

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA BIOLÓGICAS

Douglas de Oliveira Berto

Cervos-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*) em áreas com maior distúrbio humano são mais noturnos

Porto Alegre

2021

Douglas de Oliveira Berto

Cervos-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*) em áreas com maior distúrbio humano são mais noturnos

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas

Orientador: Andreas Kindel

Co-orientador: Ismael Verrastro Brack

Manuscrito elaborado em formato de artigo para a submissão no periódico Journal of Mammalogy.

Porto Alegre

2021

Douglas de Oliveira Berto

Cervos-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*) em áreas com maior distúrbio humano
são mais noturnos

Trabalho de conclusão de curso de
graduação apresentado ao Instituto de
Biociências da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Biológicas

Orientador: Andreas Kindel

Co-orientador: Ismael Verrastro Brack

Porto Alegre, Maio de 2021

BANCA EXAMINADORA:

Andreas Kindel, Doutor em Botânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRGS

Ismael Verrastro Brack, Doutorando em Ecologia pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul
UFRGS

Flavia Pereira Tirelli, Doutora em Ecologia pela Universidade de Oxford
UFRGS

Renan Maestri, Doutor em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRGS

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer todas as pessoas que de alguma forma me incentivaram e me deram forças para percorrer essa trajetória.

Aos meus familiares por sempre terem acreditado em mim e estado disponíveis para ajudar e compreensíveis para entender os momentos difíceis.

Aos meus amigos que compartilharam minhas reclamações, meus surtos, minhas vitórias, minhas expedições a campo e muito mais que vivemos juntos ao longo desses anos.

Aos meus orientadores que tiveram muita paciência e parceria para me guiar por este mundo da pesquisa e carreira científica.

Aos co-autores que disponibilizaram os dados que viabilizaram a criação deste trabalho e pela vontade de participar do artigo.

A CNPQ e ao Instituto Curicaca que forneceram as bolsas de Iniciação científica que possuí nesses anos de trabalho.

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho de conclusão de curso foi redigido em formato de artigo para a submissão no periódico *Journal of Mammalogy*. A formatação seguiu as normas do periódico contendo as figuras e tabelas inseridas no corpo do texto. Aproveitei esta seção de apresentação para incluir mais informações que não serão integradas no artigo e estender a introdução com informações sobre o processo de motivação deste trabalho.

Este estudo surgiu a partir de questionamentos advindos de amostragens aéreas realizadas com drones para contagem de indivíduos de cervo-do-pantanal na unidade de conservação Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos- RS. Após a realização de alguns voos em horários considerados de atividade para espécie (6h-9h) mas sem obter nenhum registro, um questionamento surgiu entre o grupo “Será que essa população está se movimentando durante o dia para que conseguíssemos registrar com voos diurnos?”

Ao conversar com o gestor do parque, André Rosa, ele comentou dos raros momentos de encontrar algum cervo em suas caminhadas pela unidade de conservação durante o dia. Enquanto membros do nosso grupo sabiam que não se era tão incomum encontrar cervos em unidades de conservação no bioma Pantanal, assim, surgiu a motivação de vermos se os padrões de atividade dessas populações eram diferentes e se fossem, o que poderia estar influenciando essa decisão sobre a atividade.

Com registros de armadilhas fotográficas adquiridas através de anos de monitoramento realizadas pelo André e de projetos já anteriormente realizados na RPPN Sesc Pantanal-MT por membros do nosso grupo, foi possível realizar uma primeira comparação entre duas áreas que contrastavam bastante em relação as pressões humanas em seus arredores. A RPPN Sesc Pantanal-MT era nossa área representativa de um local com baixa atividade humana onde o gado foi retirado da região a alguns anos e com poucas estruturas antrópicas na região, enquanto o Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos-RS era a área de extrema atividade humana com funcionamento de máquinas agrícolas perto, histórico de caça e próxima de regiões urbanas.

Encontramos uma grande diferença no padrão de atividade dessas populações com seus picos de atividade bem afastados. A população do Pantanal apresentou uma atividade predominante diurna, enquanto a população do Rio grande do Sul possuiu um alta atividade noturna. Diante desses resultados empolgantes ficamos com vontade de avaliar se existe uma relação entre o grau de distúrbio humano ao redor da população e a proporção de atividade durante a noite. Porém, para realizarmos essa avaliação precisaríamos de mais populações amostradas com armadilhas fotográficas e mais variáveis ambientais inclusas que pudessem também influenciar a atividade do cervo.

Com o objetivo de abranger o máximo possível da distribuição do cervo e com diferentes níveis de distúrbio humano sobre as populações, entramos em contato com diversos pesquisadores que já haviam trabalhado com a espécie no Brasil e na Argentina e também com gestores de parques que abrigavam o cervo-do-pantanal.

