

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

PALOMA LINCK

***PUMA CONCOLOR* (CARNIVORA, FELIDAE): OCUPAÇÃO E PERÍODO DE
ATIVIDADE NO LIMITE SUL DA MATA ATLÂNTICA, BRASIL**



Porto Alegre

2018

PALOMA LINCK

***PUMA CONCOLOR* (CARNIVORA, FELIDAE): OCUPAÇÃO E PERÍODO DE
ATIVIDADE NO LIMITE SUL DA MATA ATLÂNTICA, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Ciências Biológicas na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria João Ramos Pereira

Co-orientadora: Dr^a. Flávia Pereira Tirelli

Porto Alegre

2018

1 *Puma concolor* (Carnivora, Felidae): Ocupação e período de atividade no
2 limite sul da Mata Atlântica, Brasil

3 **Paloma Linck¹, Flávia Pereira Tirelli¹ e Maria João Ramos Pereira¹**

4 ¹**Bird and Mammal Evolution, Systematics and Ecology Lab**, Instituto de Biociências,
5 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail:
6 paloma.linck@hotmail.com / flavia.tirelli@gmail.com / maria.joao@ufrgs.br

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

(Artigo seguindo regras de formatação para
submissão na Revista *Mammal Research*)

21 Resumo

22 A compreensão da ecologia temporal e espacial das espécies subsidia o delineamento de ações de
23 manejo. Grandes felídeos, como *Puma concolor* (puma), são considerados predadores de topo e
24 apresentam papel importante na regulação de populações de outras espécies da fauna; assim, sua
25 conservação resulta na preservação de várias espécies no mesmo ecossistema. No Brasil, a espécie é
26 considerada Vulnerável (VU), já no Rio Grande do Sul (RS) está classificada como Em Perigo
27 (EN). Dada sua aparente redução populacional no sul do país, se fazem necessários estudos sobre a
28 ecologia de *P. concolor* nessa região. O presente estudo teve como objetivo compreender a
29 influência de variáveis ambientais, incluindo fatores associados a modificações antropogênicas da
30 paisagem, e a co-ocorrência de potenciais presas, sobre a ocupação do habitat por *P. concolor* no
31 limite sul da Mata Atlântica; adicionalmente objetivou-se descrever o padrão de atividade da
32 espécie e compará-lo com o padrão de atividade de presas potenciais. A amostragem foi realizada
33 em três áreas de Mata Atlântica no RS, onde foram instaladas 20 estações de armadilhagem
34 fotográfica por área de estudo. Foram obtidos 15 registros independentes que indicaram um período
35 de atividade catemeral, ou seja, a inexistência de preferência por qualquer período definido dentro
36 das 24h. Os modelos de ocupação possuindo 14 registros independentes sugerem a preferência por
37 habitats de mata e por locais com ocorrência de cervídeos do gênero *Mazama*; em contraponto, a
38 espécie apresentou menores probabilidades de ocupação em locais com presença de onça-pintada
39 (*Panthera onca*) e espécies exóticas/domésticas (gado, *Bos taurus*, e javali/porco-monteiro, *Sus*
40 *scrofa*). Apesar do baixo número de registros, o que sugere que o puma é uma espécie rara no RS
41 em comparação com outras áreas da Mata Atlântica, neste estudo foi possível observar a preferência
42 do puma por áreas preservadas e com presas nativas sugerindo que apesar dos relatos de conflitos
43 entre puma e gado, a espécie parece evitar os locais com a presença do gado, reforçando a
44 importância de áreas de habitat nativo para a preservação de puma e, como predador de topo,
45 também das restantes espécies da sua teia trófica.

46 **Palavras-chave:** Armadilhagem fotográfica, conservação, felídeos neotropicais, manejo, onça
47 parda, Rio Grande do Sul

48

49 Introdução

50 Compreender os fatores que influenciam a distribuição espacial e temporal de espécies é
51 fundamental na definição de áreas prioritárias para conservação (Kerr 1997; Spencer et al. 2011).
52 Os mamíferos selecionam seus habitats pela disponibilidade de alimentos (Elbroch & Wittmer
53 2012), ocorrência de potenciais predadores e de competidores (Elbroch & Kusler 2018; Macdonald
54 & Loveridge 2010), além das características intrínsecas da paisagem (Bitetti et al. 2006; Sarmiento
55 et al. 2011), frequentemente associadas aos fatores anteriores. Nesse sentido, estudos sobre relações
56 das espécies com a paisagem, potenciais predadores, competidores e presas são de grande valia para
57 a implementação de estratégias de conservação. Em paralelo o padrão temporal e atividade das
58 espécies nos permite compreender seu nicho temporal e os mecanismos que regulam a coexistência
59 das espécies, auxiliando entender como o ambiente é explorado e como reagem quando este é
60 modificado. Com efeito, tais informações servem de base para o delineamento de ações de manejo,
61 maximizando a resistência das espécies, por exemplo, diminuindo as chances de contato com
62 humanos e conseqüentemente de eventos de caça ilegal e, eventualmente, potenciando ações de
63 gestão da paisagem e até de recursos alimentares que conduzam se não ao crescimento
64 populacional, pelo menos à estabilização dessas populações (Azevedo et al. 2018; Nix et al. 2018;
65 Núñez-Pérez 2011; Sollmann et al. 2012; Spencer et al. 2011) .

66 A Mata Atlântica, em virtude da sua riqueza biológica e forte pressão humana é considerada um
67 *hotspot* mundial de biodiversidade, sendo seus remanescentes prioritários para preservação
68 (Mittermeier et al. 2005; Pinto et al. 2006). Estima-se que o bioma apresente entre 1 e 8% da
69 biodiversidade mundial (Silva & Casteleti 2003) e com alto grau de endemismo (Myers et al. 2000),

70 no entanto, encontra-se extremamente ameaçado apresentando apenas 12,4% da área nativa original
71 (SOS Mata Atlântica & INPE 2018).

72 Em ambientes como a Mata Atlântica, espécies de felídeos como a onça-pintada (*Panthera onca*) e
73 puma (*Puma concolor*) desempenham o papel de predadores de topo, (Hernández et al. 2015;
74 Sanderson et al. 2002) sendo importantes reguladores de populações e peças-chave na estrutura e
75 dinâmica das comunidades ecológicas, atuando na manutenção da diversidade em diferentes
76 habitats e ecossistemas, de tal modo que, quando suas populações são reduzidas ou eliminadas, a
77 estrutura de toda uma comunidade é comprometida. A perda de uma espécie topo pode causar
78 desequilíbrios na cadeia alimentar e significativas perdas da biodiversidade local, uma vez que sem
79 o controle de um predador pode ocorrer um efeito em cascata modificando todo o ecossistema
80 (Macdonald & Loveridge 2010). Esses mesmos predadores são muito vulneráveis à extinção em
81 ambientes fragmentados e, considerando este papel ecológico, seu desaparecimento levaria a uma
82 série de efeitos diretos e indiretos que alterariam a composição e a estrutura populacional de várias
83 outras espécies co-ocorrentes (Hernández et al. 2015; Núñez-Pérez 2011).

84 Muitas características apresentadas pelo puma o torna mais vulnerável a pressões antropogênicas do
85 que outras espécies. Dentre essas, podem ser citadas as suas grandes áreas de vida e suas
86 necessidades alimentares, uma vez que é considerado hipercarnívoro ou carnívoro obrigatório
87 (Macdonald & Loveridge 2010), dependendo da presença e abundância de vertebrados de porte
88 médio a grande (Azevedo 2008; Azevedo et al. 2016; Foster et al. 2009; Foster et al. 2013; Harmsen
89 et al. 2011; Oliveira 2002). Neste sentido, esta espécie torna-se um modelo interessante para a
90 avaliação dos efeitos de perda e fragmentação do habitat (Zanin et al. 2015). Visto que a
91 conservação de uma espécie-topo implica na conservação de outras abaixo na pirâmide alimentar,
92 sendo então chamadas de espécie guarda-chuva, (Noss et al. 1996; Paula et al. 2015) podem ser
93 utilizadas para estabelecer planos de manejo que abrangem todo um ecossistema.

94 *P. concolor* é o mamífero terrestre que possui a maior distribuição geográfica no Hemisfério
95 Ocidental: sua ocorrência vai do Canadá até ao extremo sul do Chile (Nielsen et al. 2015; Sunquist
96 & Sunquist 2002). No entanto, cada região exerce pressões distintas nas diversas populações. Por
97 exemplo, ainda este ano a subespécie puma oriental, *Puma concolor cougar* foi declarada
98 oficialmente extinta nos Estados Unidos da América (U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE
99 2018). Ainda que exista uma extensa quantidade de informações sobre a espécie, a maior parte dos
100 estudos publicados foram realizados na América do Norte (Culver et al. 2008; Currier 1983;
101 Laundré & Hernández 2010; Sunquist & Sunquist 2002) e, por mais que no Brasil o puma ocorra
102 em todos os biomas (Oliveira 1994), as populações da espécie encontram-se bastante reduzidas ou
103 até mesmo extintas em diversos locais (Azevedo et al. 2013). Contudo, existem significativas
104 diferenças ambientais e socioecológicas entre a América do Norte e a América do Sul (Azevedo et
105 al. 2013; Laundré & Hernandez 2010); dessa forma, estudos adicionais sobre a distribuição e
106 ecologia de *P. concolor* são fundamentais no hemisfério sul dado o forte padrão de redução e
107 fragmentação populacional nessa região (Castilho et al. 2011; Miotto et al. 2011).

108 De acordo com a literatura, o puma possui hábito prioritariamente noturno e crepuscular com
109 limitada atividade diurna (Azevedo et al. 2018; Díaz et al. 2016; Foster et al. 2009; Foster et al.
110 2013; Harmsen et al. 2009; Hornocker & Negri 2009; Nix et al. 2018; Paviolo et al. 2009). Porém,
111 seus horários preferenciais de atividade podem sofrer alteração dependendo da pressão de caça
112 (Paviolo et al. 2009), de competição interespecífica (Muñoz et al. 2010) ou então, sincronização de
113 sua atividade com a das suas principais presas (Mendes & Chivers 2007).

