D.; LACHMAN, G. B.; DROEGE, S.; ROYLE, J. A.; LANGTIMM, C. A. **Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one.** Ecology, 2002. 83(8): 2248-2255.

MASSARA, R. L.; PASCHOAL, A. M. D. O.; BAILEY, L. L.; JR, P. F. D.; HIRSCH, A.; CHIARELLO, A. G. **Factors influencing ocelot occupancy in Brazilian Atlantic Forest reserves**. Biotropica, 2018. 50, 125-134.

MCNELIS, N. L.; BOATRIGHT-HOROWITZ, S. L. **Social monitoring in a primate group:** The relationship between visual attention and hierarchical ranks. Anim Cogn, 1998. 1:65–69.

MENDES, S. L.; MELO, F. R.; BOUBLI, J. P.; DIAS, L. G.; STRIER, K. B.; PINTO, L. P. S.; FAGUNDES, V.; COSENZA, B.; DE MARCO, P. **Directives for the conservation of the northern muriqui Brachyteles hypoxanthus (Primates, Atelidae).** Neotropical Primates, 2005. 13(Suppl.):7-17.

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

MOURA, A. C.; ALONSO, C. **Sex and age differences in foraging and vigilance behavior of captive Saguinus midas midas (Primates: Callitrichidae).** A Primatologia no Brasil, 2000. 7, 223–238.

NICHOLS, J. D.; HINES, A. J. E.; MACKENZIE, D.; SEAMANS, M. E.; GUTIÉRREZ, R. J. **Occupancy estimation and modeling with multiple tates and state uncertainty.** Ecology, 2007. 88(6): 1395-400.

NOBUYUK, K. **The context and quality of social relationships affect vigilance behaviour in wild chimpanzees.** Ethology, 2006. 112:581–591

NOBUYUKI KUTSUKAKE. **Conspecific Influences on Vigilance Behavior in Wild Chimpanzees**. J Primatol, 2007. (2007) 28:907–918.

PASCHOAL, A. M. O.; MASSARA, R. L.; BAILEY, L. L.; KENDALL, W. L.; PAUL F.DOHERTY, J.; HIRSCH, A.; CHIARELLO, A. G.; PAGLIA, A. P. **Use of Atlantic Forest protected areas by free-ranging dogs:** estimating abundance and persistence of use. Ecosphere, 2016. 7, 1-15.

PASCHOAL, A. M. O.; MASSARA, R. L.; SANTOS, J. L.; CHIARELLO, A. G. **Is the domestic dog becoming an abundant species in the Atlantic forest?** A study case insoutheastern Brazil. Mammalia, 2012. 76, 67–76.

PECORELLA, I.; FATTORINI, N.; MACCCHI, E.; FERRETI, F. **Sex/age differences in foraging, vigilance and alertness in a social herbivore.** Acta Etholo, 2018. 22(1),1-8.

PRINTES, R. C.; COSTA, C. G.; STRIER, K. B. **Possible predation on two infant muriquis, Brachyteles arachnoides, at the Estação Biológica de Caratinga, Minas Gerais, Brazil.** Neotropical Primates, 1996. 4:85-86.

ROBERTS, G. **Why individual vigilance declines as group sizeincreases.** Anim Behav, 1996. 51:1077–1086

ROSE, L. M.; FEDIGAN, L. M. **Vigilance in white-faced capuchins, Cebus capucinus, in Costa Rica.** Animal Behaviour, 1995. 49:63-70.

SANTOS, J. L; PASCHOAL, A. M. O.; MASSARA, R. L.; CHIARELLO, A. G. **High consumption of primates by pumas and ocelots in a remnant of the brazilian atlantic forest.** Braz J Biol. 2014 Aug;74(3):632-41.

SHI, J.; LI, D.; XIAO, W. **Influences of sex, group size, and spatial position on vigilance behavior of Przewalski's gazelles.** Acta Theriol, 2011. 56:73-79.

STANFORD, C. B. **Avoiding predators: expectations and evidence in primate antipredator behavior.** Int J Primatol. 2002. 23:741-757.