Por fim, este trabalho é o resultado de diversos pesquisadores que decidiram juntar seus dados para que fosse dentro do possível a melhor amostragem de armadilhas

fotográficas, para realizar uma avaliação sobre os padrões de atividade do cervo do pantanal e sua relação com o distúrbio humano e outros fatores ambientais.

1 **Cervos-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*) em áreas com maior**
2 **distúrbio humano são mais noturnos**

3 Douglas de O. Berto*, Ismael V. Brack, Igor P. Coelho, Luiz F. B. de Oliveira, André
4 O. Rosa, Reginaldo Oliveira, Pedro H.F. Peres, José M. B. Duarte, Addressa R. Fraga,
5 Henrique V.B. Concone, Pedro C. Estrela, María E. Iezzi, Mario D. Bitetti e Andreas
6 Kindel.

7

8 *Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. (DOB)*

9 *Programa de Pós-Graduação em Ecologia/ Universidade Federal do Rio Grande do*
10 *Sul, Porto Alegre, Brasil. (IVB)*

11 *Núcleo de Ecologia em Rodovias e Ferrovias, Porto Alegre, Brasil. (IPC, AK)*

12 *Universidade Federal do Rio de Janeiro/Museu Nacional, Rio de Janeiro, Brasil*
13 *(LFBO)*

14 *Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura, Porto Alegre, Brasil (AOR)*

15 *Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Brasil (RO)*

16 *Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos, Jaboticabal, Brasil (PHFP, JMBD)*

17 *Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Monitoramento Ambiental/ Universidade*
18 *Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil (ARF)*

19 *Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ecologia Aplicada/Universidade de*
20 *São Paulo, São Paulo, Brasil (HVBC)*

21 *Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil (PCE)*

22 *Instituto de Biología Subtropical, CONICET-Universidad Nacional de Misiones,*
23 *Argentina (MEI, MSDB)*

24 **Correspondente: douglas.olberto@gmail.com*

25 *Resumo*

26 A segregação temporal pode ser uma resposta esperada de mamíferos para evitar
27 distúrbios humanos, através de um aumento na atividade noturna ou uma diminuição no
28 seu nível de atividade. O cervo-do-pantanal habita áreas úmidas na América do Sul,
29 com populações bastante isoladas e ameaçadas pela caça e perda de habitat. Neste
30 estudo, avaliamos a relação de duas métricas de atividade circadiana i) atividade
31 noturna e ii) nível de atividade de diferentes populações de cervo do pantanal com
32 quatro fatores ambientais (índice de influência humana (HII), presença de predadores,

33 presença de caça e latitude). Utilizamos registros de armadilhas fotográficas de seis
34 populações no Brasil e na Argentina. Estimamos os padrões de atividade de cada
35 população usando densidades de probabilidade de kernel para calcular a atividade
36 noturna e o nível de atividade. Ajustamos modelos lineares generalizados com
37 distribuição beta para analisar a relação das métricas de atividade com os fatores
38 ambientais. A atividade noturna variou de 19% a 68% entre as populações e o nível de
39 atividade entre 32% a 68%. Encontramos uma relação positiva entre o HII e a atividade
40 noturna do cervo-do-pantanal, mas nenhuma relação do nível de atividade com as
41 variáveis preditoras. As populações de cervos com maior perturbação humana em seus
42 arredores são mais noturnas, possivelmente como uma plasticidade comportamental
43 para evitar riscos e distúrbios das atividades humanas. Todavia, essas populações não
44 apresentam níveis de atividade mais curtos, o que pode permitir que desempenhem
45 funções vitais como forrageamento e reprodução. De outra perspectiva prejudicial, a
46 manutenção nos níveis de atividade das populações pode ocorrer por consequência do
47 distúrbio humano ao passarem mais tempo procurando locais seguros e vigilantes no
48 decorrer do dia. Com base em nossos modelos de escala de efeito da influência humana
49 na atividade dos cervos, para reduzir os potenciais impactos que as atividades humanas
50 possam causar nas populações de cervo, uma distância mínima de 10km de atividades
51 antrópicas é recomendada para criações de novas unidade de conservação que abriguem
52 a espécie ou gestão das zonas de amortecimento.