114 Conhecer os fatores que podem afetar a ocupação e os padrões de atividade de *P. concolor* em
115 distintas áreas de sua distribuição é importante para a conservação da espécie. Muitos dos projetos
116 que são realizados no Brasil com enfoque na ecologia da onça-pintada abordam também aspectos da
117 ecologia do puma. No entanto, trabalhos que trazem o puma como objeto de estudo são
118 relativamente mais raros e pontuais. Diversas informações ainda precisam ser alcançadas para dar

119 apoio ao manejo desta espécie que, entre os carnívoros silvestres brasileiros, é uma das que mais se
120 envolve em conflitos diretos com seres humanos principalmente pela predação de gado (Azevedo et
121 al. 2013).

122 Por mais que *P. concolor* apresente uma ampla distribuição, isso não significa necessariamente um
123 bom estado de conservação. A nível mundial *P. concolor* encontra-se na categoria de Pouco
124 Preocupante (LC) (Nielsen et al. 2015). No Brasil, porém, a espécie é considerada Vulnerável (VU)
125 (MMA 2016) e, no estado do Rio Grande do Sul (RS), a situação da espécie é mais crítica uma vez
126 que encontra-se classificada como Em Perigo (EN) (FZBRS 2014). Assim como todos os
127 predadores de médio e grande porte, a espécie necessita de grandes áreas para sobreviver, sendo
128 particularmente vulnerável a extinções locais em ambientes fragmentados (Culver et al. 2008;
129 Ernest et al. 2014; U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE 2018); esta é a situação em que a espécie
130 se encontra em praticamente toda a Mata Atlântica (Castilho et al. 2011; Hernández et al. 2015;
131 Miotto et al. 2011). Adicionalmente, a carência de informações sobre sua ecologia (por exemplo,
132 área de vida, fatores bióticos e abióticos que afetam sua ocupação e atividade), reduz a eficácia e até
133 a aplicabilidade de eventuais estratégias de conservação e planos de ação nacionais, regionais ou
134 locais. No Rio Grande do Sul, publicações que envolvem a espécie se atêm basicamente a registros
135 de ocorrência (Cherem 2005; Kasper et al. 2007a; Kasper et al. 2007b). Nesse sentido,
136 contribuições para o entendimento de como o puma utiliza o habitat e em que períodos se encontra
137 mais ativo em regiões com diferentes níveis de perturbações antropogênicas no estado são de
138 extrema relevância (Azevedo et al. 2013, Regolin et al. 2017).

139

140 Objetivos e hipóteses

141 Neste estudo visamos compreender a influência de variáveis ambientais, incluindo fatores
142 associados a modificações antropogênicas da paisagem, sobre a ocupação do habitat por *P.*

143 *concolor* no limite sul da Mata Atlântica, bem como descrever o padrão de atividade da espécie na
144 área de estudo e compará-lo com o padrão de atividade de potenciais presas.

145 A nossa hipótese é que a ocupação de *P. concolor* é influenciada por variáveis ambientais, por
146 modificações antropogênicas da paisagem, e ainda que apresente heterogeneidade em termos de
147 atividade temporal. Espera-se que a ocupação de *P. concolor* esteja positivamente associada com a
148 cobertura por floresta, a proximidade de trilhas e com a presença de presas potenciais como
149 cervídeos *Mazama* sp. Por outro lado, esperamos que quanto maior o nível de modificação
150 antropogênica, menor a ocupação pela espécie, devido fundamentalmente à perda de hábitat, à
151 diminuição da base de presas naturais e ao aumento de conflito com humanos. Esperamos ainda que
152 a ocupação de puma seja negativamente afetada pela presença de onça-pintada, por exclusão
153 competitiva, proximidade da borda, visto que deverá optar por locais mais preservados e com menor
154 risco de conflitos, e ainda, a influência negativa de espécies domésticas e exóticas invasoras, uma
155 vez que estas últimas tendem a diminuir a base de presas naturais no ambiente.

156 Em relação ao padrão de atividade, a nossa predição é de que o puma apresente atividade
157 crepuscular e noturna com menor atividade diurna em locais onde a presença humana é mais intensa
158 (Bitetti et al. 2006; Foster et al. 2009; Foster et al. 2013; Nix et al. 2018; Azevedo et al. 2018), ou
159 ainda atividade sincronizada com a atividade de suas principais presas, tal como descrito na
160 literatura (Carrillo et al. 2009; Emmons 1987; Mendes & Chivers 2007).

161 Os resultados deste estudo deverão subsidiar ações de conservação de *P. concolor* no limite sul da
162 Mata Atlântica, mas que poderão ser extrapoláveis para outras regiões da área de distribuição da
163 espécie com condições ambientais semelhantes.

164

165

166

167

168 Material e métodos

169 **Área de estudo**

170 O estudo foi realizado em três áreas com distintos níveis de preservação da paisagem localizadas no
171 bioma Mata Atlântica no estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil (Figura 1). Seleccionamos essas
172 três áreas no intuito de cobrir diferentes tipos de fisionomias, com diferentes condições ambientais,
173 incluindo distintas pressões antropogênicas. A amostragem compreendeu uma área recentemente
174 desapropriada no Parque Nacional da Serra Geral (PNSG), uma área sob regeneração natural há
175 cerca de duas décadas no Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN Pró-
176 Mata) e a floresta pristina do Parque Estadual do Turvo (PET).



177

178 **Figura 1:** Localização da área de estudo em relação ao Brasil e Rio Grande do Sul: os círculos brancos indicam a
179 localização aproximada das três áreas amostradas; nas paisagens da lateral direita (PNSG, CPCNPró-Mata e PET,
180 GoogleEarth®) encontra-se localização das estações de armadilhagem fotográfica.

181 O Parque Nacional da Serra Geral (PNSG) abrange o município de Cambará do Sul e Praia Grande,
182 nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, respectivamente
183 (29°08'00.61"S, 50°01'49.46"O). O PNSG foi criado em 1992 com 17.300 ha (ICMBio 2018) e,
184 juntamente com o Parque Nacional de Aparados da Serra (PNAS), cobre uma área de 30.360 ha
185 (ICMBio 2018). Os Parques possuem uma administração conjunta, sendo unidades federais de
186 conservação e proteção integral. Estudos realizados no PNAS, portanto próximo ao PNSG,
187 registraram 13 espécies de carnívoros, incluindo espécies ameaçadas, evidenciando a necessidade
188 de programas de conservação no local (Santos et al. 2004). Mesmo com a ausência de publicações
189 atuais de *Puma concolor* na área de estudo, de acordo com Santos et al. (2004) a espécie foi
190 registrada em áreas centrais e remotas do PNAS.

191 O Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN Pró-Mata), é propriedade
192 particular da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), tendo sido criado
193 em 1996, com objetivos que coincidem com os propostos no Sistema Nacional de Unidades de
194 Conservação (SNUC). O CPCN Pró-Mata está localizado no Município de São Francisco de Paula
195 (29°29'13.23"S e 50°11'44.13"O) na região da Serra Geral , e possui 3.104 ha (Blochtein et al.
196 2011). Atualmente a área encontra-se em processo de regeneração natural, sendo anteriormente
197 ocupada por pequenas propriedades rurais e de atividades agropastoris e exploração madeireira
198 (Blochtein et al. 2011; Marques et al. 2011). Segundo estudo de Marques et al. (2011), realizado por
199 meio do uso de armadilhas fotográficas no CPCN Pró-Mata, obteve-se o registro de cinco espécies
200 de felídeos, entre eles *P. concolor*.

201 Finalmente, o Parque Estadual do Turvo (PET) é a unidade de conservação estadual mais antiga do
202 RS, tendo sido criado em 1954; é ainda uma das maiores unidades de conservação do estado. O
203 PET constitui uma reserva florestal com 17.491 ha localizada no noroeste do Estado do Rio Grande
204 do Sul (27°11'10.21"S, 53°5'17.52"O), no município de Derrubadas, junto ao rio Uruguai, fazendo
205 divisa com o Estado de Santa Catarina e a província Misiones na Argentina (SEMA 2005). A
206 comunidade de mamíferos do PET é bastante diversa e inclui espécies que já não ocorrem em outras

207 áreas do estado como a onça-pintada (*Panthera onca*) e a anta (*Tapirus terrestris*) (Kasper et al.
208 2007b; SEMA 2005). Estudos realizados por Kasper et al. (2007b) registraram 45 espécies de
209 mamíferos com ocorrência no PET, sendo seis espécies de felídeos, entre elas *P. concolor*.

210 **Período de amostragem**

211 Realizamos as amostragens de outubro de 2017 a janeiro de 2018 no PNSG, de dezembro a
212 fevereiro de 2018 no CPCN Pró-Mata e de abril a junho de 2018 no PET. O método utilizado foi o
213 de armadilhagem fotográfica, nos permitindo uma obtenção de dados sobre a espécie de forma não-
214 invasiva (Tomás & Miranda 2003). Em cada área instalamos 20 estações pareadas, isto é, duas
215 câmeras em frente uma da outra por estação, certificando que as estações estivessem distribuídas
216 numa grade de 1 km² (Williams et al. 2002). As estações não continham iscas e as armadilhas foram
217 presas a árvores a cerca de 30 cm do solo, em trilhas ou próximo a locais onde se constatavam
218 evidências de mamíferos silvestres (pegadas, fezes, arranhões em árvores, tocas, etc.). As câmeras
219 fotográficas foram programadas para modo vídeo (10 segundos de vídeo com intervalo de 5
220 segundos) e mantiveram-se ativas 24 horas por dia. Os registros obtidos possuem informações de
221 data e horário da captura. Cada evento amostral, em cada área estudada, teve duração de 72 dias, o
222 que nos permitiu assumir populações fechadas (Williams et al. 2002), totalizando um esforço
223 amostral de 4.320 armadilhas/noite (número de estações multiplicado pelo número total de ocasiões
224 amostrais para cada área = [20*72 + 20*72 + 20*72]).