STOJAN-DOLAR, M.; HEYMANN, E. W. **Vigilance in a Cooperatively Breeding Primate** International Journal of Primatology, 1998. 31: 95.

STRIER K.B. **Demography and conservation of an endangered primate, Brachyteles arachnoides.** Conservation Biology 1991. 5 (2):214-218.

STRIER, K. B **Faces na Floresta**. Preserve Muriqui, Rio de Janeiro, 2007.

STRIER, K. B. **Activity Budgets of Woolly Spider Monkeys, or Muriquis (Brachyteles arachnoides).** American Journal of Primatology, 1987. b 13, :385-395.

STRIER, K. B. **Atelinae Adaptations:** Behavioral Strategies and Ecological Constraints. American Journal of Physical Anthropology, 1992. 88, :515-524.

STRIER, K. B. **Chapter 12:** Northern muriqui monkeys: behavior, demography and conservation. In: Yamagiwa J, Karczmarski L, editors. Primates and Cetaceans: Field Research and Conservation of Complex Mammalian Societies, Primatology Monographs. Osaka:Springer. Japan, 2014. p 233-247.

STRIER, K. B. **Manual do Projeto Muriqui de Caratinga**. Caratinga, Minas Gerais, Brasil. Editora, 2018.

STRIER, K. B. **New World Primates, new frontiers:** insights from the woolly spider monkey, or muriqui (Brachyteles arachnoides). International Journal of Primatology, 1990. 11:7-18.

STRIER, K. B. **Predicting Primate Responses to "Stochastic" Demographic Events.** Primates, 1999. 40, 131-142.

STRIER, K. B. **Ranging behavior of woolly spider monkeys, or muriquis, Brachyteles arachnoides.** International Journal of Primatology,1987. a. 8, 575-591.

STRIER, K. B.; ALTMANN, D. K. J.; BROCKMAN, A; BRONIKOWSKI, M.; CORDS, L. M.; FEDIGAN, H.; LAPP, et al. **The Primate Life History Database:** a unique shared ecological data resource. Methods in Ecology and Evolution, 2010.1:199-211

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

STRIER, K. B.; MENDES, S. L. **The Northern Muriqui (Brachyteles hypoxanthus):** Lessons on behavioral plasticity and population dynamics from critically endangered species. In: Kappeler PM Watts DP editors. Long-Term Field Studies of Primates. Springer:Berlin Heidelberg. 2012. pp 125-140.

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

STRIER, K. B.; POSSAMAI, C. B.; TABACOW, F. P.; PISSINATTI, A.; LANNA, A. M.; MELO, F. R.; et al. **Demographic monitoring of wild muriqui populations:** Criteria for defining priority areas and monitoring intensity. Plos One, 2017. 12(12): e0188922.

STRIER, K. B.; ZIEGLER, T. E. **Lack of pubertal influences on female dispersal in muriqui monkeys, Brachyteles arachnoides.** Animal Behaviour, 2000. 59: 849–860.

TABACOW, F. P.; MENDES, S. L; STRIER, K. B. **Spread of a terrestrial tradition in an arboreal primate.** American Anthropologist, 2009. 111:238-249

TREVES, A. **Has predation shaped the social systems of arborial primates?** International Journal of Primatology, 1999. 20:35-67.

TREVES, A. **Theory and method in studies of vigilance and aggregation.** Animal Behaviour, 2000. 60, 711–722.

TREVES, A.; DRESCHER, A.; INGRISANON. **Vigilance and aggregation in black howler monkeys (Alouatta pigra)**. Behav Ecol Sociobiol, 2001. 50:90–95.

TREVES, A.; DRESCHER, A.; SNOWDON, C. T. **Maternal watchfulness in black howler monkeys (Alouatta pigra).** Ethology, 2003. 109, 135–146.

VAN SCHAIK, C. P. **The ecology of social relationships amongst male primates.** 1989, 195-218

WHITE, G. C. **Discussion comments on:** The use of auxiliary variables in capture-recapture modelling. An overview. J Appl Statist. 2002; 29: 103–106.

WHITE, G.C., AND BURNHAM, K.P. **Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals.** Bird Study,1999 46, S120-S139