53 *Abstract*

54 Temporal segregation can be an expected response from mammals to avoid human
55 disturbances, through an increase in nocturnal activity or a decrease in their activity
56 level. The marsh deer inhabits wetlands in South America, with populations that are
57 quite isolated and threatened by poaching and habitat loss. In this study, we evaluated

58 the relationship of two circadian activity metrics i) nocturnal activity and ii) activity
59 level of different populations of marsh deer to four environmental factors (human
60 influence index (HII), presence of predators, presence of poaching, and latitude. Camera
61 trap records were used from six populations in Brazil and Argentina. We estimated
62 activity patterns of each population using kernel probability densities to calculate
63 nocturnal activity and activity level. We adjusted generalized linear models with beta
64 distribution to analyze the relationship between activity metrics and environmental
65 factors. Nocturnal activity varied from 19% to 68% among populations and the activity
66 level between 32% to 68%. We found a positive relationship between HII and marsh
67 deer nocturnal activity, but no relationship with the level of activity and the predictor
68 variables. Deer populations with greater human disturbance in their surroundings are
69 more nocturnal, possibly as an behavioral plasticity to avoid risks and disturbances from
70 human activities. Even so, these populations did not present shorter activity levels,
71 which can enable them to perform vital functions such as foraging and reproduction.
72 From another harmful perspective, the maintenance of the activity levels of the
73 populations can occur as a result of the human disturbance as they spend more time
74 looking for safe places and vigilant throughout the day. Based on our scale models of
75 the effect of human influence on deer activity, to reduce the potential impacts that
76 human activities may cause on deer populations, a minimum distance of 10km of
77 anthropic activities is recommended for the creation of new conservation units that have
78 the species or management of the buffer zones.

79 Palavras-Chave: padrão de atividade, noturnização, pressão humana, atividade diária,
80 nível de atividade, ciclo/atividade circadiano/a, segregação temporal, paisagem do
81 medo.

82

84 **INTRODUÇÃO**

85 As atividades humanas continuam a se expandir e modificar o ambiente terrestre do
86 planeta, onde 75% da superfície já está experimentando pressões humanas mensuráveis
87 (Venter et al. 2016a). Além disso, em diversas regiões as pressões estão rapidamente se
88 intensificando em locais com altos níveis de biodiversidade (Venter et al. 2016a).
89 Estímulos antrópicos como som de veículos, máquinas agrícolas, aeronaves, iluminação
90 artificial e presença humana podem ser percebidos pelos animais como fatores indiretos
91 de risco de predação (Frid and Dill 2002). A percepção do risco de predação varia no
92 espaço e no tempo, gerando respostas comportamentais que podem moldar a
93 distribuição dos indivíduos (evitando áreas com maior risco) e suas atividades
94 (mudanças na vigilância ou forrageio), criando uma “paisagem do medo” (Laundre et al.
95 2010).

96 Mamíferos conseguem alterar seu padrão de atividade em resposta aos distúrbios
97 humanos (Mendes et al. 2020). Na busca de explorar o ambiente da forma mais eficiente
98 possível, ao mesmo tempo que minimizam o risco de encontro com predadores, as
99 presas precisam tomar decisões baseadas no medo que sentem no ambiente (Lima and
100 Dill 1990). Para evitar o encontro com potenciais predadores, a segregação espacial e
101 temporal são possibilidades para animais que possuem a devida plasticidade
102 comportamental (Sih et al. 2011). A segregação temporal é uma alteração nos padrões
103 de atividade dos indivíduos que passam a estar ativos em momentos mais seguros. Em
104 populações que persistem em paisagens remanescentes, ou que sofrem com conflitos
105 difíceis de evitar espacialmente, a segregação temporal pode ser uma alternativa ou um
106 complemento à segregação espacial (Kronfeld-Schor and Dayan 2003). Os humanos,

107 como predadores que apresentam atividade diurna, podem induzir os animais a
108 alterarem suas atividades para o período crepuscular ou noturno e assim reduzir os
109 riscos de encontro com seres humanos (Gaynor et al. 2018).

110 A alteração para um comportamento majoritariamente noturno em consequência de
111 pressões antrópicas pode afetar negativamente a reprodução e a sobrevivência dos
112 indivíduos (Sih 2013). Alguns animais adaptados ao período diurno possuem certas
113 limitações de plasticidade comportamental devido a sistemas sensoriais (e.g. visão)
114 desenvolvidas para o período com maior luminosidade. Assim, quando ativos durante a
115 noite, os indivíduos podem ser afetados pela redução na eficiência do forrageamento,
116 baixa capacidade de navegação, perturbação do comportamento social (e.g.
117 territorialidade, cuidado parental, formação de bandos), custos metabólicos mais
118 elevados e menor encontro de parceiros sexuais (Sih 2013). Essa alteração nos padrões
119 de atividade dos indivíduos pode ser com a intenção de reduzir os riscos de predação,
120 contudo as atividades humanas podem confundir os animais através de pistas indiretas
121 de percepção de risco e levar a uma falsa percepção da distribuição deste risco podendo
122 ocasionar a encontros fatais com predadores naturais ou caçadores no período noturno
123 (Frid and Dill 2002).