225 **Análises de ocupação**

226 Realizamos as estimativas da probabilidade de ocupação, ou seja, da proporção da área de estudo
227 ocupada pela espécie, no programa PRESENCE 2.12.17 (Hines 2006). Consideramos uma ocasião
228 para cada dia e avaliamos o padrão de ocupação utilizando o histórico de detecção (1) e não-
229 detecção (0) de *P. concolor* em cada ponto amostral e em cada um dos locais amostrados. Dessa
230 forma, construímos uma única matriz de histórico de detecção e não-deteção da espécie nas três
231 áreas. Após a construção de uma matriz única importamos os dados para o PRESENCE juntamente

232 com os respectivos valores das covariáveis ambientais. Modelamos os dados para o conjunto das
 233 três áreas amostradas, permitindo inferências sobre a ocupação da espécie no sul da Mata Atlântica,
 234 uma vez que para as áreas individuais os dados de detecção se mostraram limitados. Contudo,
 235 construímos modelos de ocupação para PNSG + CPCN Pró-Mata, excluindo o PET, já que este
 236 último local é o único onde ocorre onça-pintada e também o único que não conta com a presença de
 237 espécies exóticas/domésticas.

238 Com base no conhecimento prévio da biologia da espécie selecionamos covariáveis ambientais com
 239 influência provável sobre a probabilidade de detecção e de ocupação de *P. concolor* no sul da Mata
 240 Atlântica (Tabela 1).

241 **Tabela 1:** Covariáveis utilizadas para estimar a detecção e ocupação de *Puma concolor* nas áreas de Mata Atlântica
 242 amostradas no Rio Grande do Sul. As espécies do gênero *Mazama* foram consideradas em conjunto pois todas são
 243 presas potenciais de puma e porque a sua distinção através dos registros de vídeo nem sempre foi possível.

Covariáveis	Código	Descrição
Distância linear até a borda de mata	DLBM	Distância linear (m) do ponto de amostragem até a borda de floresta mais próxima (disponível no Google Earth 7.3.2.5487)
Presença de <i>Panthera onca</i>	onça	Número de detecções independentes (>1 dia) de <i>P. onca</i> no ponto de amostragem / 4.320 dias de captura da câmera (esforço amostral) * 100
Em área de floresta	floresta	Ponto de amostragem localizado em área florestada (1), fora de área florestada (0) (disponível no Google Earth 7.3.2.5487)
Presença de <i>Mazama</i> sp.	mazama	Número de detecções independentes (>1 dia) de <i>Mazama</i> sp. no ponto de amostragem / 4.320 dias de captura da câmera (esforço amostral) * 100
Presença de espécies exóticas/domésticas	espécies exóticas/domésticas	Número de detecções independentes (>1 dia) de <i>Bos taurus</i> e <i>Sus scrofa</i> no ponto de amostragem / 4.320 dias de captura da câmera (esforço amostral) * 100
Estrada	estrada	Ponto de amostragem localizado na estrada (1), fora da estrada (0)

244

245 Usamos uma abordagem em etapas de acordo com MacKenzine et al. (2006). Na primeira etapa,
 246 testamos a influência da variável *estrada* sobre a detectabilidade de puma (Material Suplementar

247 Tabela S1). Tal modelo não demonstrou ser melhor que o modelo nulo, sendo assim, o modelo de
248 detecção usado juntamente com as variáveis para os modelos de ocupação foi o nulo [p (.)]. Na
249 segunda etapa realizamos um teste de colinearidade entre as variáveis, excluindo a variável *floresta*
250 por se tratar de uma variável categórica. Realizamos o Teste de Correlação de Spearman (Material
251 Suplementar Tabela S2), utilizando o critério de que variáveis com $r > 0,5$ seriam excluídas. De
252 acordo com este critério as variáveis não demonstraram colinearidade significativa sendo todas
253 incluídas nos modelos. Na terceira etapa realizamos os modelos de ocupação com cada variável
254 individualmente e com todas possíveis combinações de variáveis.

255 Os modelos foram ranqueados usando o Critério de Informação de Akaike (AIC) (Burnham &
256 Anderson 2002), no qual foram considerados todos os modelos com $\Delta AIC < 2$ como modelos
257 igualmente adequados na descrição da ocupação de *P. concolor*.

258 **Análise do padrão de atividade**

259 Estimamos o período de atividade de *P. concolor* para avaliar a uniformidade na distribuição dos
260 registros ao longo do período das 24 horas do dia. Também calculamos o coeficiente de
261 sobreposição de nicho entre *Puma concolor* e suas potenciais presas, o conjunto das espécies do
262 gênero *Mazama*, utilizando o coeficiente de sobreposição Dhat1 com valores de 0 (nenhuma
263 sobreposição) a 1 (sobreposição total) (Ridout & Linkie 2018). Realizamos as análises de atividade
264 e de sobreposição de nicho no pacote “circular” 0.4-93 (Agostinelli & Lund 2017) e “overlap” 0.3.2
265 (Ridout & Linkie 2018) respectivamente, do programa R. Essas análises foram realizadas para as
266 três áreas em conjunto.

267

268 **Resultados**

269 **Ocupação espacial**

270 Foram obtidos 14 registros independentes (intervalo de um dia) (Material Suplementar Tabela S3)
271 para *P. concolor* nas três paisagens. A proporção de locais onde a espécie foi encontrada foi 0,1786,

272 sendo assim, cerca de 18% dos locais estavam ocupados por *P. concolor* no período amostral. Entre
 273 esses registros, registramos uma fêmea com um filhote no PNSG e uma fêmea com três filhotes no
 274 PET, indicando a presença de reprodução da espécie nessas duas áreas.

275 Dentre os 26 modelos construídos, oito modelos se ajustaram de forma equivalente com $\Delta AIC < 2$
 276 (Tabela 5).

277

278 **Tabela 5:** Resultados dos modelos de ocupação com todas as combinações de variáveis, onde AIC é Critério de
 279 Informação de Akaike, ΔAIC é a diferença do AIC do modelo_i e o melhor modelo, w_i é o peso do AIC, K são os
 280 parâmetros, $-2\text{Log}L$ é a força de evidência de cada modelo e o Cumwt é o peso cumulativo do AIC.

Modelo	AIC	ΔAIC	w_i	K	$-2\text{Log}L$	Cumwt
$\psi(\cdot), p(\cdot)$	179,92	0,00	0,1249	2	175,92	0,1249
$\psi(\text{onça}), p(\cdot)$	180,21	0,29	0,1080	3	174,21	0,2329
$\psi(\text{floresta}), p(\cdot)$	180,83	0,91	0,0792	3	174,83	0,3121
$\psi(\text{onça+floresta}), p(\cdot)$	181,03	1,11	0,0717	4	173,03	0,3838
$\psi(\text{onça+espécies exóticas/domésticas}), p(\cdot)$	181,46	1,54	0,0578	4	173,46	0,4416
$\psi(\text{espécies exóticas/domésticas}), p(\cdot)$	181,46	1,54	0,0578	3	175,46	0,4994
$\psi(\text{DLBM}), p(\cdot)$	181,52	1,60	0,0561	3	175,52	0,5555
$\psi(\text{mazama}), p(\cdot)$	181,88	1,96	0,0469	3	175,88	0,6024
$\psi(\text{DLBM+onça}), p(\cdot)$	181,98	2,06	0,0446	4	173,98	0,6470
$\psi(\text{onça+mazama}), p(\cdot)$	182,01	2,09	0,0439	4	174,01	0,6909
$\psi(\text{espécies exóticas/domésticas+floresta}), p(\cdot)$	182,34	2,42	0,0372	4	174,34	0,7281
$\psi(\text{DLBM+floresta}), p(\cdot)$	182,55	4,63	0,0335	4	174,55	0,7616
$\psi(\text{mazama+floresta}), p(\cdot)$	182,80	2,88	0,0296	4	174,80	0,7912
$\psi(\text{DLBM+onça+floresta}), p(\cdot)$	182,89	2,97	0,0283	5	172,89	0,8195
$\psi(\text{DLBM+espécies exóticas/domésticas}), p(\cdot)$	183,23	3,31	0,0239	4	175,23	0,8434
$\psi(\text{DLBM+onça+espécies exóticas/domésticas}), p(\cdot)$	183,39	3,47	0,0220	5	173,39	0,8654
$\psi(\text{espécies exóticas/domésticas+mazama}), p(\cdot)$	183,46	3,54	0,0213	4	175,46	0,8867
$\psi(\text{DLBM+mazama}), p(\cdot)$	183,52	3,60	0,0206	4	175,52	0,9073
$\psi(\text{DLBM+onça+mazama}), p(\cdot)$	183,89	3,97	0,0172	5	173,89	0,9245
$\psi(\text{DLBM+onça+espécies exóticas/domésticas+floresta}), p(\cdot)$	184,19	4,27	0,0148	6	172,19	0,9393
$\psi(\text{DLBM+espécies exóticas/domésticas+floresta}), p(\cdot)$	184,20	4,28	0,0147	5	174,20	0,9540
$\psi(\text{DLBM+mazama+floresta}), p(\cdot)$	184,55	4,63	0,0123	5	174,55	0,9663
$\psi(\text{DLBM+onça+mazama+floresta}), p(\cdot)$	184,77	4,85	0,0111	6	172,77	0,9774
$\psi(\text{DLBM+espécies exóticas/domésticas+mazama}), p(\cdot)$	185,21	5,29	0,0089	5	175,21	0,9863
$\psi(\text{DLBM+onça+espécies exóticas/domésticas+mazama}), p(\cdot)$	185,38	5,46	0,0081	6	173,38	0,9944
$\psi(\text{DLBM+onça+espécies exóticas/domésticas+mazama+floresta}), p(\cdot)$	186,16	6,24	0,0055	7	172,16	0,9999

281

282 No Material Suplementar Figura S3 apresentamos a estimativa dos coeficientes β para cada variável
 283 nos sete melhores modelos. As estimativas de probabilidade de ocupação (ψ) em cada estação nos
 284 permitem visualizar de forma mais clara a influência de cada uma das variáveis preditoras. O efeito
 285 da presença de *onça* foi de $\psi = -1160,12$ (-1102 – 1102 IC); no entanto o erro padrão (e.p) foi muito
 286 elevado e.p = 56235213,53. A probabilidade de ocupação por puma apresentou relação negativa em

287 relação à densidade de espécies exóticas/domésticas; quando a presença de exóticas/domésticas é
288 nula, a probabilidade de ocupação por puma atinge 35% (0,13 – 0,66 IC); porém, quando as
289 detecções de exóticas/domésticas chegam a 55% dos registros, essa probabilidade de ocupação cai
290 para 13% (0,01 – 0,83 IC). As áreas de floresta apresentam uma probabilidade de ocupação por
291 puma de 25% com erro padrão de 2,20 (20,86 – 29,49 IC). A variável *DLBM* influenciou
292 positivamente a probabilidade de ocupação por puma, embora com valor muito próximo a zero, $\psi =$
293 0,0007 (-0,003 – 0,005 IC), sendo que estações instaladas mais próximo das bordas de floresta,
294 entre (0 m – 100 m) apresentaram probabilidade de ocupação por puma entre 28% e 30% (0,11 –
295 0,62 IC), enquanto que a estação localizada mais no interior de mata (a 1655 m da borda),
296 apresentou probabilidade de ocupação de puma de 58% (0,00 – 0,99 IC). A presença de espécies do
297 gênero *Mazama* apresentou influência positiva sobre a ocupação de *P. concolor*: em locais onde não
298 foram detectados *Mazama* sp. a probabilidade de ocupação de puma foi de 29% (0,11 – 0,59 IC), já
299 em locais onde obtivemos 25% de detecções de *Mazama* sp., a probabilidade de ocupação de puma
300 subiu para 39% (0,02 – 0,96 IC).

301 Apesar da presença de onça-pintada ter um efeito significativo na ocupação de *P. concolor*, a
302 espécie só ocorreu na área do PET. Nesta área também não houve registro de espécies
303 exóticas/domésticas e por isso a área do PET foi excluída dos próximos modelos. Apresentamos o
304 resumo desses modelos na Tabela 6. Considerando as 144 ocasiões amostrais e 40 estações
305 amostradas nas áreas do PNSG e CPCN Pró-Mata, encontramos uma ocupação pura (*naïve*) para a
306 espécie de 0,1944, sugerindo que 19% dos locais amostrais estavam ocupados por *P. concolor*.

307

308

309

310

311

312

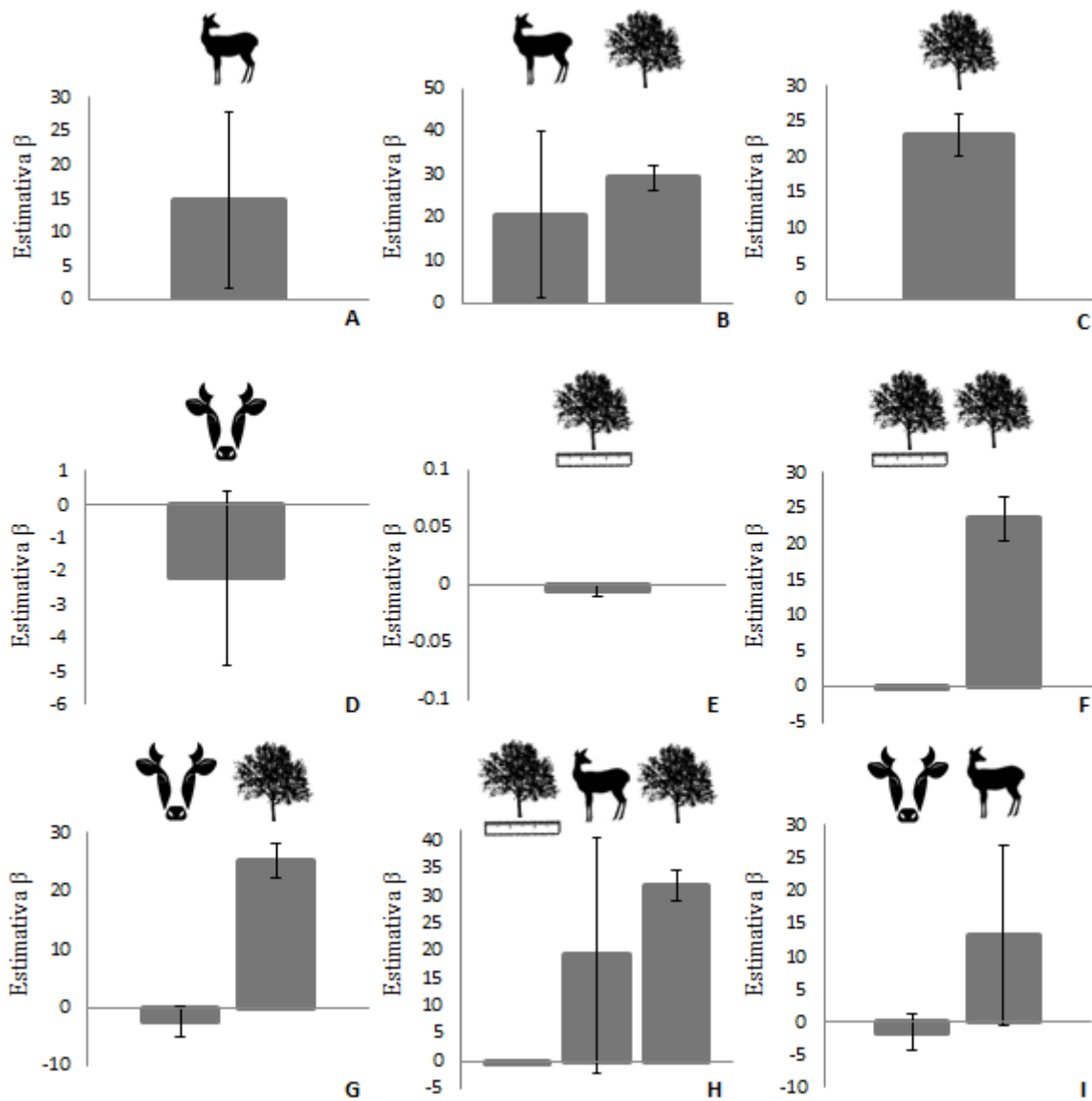
313 **Tabela 6:** Resultados das análises de modelos de ocupação considerando apenas as áreas amostrais PNSG e CPCN Pró-
 314 Mata e excluindo a variável *onça* das combinações. As colunas são representadas por: AIC - Critério de Informação de
 315 Akaike, ΔAIC - diferença do AIC do modelo, e o melhor modelo, w_i - peso do AIC, K - parâmetros, $-2\text{Log}L$ - força de
 316 evidência de cada modelo e o Cumwt - peso cumulativo do AIC.

Modelo	AIC	ΔAIC	w_i	K	$-2\text{Log}L$	Cumwt
$\psi(\cdot), p(\cdot)$	136,96	0,00	0,1318	2	132,96	0,1318
$\psi(\text{mazama}), p(\cdot)$	137,33	0,37	0,1095	3	131,33	0,2413
$\psi(\text{mazama+floresta}), p(\cdot)$	137,51	0,55	0,1001	4	129,51	0,3414
$\psi(\text{floresta}), p(\cdot)$	137,78	0,82	0,0875	3	131,78	0,4289
$\psi(\text{espécies exóticas/domésticas}), p(\cdot)$	138,13	1,17	0,0734	3	132,13	0,5023
$\psi(\text{DLBM}), p(\cdot)$	138,17	1,21	0,0720	3	132,17	0,5743
$\psi(\text{DLBM+floresta}), p(\cdot)$	138,67	1,71	0,0560	4	130,67	0,6303
$\psi(\text{espécies exóticas/domésticas+floresta}), p(\cdot)$	138,73	1,77	0,0544	4	130,73	0,6847
$\psi(\text{DLBM+mazama+floresta}), p(\cdot)$	138,94	1,98	0,0490	5	128,94	0,7337
$\psi(\text{espécies exóticas/domésticas+mazama}), p(\cdot)$	138,95	1,99	0,0487	4	130,95	0,7824
$\psi(\text{DLBM+mazama}), p(\cdot)$	138,96	2,00	0,0485	4	130,96	0,8309
$\psi(\text{DLBM+espécies exóticas/domésticas}), p(\cdot)$	139,36	2,40	0,0397	4	131,36	0,8706
$\psi(\text{DLBM+espécies exóticas/domésticas+floresta}), p(\cdot)$	139,62	2,66	0,0349	5	129,62	0,9055
$\psi(\text{DLBM+espécies exóticas/domésticas+mazama+floresta}), p(\cdot)$	140,37	3,41	0,0240	6	128,37	0,9295
$\psi(\text{DLBM+espécies exóticas/domésticas+mazama}), p(\cdot)$	140,53	3,57	0,0221	5	130,53	0,9516

317

318 Em áreas florestadas a probabilidade de ocupação por puma chega a 31% com erro padrão
 319 mínimo, e.p = 2,94 (17,25 – 28,81 IC). A probabilidade de ocupação por puma atinge 91% (0,02 –
 320 0,99 IC) em locais onde a cobertura vegetal é floresta e o número de registros de presença de
 321 *Mazama* sp. é de 17% do total de detecções (Figura 2).

322 Em locais onde gado e javali representam 83% dos registros a probabilidade de ocupação por puma
 323 cai para 0,09% (0,00 – 0,79 IC) e quando não há detecções de exóticas/domésticas a probabilidade
 324 de ocupação por puma sobe para 38% (0,13 – 0,73 IC). A variável *DLBM* apresentou novamente
 325 uma influência muito reduzida sobre a probabilidade de ocupação por puma $\psi = -0,004$ (-0,02 –
 326 0,01 IC) (Figura 2).



327

Legenda



328

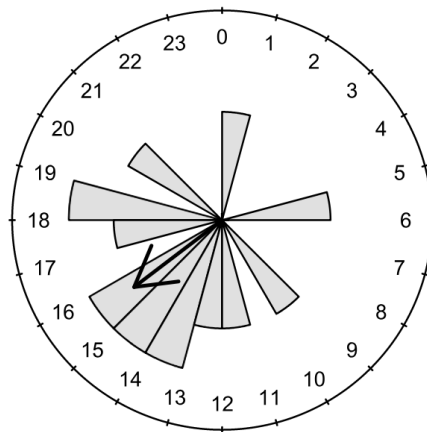
329 **Figura 2:** Estimativa dos coeficientes (barra em preto corresponde ao erro-padrão) para cada variável em cada modelo
 330 de ocupação por *Puma concolor* (puma) no conjunto do Parque Nacional da Serra Geral e Centro de Pesquisa e
 331 Conservação da Natureza Pró-Mata, incluindo todos os modelos com $\Delta AIC < 2$. **A.** (ψ [mazama], p [.]; **B.** ψ
 332 [mazama+floresta], p [.]; **C.** ψ [floresta], p [.]; **D.** ψ [espécies exóticas/domésticas], p [.]; **E.** ψ [DLBM], p [.]; **F.** ψ
 333 [DLBM+floresta], p [.]; **G.** ψ [espécies exóticas/domésticas+floresta], p [.]; **H.** ψ [DLBM+mazama+floresta], p [.]; e **I.**
 334 ψ [espécies exóticas/domésticas+mazama], p [.]).

335

336

337 **Atividade temporal**

338 Foram obtidos 15 registros independentes (intervalo de 1h) de *P. concolor*. A espécie não
339 apresentou um período de atividade preferencial ao longo das 24h do dia ($p > 0,10$), no entanto,
340 apresentou picos de atividade entre as 13h e às 19h e um declínio de sua atividade após as 19h, a
341 média angular aponta para o período entre as 15h e às 16h (Figura 3).

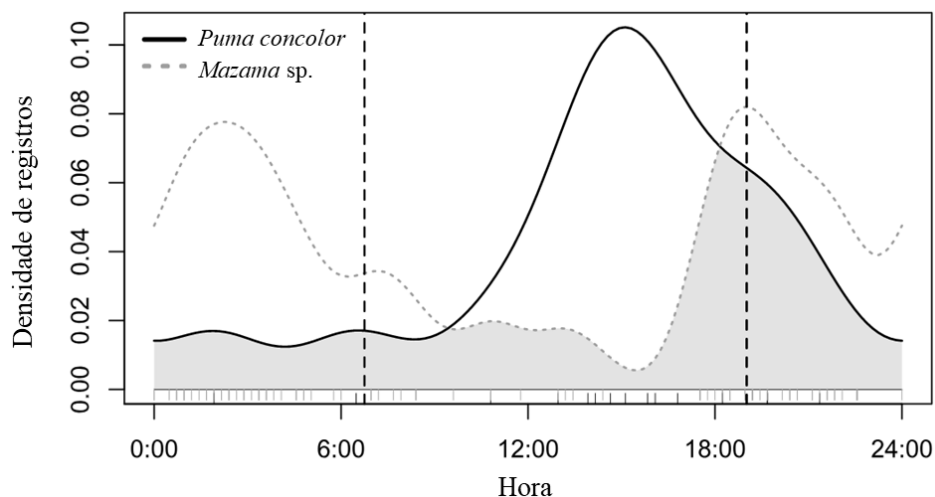


342

343 **Figura 3:** Período de atividade de *Puma concolor* nas três áreas amostradas ao longo das 24h do dia. A seta indica a
344 média angular e o comprimento das barras aumenta conforme o número de registros.

345

346 O puma exibiu sobreposição média em relação à *Mazama* sp. ($n = 91$), potencial presa com
347 ocorrência nas três áreas de estudo $\hat{\Delta} = 0,53$ [0,34 – 0,73 IC] (Figura 4).



348

349 **Figura 4:** Densidade de atividade de *Puma concolor* e *Mazama* sp. e sobreposição temporal da atividade entre predador
350 e potenciais presas (área em cinza); as linhas traçadas na vertical indicam os horários médios de nascer e pôr-do-sol.

351

352 Discussão

353 ***Herói da resistência? 1. Puma tolera perturbações antropogênicas, mas evita áreas muito***
354 ***modificadas.***

355 Avaliar a influência da paisagem é muitas vezes difícil quando se tenta investigar a distribuição de
356 espécies e o seu uso do habitat (Nagy et al. 2017; MacKenzie et al. 2006). Neste estudo utilizamos
357 modelos para explicar a probabilidade de ocupação de *P. concolor* em resposta a variáveis
358 ambientais.

359 Os modelos gerados corroboraram parcialmente as nossas hipóteses iniciais. Nas análises que
360 incluíram as três áreas de estudo, obtivemos oito modelos igualmente ajustados que mostraram
361 algum grau de influência das variáveis ambientais sobre a ocupação do puma. No entanto, entre
362 estes melhores modelos encontramos também o modelo nulo, o que pode sugerir uma ocupação
363 razoavelmente sem variação para a espécie. Contudo, não podemos descartar a possibilidade do
364 baixo número de registros de puma influenciar a potência estatística dos modelos que incluem as
365 diferentes co-variáveis ambientais.

366 Embora a probabilidade de ocupação por *P. concolor* esteja negativamente correlacionada com a
367 ocorrência de *Panthera onca*, o erro padrão também mostrou-se alto, uma vez que os números de
368 detecções quer de puma, quer de onça são baixos e, ainda, porque a presença de onça ocorre
369 somente em uma das áreas do estudo (PET). Tal aparente padrão de exclusão competitiva é
370 suportado por outros estudos ao longo da área de sobreposição da distribuição das duas espécies
371 (Belize – Harmsen et al. 2009; Bolívia – Muñoz et al. 2010; Brasil Central– Sollmann et al. 2012).

372 Alguns estudos apontam ausência de competição entre onça e puma através da sobreposição
373 temporal da atividade (González & González 2017; Muñoz et al. 2010). Nossos resultados, porém,
374 sugerem que a possível competição de puma com onça-pintada poderá ser reduzida através de
375 processos espaciais. A probabilidade de ocupação por puma também responde negativamente ao
376 número de detecções de espécies exóticas/domésticas. Em locais onde o gado e o javali representam
377 83% dos registros da estação a probabilidade de ocupação do puma cai para 0,08%. Isso aponta

378 para que, mesmo a espécie sendo considerada generalista e com bastante tolerância a ações
379 antropogênicas, incluindo a utilização de gado como presa (Angelo et al. 2011; Leite & Galvão
380 2002; Negrões et al. 2010), no nosso estudo *P. concolor* parece priorizar esse recurso; tal poderá
381 estar associado a uma estratégia para evitar o contato com humanos e eventualmente a uma
382 preferência por presas nativas (Azevedo et al. 2013). De fato, de acordo com a revisão de Newsome
383 et al. (2015), mesmo sendo o gado indiscutivelmente recurso alimentar mais disponível para
384 predadores de topo, este recurso, no conjunto das espécies avaliadas, consiste em apenas 17% da
385 dieta de mamíferos terrestres predadores com mais de 1 kg. Sendo assim, é possível supor que o
386 puma esteja evitando ambientes com maior ação antropogênica em busca de locais mais
387 preservados dentro dos fragmentos de Mata Atlântica que se encontram ainda sob algum grau de
388 preservação.

389 Estimamos maior probabilidade de ocupação em áreas de floresta por oposição a áreas de campo
390 aberto, padrão já referido anteriormente por Regolin et al. (2017). A aparente preferência de puma
391 por áreas florestadas foi mais reforçada nos modelos excluindo os dados do PET. Por se tratar de
392 um felídeo solitário, essa preferência pela mata, onde a paisagem é mais complexa e fechada, pode
393 ser dar ao fato de conseguir se manter mais imperceptível no ambiente (Lamprecht 1978). Com
394 efeito, a paisagem de floresta tende a ser vantajosa para os felinos que caçam individualmente, pois
395 utilizam a estrutura do habitat com mais sucesso na perseguição e emboscada de presas (Murphy &
396 Ruth 2010) que, em seguida, conseguem arrastar para áreas de maior cobertura para ocultá-los com
397 detritos, minimizando assim a detecção por competidores e carniceiros (Hayward et al. 2006;
398 Murphy & Ruth 2010). Considerando que o entorno das nossas áreas de estudo apresentam intensa
399 atividade antropogênica, podemos supor que o puma esteja utilizando preferencialmente as áreas de
400 floresta para não só conseguir maior sucesso de captura mas também para evitar confrontos com
401 humanos.

402 A presença de espécies do gênero *Mazama* apresentou influência positiva sobre a probabilidade e
403 ocupação por *P. concolor*. Adicionalmente, excluindo os dados resultantes da amostragem no PET

404 e, necessariamente da variável *onça*, a probabilidade de ocupação em relação a detecções de
405 *Mazama* sp. aumentou. Assim, mesmo sendo o número de registros de espécies do gênero *Mazama*
406 menor nessas duas áreas de estudo, é possível supor que, na ausência de um competidor, o puma
407 poderá ajustar mais finamente a sua ocupação em função de suas presas preferenciais. Isto sugere
408 que esses cervídeos podem estar servindo de presas para o puma, o que é suportado por estudos
409 anteriores (Azevedo 2008; Paviolo et al. 2009). Na América do Norte os cervos representam 60 a
410 80% da dieta do puma; no entanto, na América do Sul e, principalmente em nossas áreas de estudo
411 onde a densidade de cervídeos parece não ser muito alta, e o próprio puma apresenta menor porte do
412 que em latitudes mais elevadas, a espécie poderá incluir em sua dieta outras presas de médio e
413 pequeno porte (Nielsen et al. 2015; Sunquist & Sunquist 2002).

414 A influência negligenciável da distância à borda pode resultar de diversos fatores. Uma hipótese é
415 que o puma aproveita tanto a borda de mata como o seu interior para otimizar o sucesso na captura
416 de presas e quando necessário evitar competição interespecífica (Paolino et al. 2016; Sollmann et al.
417 2012). Sabendo que o puma ocupa aparentemente toda a extensão das manchas, desde o seu interior
418 até a sua borda, é necessária uma maior atenção para as zonas de amortecimento nas unidades de
419 conservação. Outra hipótese é que a nossa escala espacial não foi suficientemente ampla para captar
420 esse padrão, o que é sugerido pelo fato da probabilidade de ocupação por puma ter sido máxima na
421 estação de maior distância da borda. Em geral existiu pouca diferença entre estações no que diz
422 respeito a esta variável (0m – 1655m), pelo menos à escala espacial de utilização do puma, o que
423 para um felino de grande porte não representa grande modificação (Azevedo et al. 2013).

424 Áreas Protegidas são de extrema importância para preservar a biodiversidade. Sua eficácia, no
425 entanto, depende de algumas estratégias de gestão, tais como zonas de amortecimento que mitigam
426 o impacto de ameaças externas aumentando a quantidade de habitat disponível para a vida selvagem
427 existente dentro das reservas (Paolino et al. 2016). Segundo o Sistema Nacional de Unidades de
428 Conservação (SNUC) - Lei nº 9.985/2000 “*O entorno de uma unidade de conservação, onde as*
429 *atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, possui o propósito de*

430 *minimizar os impactos negativos sobre a unidade.*" No entanto quando não cumprida, observamos
431 uma mudança drástica da paisagem assim que acabam os limites das áreas protegidas, colocando
432 em risco animais como o puma, que possui grande área de vida e ocupa também áreas de borda.
433 O modelo nulo se encontrou entre o conjunto dos melhores modelos, corroborando em parte os
434 estudos que referem a capacidade de adaptação de puma a ambientes antropogênicos, o que tem
435 possibilitado a sua sobrevivência em ambientes fragmentados (Angelo et al. 2011; Leite & Galvão
436 2002; Negrões et al. 2010). No entanto, essa tolerância não corresponde necessariamente a uma
437 preferência, o que é sugerido pelos restantes modelos igualmente ajustados. O puma como grande
438 felino é, naturalmente vulnerável a fragmentação e a pressões antropogênicas, pois apresenta hábito
439 solitário, territorial, demanda grandes áreas de vida e ainda é alvo de caça (Azevedo et al. 2013). Os
440 resultados sugerem que a probabilidade de ocupação por *P. concolor* aumenta em áreas de floresta,
441 com presas nativas e na ausência de gado e javali, indicando a extrema importância da preservação
442 dos últimos remanescentes de Mata Atlântica no seu limite sul para a sobrevivência destas
443 populações e a integridade dos processos ecológicos no qual o puma está envolvido.

444

445 ***Herói da resistência? 2. Puma explora todas as possibilidades ao longo do dia.***

446 Os resultados não corroboraram com a predição para o padrão de atividade de puma, apontando que
447 a espécie, no limite sul da Mata Atlântica apresenta padrão de atividade catemeral, mostrando uma
448 diferença na sua atividade em comparação a outras áreas (Brasil – Azevedo et al. 2018; Brasil –
449 Foster et al. 2013; Belize – Harmsen et al. 2009; EUA – Nix et al. 2018). É importante frisar que
450 esses estudos foram realizados tanto dentro, quanto fora de áreas protegidas. O padrão catemeral foi
451 descrito fundamentalmente em áreas protegidas (México – Hernández et al. 2013; Brasil – Massara
452 et al. 2018; Bolívia – Muñoz et al. 2010). As áreas amostradas no estudo, por mais que apresentem
453 um gradiente de preservação, são unidades de conservação e parecem estar agindo como
454 remanescentes para as populações da espécie no limite sul da Mata Atlântica, permitindo inclusive
455 reprodução, considerando os registros de fêmeas com filhotes. O maior nível de preservação das

456 áreas permite que pumas estejam ativos durante o dia sem riscos maiores de confrontos com
457 humanos e, em particular, com eventos de caça ilegal, ainda que tal atividade seja conhecida em
458 todas as áreas amostradas. De fato, a atividade diurna de grandes felinos tem sido relatada também
459 como um indicador de ausência de perturbação humana no habitat (Paviolo et al. 2009).
460 O hábito catemeral pode aumentar a probabilidade de encontro do puma com uma base de presas
461 mais diversificada, ampliando assim o seu nicho trófico (Martín et al. 2013; Scognamillo et al.
462 2003). Isso poderia ser especificamente benéfico para um predador generalista como o puma que
463 consome uma variedade mais ampla de presas, incluindo presas diurnas e noturnas (Muñoz et al.
464 2010; Oliveira 2002). Espécies de predadores em geral podem ser capazes de ajustar seu padrão de
465 atividade às condições locais para evitar predação, competição e atividade humana, aumentando
466 assim sua aptidão (Muñoz et al. 2010; Paviolo et al. 2009). Diversos estudos sugerem que o puma
467 define sua atividade espaço-temporal com base na atividade de suas principais presas (Carrillo et al.
468 2009; Emmons 1987; Mendes & Chivers 2007).

469 Com base nos resultados aqui obtidos *Mazama* sp. não parecem ser as principais presas de puma,
470 pois a sobreposição temporal de atividade não é muito elevada, mas poderão ser presas ocasionais
471 ou complementares. Especulamos que, nas nossas áreas amostrais, o puma poderá estar
472 aproveitando o período crepuscular para predar indivíduos do gênero *Mazama*. No entanto, seu
473 hábito catemeral facilita a predação de outras presas ao longo das 24h, pois é sabidamente um
474 predador oportunista, se alimentando de grande variedade de espécies, como porcos, pacas, quatis,
475 aves, répteis, gambás, tatus e grandes roedores (Azevedo et al. 2013; Foster et al. 2013; Oliveira
476 2002; Polisar et al. 2003).

477

478 Conclusão

479 Embora tenhamos nos deparado com um número final baixo de registros, o que nos indica que o
480 puma é uma espécie rara no RS em comparação com outras áreas do mesmo bioma (Paviolo et al.
481 2009), nosso estudo conseguiu levantar diversas informações a respeito da ecologia da espécie, que

482 até então eram desconhecidas para áreas do Sul da Mata Atlântica. Mamíferos do mundo inteiro
483 vêm sofrendo com a perda e degradação do habitat, dessa forma, unidades de conservação mostram-
484 se cada vez mais fundamentais no cenário atual, desempenhando grande importância no abrigo das
485 espécies. No entanto, as unidades de conservação necessitam de estratégias de manejo que só são
486 adquiridas a partir de estudos a respeito da ecologia das espécies. Por mais que o puma apresente
487 ampla distribuição pelas Américas, precisamos nos ater mais aos seus padrões ecológicos locais,
488 pois cada população poderá estar respondendo de maneira diversa às condições específicas de uma
489 determinada região. Com efeito, são as diversas populações que garantem a sobrevivência da
490 espécie como um todo (Ceballos et al. 2017).

491 Nossos resultados sugerem que as populações de puma no limite sul da Mata Atlântica dependem
492 da preservação dos remanescentes de floresta e da manutenção de populações estáveis de suas
493 presas nativas, diminuindo também a pressão de caça ilegal resultante de predação de puma sobre o
494 gado. A viabilidade do fluxo gênico entre populações dependerá não só da manutenção e eventual
495 restauração desses remanescentes nas atuais unidades de conservação da região, mas também da
496 criação de corredores entre as mesmas.

497

498 Referências

499 Agostinelli C, Lund U (2017). R package 'circular': Circular Statistics (version 0.4-93). URL [https://r-forge.r-](https://r-forge.r-project.org/projects/circular/)
500 [project.org/projects/circular/](https://r-forge.r-project.org/projects/circular/). Accessed 08 October 2018

501 Angelo C De, Paviolo A, Bitetti M Di (2011) Differential impact of landscape transformation on pumas (*Puma*
502 *concolor*) and jaguars (*Panthera onca*) in the Upper Paraná Atlantic Forest. In: Diversity and Distributions, 17, pp 422-
503 436

504 Azevedo FCC (2008) Food habits and livestock depredation of sympatric jaguars and pumas in the Iguazu
505 National Park area, South Brazil. In Biotropica, 40(4): 494-500

506 Azevedo FCC, Canuto V, Souza F, Widmer CE (2016) Puma (*Puma concolor*) predation on tapir (*Tapirus*
507 *terrestris*). In: Biota Neotropica 16(1):1-4

508 Azevedo FC, Lemos FG, Almeida LB, Campos CB, Beisiegel BM, Paula RC, Junior PGC, Ferraz KMPMB,
509 Oliveira TG (2013) Avaliação do risco de extinção da Onça-parda *Puma concolor* (Linnaeus, 1771) no Brasil. In:
510 Biodiversidade Brasileira, Iperó, São Paulo, 3(1):107-121

511 Azevedo FC, Lemos FG, Feitas-Junior MC, Rocha DG, Azevedo FCC (2018) Puma activity patterns and
512 temporal overlap with prey in a human-modified landscape at Southeastern Brazil. In: Journal of Zoology, 305:246-255

513 Bitetti MS Di, Paviolo A, Angelo C De (2006) Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus*
514 *pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. In: Journal of zoology, 270:153-163

515 Blochtein B, Villwock JA, Mondin CA, Lahm RA, Fontana C, Hoppe L, Junior DNS, Wilk EO, Mello RSP
516 (2011) Plano de manejo: PRÓ-MATA Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza. pp 258

517 Burnham KP, Anderson DR (2002) Model selection and multimodel inference. In: Springer, New York, USA

518 Carrillo E, Fuller TK, Saenz JC (2009). Jaguar (*Panthera onca*) hunting activity: effects of prey distribution
519 and availability. In: Journal of Tropical Ecology, 25:563–567

520 Castilho CS, Marins-Sá LG, Benedet RC, Freitas TO (2011) Landscape genetics os mountain lions (*Puma*
521 *concolor*) in southern Brazil. In: Mammalian Biology, 76(4):476-483

522 Ceballos G, Ehrlich PR, Dirzo R (2017) Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled
523 by vertebrate population losses and declines. In: PNAS Early, pp 1-8

524 Cherem JJ (2005) Registros de mamíferos não voadores em estudos de avaliação ambiental no sul do Brasil.
525 In: Biotemas, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil, 18(2):169-202

526 Culver M, Hedrick PW, Murphy K., O'Brien SJ, Hornocker M (2008). Estimation of the bottleneck size in
527 Florida panthers. Animal Conservation, 11:104-110

528 Currier MJ (1983). *Felis concolor*. Mammalian Species, 200: 1-7

529 Cruz P, Iezzi ME, Angelo C De, Varela D, Bitetti MS Di, Paviolo A (2018) Effects of human impacts on
530 habitat use, activity patterns and ecological relationships among médium and small felids of the Atlantic Forest. In:
531 PLoS ONE, 13(8):1-21

532 Díaz LS, Vilchis OM, González ZZ (2016) Activity pattern of puma (*Puma concolor*) and its main prey in
533 central Mexico. In: Animal Biology, 66:13-20

534 Elbroch LM, Kusler A (2018) Are pumas subordinate, and does it matter? In: Peer J, pp 22

535 Elbroch LM, Wittmer HU (2012) Puma spatial ecology in open habitats with aggregate prey. In: Mammalian
536 Biology, 77: 377-384

537 Emmons LH (1987) Comparative feeding ecology of felids in a Neotropical rainforest. In: Behavioral Ecology
538 and Sociobiology, 20:271–283

539 Ernest HB, Vickers TW, Morrison SA, Buchalski MR, Boyce WM (2014) Fractured genetic connectivity
540 threatens a Southern California Puma (*Puma concolor*) population. In: PLoS ONE 9(10)

541 Foster VC, Sarmiento P, Sollman R, Tôrres N, Jácomo ATA, Negrões N, Fonseca C, Silveira L (2013) Jaguar
542 and Puma Activity Patterns and Predator-Prey Interactions in Four Brazilian Biomes. In: Biotropica, 45(3):373-379

543 Foster RJ, Harmsen BJ, Valdes B, Pomilla C, Doncaster CP (2009) Food habits of sympatric jaguars and
544 pumas across a gradient of human disturbance. In: Journal of Zoology, 280:309 – 318

545 FZBRS Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (2014). Avaliação do Estado de Conservação de Espécies
546 da Fauna. Lista Vermelha da Fauna, anexo I

547 González CEG, González CAL (2017) Jaguar interactions with pumas and prey at the northern edge of jaguars'
548 range. In: PeerJ, pp 1-16

549 Harmsen BJ, Foster RJ, Silver SC, Ostro LET, Doncaster CP (2009) Spatial and temporal interactions of
550 sympatric jaguars (*Panthera onca*) and pumas (*Puma concolor*) in a neotropical forest. In: Journal of Mammalogy,
551 90(3):612-620

552 Hayward MW, Henschel P, O'Brien J, Hofmeyr M, Balme G, Kerley GI (2006) Prey preferences of the
553 leopard (*Panthera pardus*). In: Journal of Zoology, 270:298-313

554 Hernández SAD, Rosas ROC, Palacio NJ, Tarango ALA, Clemente SF, Hoogsteijn AL (2013) Activity
555 patterns of jaguar, puma and their potential prey in San Luis Potosí, Mexico. In: Acta Zoológica Mexicana, 29(3):520-
556 533

557 Hernández SAD, Rosas ROC, Palacio NJ, Tarango ALA, Clemente SF, Hoogsteijn AL (2015) Food habits of
558 jaguar and puma in a protected area and adjacent fragmented landscape of northeastern Mexico. In: Natural Areas
559 Journal, 35(2):308-317

560 Hines JE (2006) Presence-software to estimate patch occupancy and related parameters. USGS- PWRC
561 (version 2.12.17). www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/presence.html. Accessed 08 October 2018

562 Hornocker MG, Negri S (2009). Cougar Ecology and Conservation. In: The University of Chicago Press.
563 Chicago, pp 304

564 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2018) Parque Nacional da Serra Geral.
565 <http://www.icmbio.gov.br/portal/visitacao1/unidadesabertas-a-visitacao/730-parque-nacional-da-serra-geral.html>.
566 Accessed 06 November 2018

567 Kasper CB, Feldens MJ, Mazim FD, Schneider A, Cademartori CV, Grillo HCZ (2007a) Mamíferos do Vale
568 do Taquari, região central do Rio Grande do Sul. In: BIOCÊNCIAS, Porto Alegre, 15(1):53-62

569 Kasper CB, Mazim FD, Soares JBG, Oliveira TG de, Fabián ME (2007b) Composição e abundância relativa
570 dos mamíferos de médio e grande porte no Parque Estadual do Turvo, Rio Grande do Sul, Brasil. In: Revista Brasileira
571 de Zoologia, 24(4):1087-1100

572 Kerr JT (1997) Species Richness, Endemism, and the Choice of Areas for Conservation. In: Conservation
573 Biology, selection of conservation areas, York University, Canada, 11(5):1094-1100

574 Lamprecht J (1978) The relationship between food competition and foraging group size in some larger
575 carnivores: a hypothesis. In: Ethology, 46:337-343

576 Laundré JW, Hernández L (2010) Cougar: ecology and conservation: What we know about pumas in Latin
577 America. The University of Chicago Press, pp 76 – 90

578 Leite MRP, Galvão F (2002) El jaguar, el puma y el hombre en tres areas protegidas del bosque atlantico
579 costero de Paran a Brasil. In: The Jaguar in the New Millenium. Fondo de Cultura Economica, Mexico D.F., pp 237-
580 250.

581 Macdonald DW, Loveridge AJ (2010) Biology and conservation of wild felids. 1st edn, Great Clarendon
582 Street, Oxford, Oxford University Press, pp 783

583 Marinho PH, Bezerra D, Antongiovanni M, Fonseca CR, Venticinque EM (2017) Estimating occupancy of the
584 Vulnerable northern tiger cat *Leopardus tigrinus* in Caatinga drylands. In: Mammal Research

585 Martín ADH-S, Rosas-Rosas OC, Palacios-Núñez J, Tarango-Árambula LA, Clemente-Sánchez F, Hoogesteijn
586 AL (2013). Activity patterns of jaguar, puma and their potential prey in San Luis Potosí, Mexico. In: Acta Zoológica
587 Mexicana, 29:520-533

588 Marques RV, Cademartori CV, Pacheco SM (2011) Mastofauna no Planalto das Araucárias, Rio Grande do
589 Sul, Brasil. In: Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, 9(3):278-288

590 Massara RL, Paschoal AMO, Bailey LL, Doherty PFJr, Barreto MF, Chiarello AG (2018) Effect of humans
591 and pumas on the temporal activity of ocelots in protected áreas of Atlantic Forest. In: Mammalian Biology, 92:86-93

592 Mendes PAR, Chivers DJ (2007) Peccary movements as determinants of the movements of large cats in
593 Brazilian Amazonia. In: Journal of Zoology, 273:257-265

594 Miotto RA, Cervini M, Figueiredo MG, Begotti RA, Galetti Jr. PM (2011) Genetic diversity and populations
595 structure of pumas (*Puma concolor*) in southeastern Brazil: implications for conservation in a human-dominated
596 landscape. In: Conservation Genetics, 12(6):1447-1455

597 Mittermeier RA, Gil PR, Hoffman M, Pilgrim J, Brooks T, Mittermeier CG, Lamoreux J, Fonseca GAB (2005)
598 Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. University of Chicago Press,
599 pp 392

600 MMA Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2016) Livro Vermelho da Fauna Brasileira
601 Ameaçada de Extinção. Brasília/DF, pp 76

602 Muñoz AR, Maffei L, Cuéllar E, Noss AJ (2010) Temporal separation between jaguar and puma in the dry
603 forests of southern Bolivia. In: Journal of Tropical Ecology, 26:303-311

604 Murphy K, Ruth T (2010) Diet and prey selection of a perfect predator. In: Hornocker M, Negri S, Cougar:
605 Ecology and Conservation. University of Chicago Press, Chicago, pp 118–137

606 Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Foseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation
607 priorities. In: Nature - international journal of science, 403:853-858

608 Nagy RMB, Nichols JD, Chiarello AG, Ribeiro MC, Setz EZF (2017) Landscape Use and Co-Occurrence
609 Patterns of Neotropical Spotted Cats. In: PLoS ONE, 12(1):1-22

610 Negrões N, Sarmiento P, Cruz J, Eira C, Revilla E, Fonseca C, Sollmann R, Tôrres NM, Furtado MM, Jácomo
611 ATA, Silveira L (2010) Use of Camera-Trapping to Estimate Puma Density and Influencing Factors in Central Brazil.
612 In: BioOne, 74(6):1195-1203

613 Newsome TM, Dellinger JA, Pavey CR, Ripple WJ, Shores CR, Wirsing AJ, Dickman CR (2015) The
614 ecological effects of provided resource subsidies to predators. In: A Journal of Macroecology, 24: 11

615 Nielsen C, Thompson D, Kelly M, Lopez-Gonzalez CA (2015) *Puma concolor* (errata version published in
616 2016). In: The IUNC Red List of Threatened Species 2015. [http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-](http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T18868A50663436.en)
617 [4.RLTS.T18868A50663436.en](http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T18868A50663436.en). Accessed 05 November 2018

618 Nix JH, Howell RG, Hall LK, McMillan BR (2018) The influence of periodic increases of human activity on
619 crepuscular and nocturnal mammals: Testing the weekend effect. In: Behavioural Processes, 146:16-21

620 Noss RF, Quigley HB, Hornocker MG, Merrill T, Paquet PC (1996) Conservation Biology and Carnivore
621 Conservation in the Rocky Mountains. In: Conservation Biology, 10(4):949 – 963

622 Núñez-Pérez R (2011) Estimating jaguar population density using camera-traps: a comparison with radio-
623 telemetry estimates. In: Journal of Zoology 285:39-45.

624 Oliveira TG (1994). Neotropical cats: ecology and conservation. São Luís: EDUFMA.

625 Oliveira TG (2002) Ecología comparativa de la alimentación del jaguar y el puma en el Neotrópico. In: El
626 Jaguar en el nuevo milenio. Fondo de Cultura económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife
627 Conservation Society. México D.F., pp 265-288

628 Paolino RM, Versiani NF, Pasqualotto N, Rodrigues TF, Krepschi VG, Chiarello AG (2016) Buffer zone use
629 by mammals in a cerrado protected area. In: *Biotaneotropica*, 16(2):1 - 13

630 Paula TAR, Araujo GR, Deco-Souza T, Csermak Jr AC, Bergo LCF, Mantovani JE, Silva LC, Magaldi RCF,
631 Trece1 AS, Caliman JP (2015) Aspectos do uso territorial por onça parda (*Puma concolor*), através de monitoramento
632 via satélite, na região do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, MG. In: *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e*
633 *Zootecnia*, 67(1):80-88

634 Paviolo A, Blanco YE Di, Angelo CD De, Bitetti MS Di (2009) Protection Affects the Abundance and Activity
635 Patterns of Pumas in the Atlantic Forest. In: *Journal of Mammalogy*, 90(4):926-934

636 Pinto LP, Bedê L, Paese A, Fonseca M, Paglia A, Lamas I (2006) Mata Atlântica Brasileira: Os Desafios para
637 Conservação da Biodiversidade de um *Hotspot* Mundial. In: *Essências em Biologia da Conservação*, São Carlos, Brasil,
638 1st edn, pp 91-118

639 Polisar J, Maxit I, Scognamillo D, Farrell L, Sunquist ME, Eisenberg JF (2003) Jaguars, pumas, their prey
640 base, and cattle ranching: ecological interpretations of a management problem. In: *Biological Conservation*, 109:297–
641 310

642 Regolin AL, Cherem JJ, Graipel ME, Bogoni JA, Ribeiro JW, Vancine MH, Tortato MA, Oliveira-Santos LG,
643 Fantacini FM, Luiz MR, Castilho PV de, Ribeiro MC, Cáceres NC (2017) Forest cover influences occurrence of
644 mammalian carnivores within Brazilian Atlantic Forest. In: *Journal of Mammalogy*, 98(6):1721 – 1731

645 Ridout M, Linkie M (2018). Package ‘overlap’: Estimates of Coefficient of Overlapping for Animal Activity

646 Sanderson E, Chetkiewicz C, Medellín R, Rabinowitz A, Redford K, Robinson J, Taber A (2002). Prioridades
647 geográficas para la conservación del jaguar. In: *Wildlife Conservation Society*, México D.F., México, pp 601–621

648 Santos MFM dos, Pellanda M, Tomazzoni AC, Hasenack H, Hartz SM (2004) Mamíferos carnívoros e sua
649 relação com a diversidade de habitats no Parque Nacional dos Aparados da Serra, sul do Brasil. In: *Iheringia, Série*
650 *Zoologia*, Porto Alegre, 94(3):235-245

651 Sarmiento PB, Cruz J, Eira C, Fonseca C (2011) Modeling the occupancy of sympatric carnivorans in a
652 Mediterranean ecosystem. In: *Springer*, Aveiro, Portugal, 57:119-131

653 Scognamillo D, Maxit IE, Sunquist M, Polisar J (2003) Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma
654 (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. In: *Journal of Zoology*, 259(3):269–279

655 SEMA (2005) Plano de Manejo do Parque Estadual do Turvo – RS. Departamento de Florestas e Áreas
656 Protegidas, Porto Alegre, pp 355

657 Silva JMC Da, Casteleti CHM (2003) The atlantic forest of south america: biodiversity status, threats, and
658 outlook: Status of the Biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. Washington. Im: Center for Applied Biodiversity
659 Science and Island Press, pp 43-59

660 Sollmann R, Furtado MM, Hofer H, Jácomo ATA, Tôres NM, Silveira L (2012) Using occupancy models to
661 investigate space partitioning between two sympatric large predators, the jaguar and puma in central Brazil. In:
662 Mammalian Biology, 77:41-46

663 SOS Mata Atlântica, INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2018) Atlas dos remanescentes florestais
664 da Mata Atlântica período 2016-2017, São Paulo, pp 63

665 Spencer W, Romsos R Heather, Stritholt J, Scheller R, Zielinski W, Truex R (2011) Using occupancy and
666 population models to assess habitat conservation opportunities for an isolated carnivore population. In: Biological
667 Conservation. San Diego, California, 144:788-803

668 Sunquist M, Sunquist F (2002) Wild cats of the world. In: University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA,
669 pp 462

670 Tomás WM, Miranda GHB De (2003) Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida
671 silvestre: Uso de armadilhas fotográficas em estudos populacionais. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza,
672 Curitiba – PR, pp 243-267

673 U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE (2018) Northeast region conserving the nature of America: Long
674 Extinct Eastern Cougar to be Removed from Endangered Species List Correcting Lingering Anomaly.
675 <https://www.fws.gov/northeast/ecougar/index.html>. Accessed: 13 November 2018

676 Williams BK, Nichols JD, Conroy MJ (2002) Analysis and management of animal populations. Academic
677 Press, pp 817

678 Zanin M, Palomares F, Brito D (2015) What we (don't) know about the effects of habitat loss and
679 fragmentation on felids. In: Fauna & Flora International, Oryx, 49(1):96-106

680

681

682

683

684

685

686 Material Suplementar

687

688 **Tabela S1:** Resultado do modelo testando a influência da variável *estrada* sobre a detectabilidade de *P. concolor*, onde
 689 AIC é Critério de Informação de Akaike, ΔAIC é a diferença do AIC do modelo_i e o melhor modelo, w_i é o peso do
 690 AIC, K são os parâmetros e $-2\text{Log}L$ é a força de evidência de cada modelo.

Modelo	AIC	ΔAIC	w_i	K	$-2\text{Log}L$
$\psi(\cdot), p(\cdot)$	179,92	0,00	0,7311	2	175,92
$\psi(\cdot), p(\text{estrada})$	181,92	2,00	0,2689	3	175,92

691

692

693 **Tabela S2:** Teste de colinearidade de Spearman entre as variáveis, onde todos os valores de $r < 0,5$ são mantidos para
 694 os modelos.

	DLBM	onça	Espécies exóticas/domésticas	mazama
DLBM	1,00	-0,33	-0,12	-0,09
Onça	-0,33	1,00	-0,24	0,31
espécies exóticas/domésticas	-0,12	-0,24	1,00	-0,39
Mazama	-0,09	0,31	-0,39	1,00

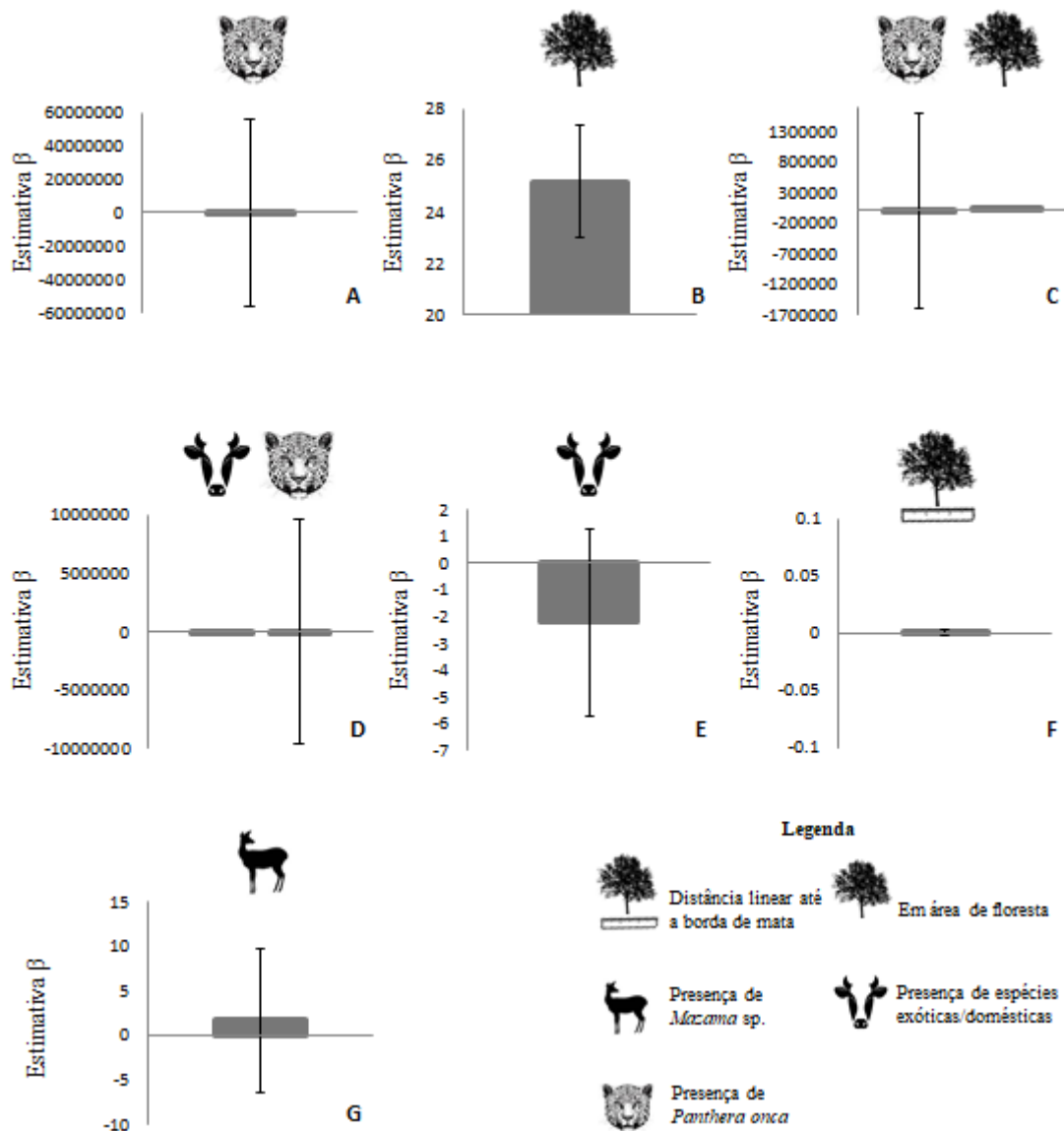
695

696

697 **Tabela S3:** Pontos amostrais, esforço (armadilhas/noite), número de capturas e ocupação pura (*naïve*) para *Puma*
 698 *concolor* nas três áreas amostradas do limite sul da Mata Atlântica.

Áreas de amostragem	Pontos amostrais	Esforço (armadilhas/noite)	Número de capturas	Ocupação pura (<i>naïve</i>)
PNSG	20	1440	3	-
CPCN PRÓ-MATA	20	1440	8	-
PET	20	1440	3	-
Amostragem total	60	4320	14	0,1786

699



700

701

702

703

704

705

Figura S4: Estimativa dos coeficientes β (barra em preto corresponde ao erro-padrão) para cada variável em cada modelo de ocupação por *Puma concolor* (puma) no conjunto do Parque Nacional da Serra Geral e Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata e Parque Estadual do Turvo incluindo todos os modelos com $\Delta AIC < 2$. **A.** (ψ [onça], p [.); **B.** ψ [floresta], p [.); **C.** ψ [onça+floresta], p [.); **D.** ψ [onça+espécies exóticas/domésticas], p [.); **E.** ψ [espécies exóticas/domésticas], p [.); **F.** ψ [DLBM], p [.); e **G.** ψ [mazama].