124 Herbívoros de médio e grande porte são altamente influenciados pela presença humana,
125 por serem comumente espécies alvo de caça ou por naturalmente serem presas de outros
126 predadores, e, portanto, possuem respostas comportamentais a potenciais predadores.
127 Diversos cervídeos como o *Mazama americana* podem apresentar maior atividade
128 noturna em locais acessíveis e de maior circulação humana (Di Bitetti et al. 2008;
129 Espinosa and Salvador 2017). O cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*) é o maior
130 cervídeo da América do Sul e pode ser afetado por diversas ações humanas que
131 ameaçam suas populações, incluindo a caça ilegal. O padrão de atividade do cervo-do-

132 pantanal descrito na literatura é controverso. Lehndal (2008), por exemplo, através de
133 estudos de monitoramento com colares GPS descreve que a espécie apresenta um
134 comportamento principalmente noturno, enquanto Voss (1981) e Pinder and Grosse
135 (1991) por observações diretas afirmam que a espécie é mais diurna. Outros autores
136 sugerem que o cervo-do-pantanal pode tornar-se noturno em locais onde ocorre caça ou
137 perseguição (Nogueira-Neto 1973).

138 Nosso objetivo foi avaliar a relação da atividade diária de diferentes populações de
139 cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*) com o distúrbio humano no entorno e
140 outros fatores que podem influenciar a atividade dos cervos. Realizamos esta avaliação
141 usando registros de armadilhas fotográficas advindas de seis populações de cervo-do-
142 pantanal no Brasil e na Argentina. Especificamente, testamos a relação de duas métricas
143 da atividade circadiana, a atividade noturna (i.e. proporção de atividade durante a noite)
144 e o nível de atividade (i.e. proporção de tempo ativo durante seu ciclo diário), com
145 quatro variáveis preditivas: 1) o índice de influência humana; 2) a presença de caça; 3) a
146 presença de predadores nativos (onça-pintada, *Panthera onca*) e 4) a latitude como
147 indicador de diferenças climáticas entre as populações. Esperamos que quanto maior o
148 distúrbio humano no entorno da população de cervo-do-pantanal, i) maior será a
149 atividade noturna e ii) menor o nível de atividade, independente do momento do dia em
150 que a atividade está distribuída, sendo estas as hipóteses com maior suporte empírico
151 para explicar a atividade do cervo. Para locais com presença de caça, esperamos i)
152 maior atividade noturna e ii) menor nível de atividade das populações de cervo,
153 enquanto para locais onde há a presença de onça-pintada, imaginamos um
154 comportamento mais diurno do cervo. E em áreas de alta latitude podemos esperar uma
155 menor atividade noturna dos cervos, devido a noites mais frias nestes locais.

156 **MÉTODOS**

157 *Espécie Alvo*

158 O cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*) é o maior cervídeo da América do Sul,
159 com indivíduos que chegam até 150kg (Duarte et al. 2012). Habita áreas alagáveis como
160 banhados, a espécie possui adaptações morfológicas específicas para este ambiente
161 como membranas interdigitais e membros longos (Pinder and Grosse 1991). Muitas
162 populações da espécie se encontram extremamente reduzidas e fragmentadas, com sua
163 ocorrência atual abrangendo apenas 35% da distribuição original (Weber and Gonzalez
164 2003). Os avanços das fronteiras agrícolas e urbanas, doenças introduzidas pelo gado
165 doméstico, atividades de caça e construção de hidrelétricas são os principais fatores que
166 levam a classificação da espécie como Vulnerável (VU) na Lista Vermelha da União
167 Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e Criticamente em Perigo (CR)
168 nos estados brasileiros de Minas Gerais, Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul (Duarte
169 et al. 2012; Andriolo et al. 2013).

170 *Áreas de estudo*

171 Amostramos seis populações de cervo-do-pantanal em diferentes locais: i) Reserva
172 Particular do Patrimônio Natural Sesc Pantanal (MT, Brasil) (16°45'S e 56°15'W); ii)
173 Fazenda San Francisco (MS, Brasil) (20°05'S e 56°36'W); iii) Parque Estadual das
174 Várzeas do Rio Ivinhema (MS, Brasil) (22°52'S e 53°41'W); iv) Estação Ecológica de
175 Jataí – (SP, Brasil) (21° 51' S e 47° 82' W); v) Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos
176 Pachecos (RS, Brasil) (30° 05' S e 50° 50' W) e vi) Parque Nacional de Iberá (CR,
177 Argentina) (56°35'W e 28°15'S) (Figura 1).

178 A RPPN Sesc Pantanal se encontra no noroeste do Pantanal, região que apresenta
179 períodos de inundação entre os meses de dezembro a abril decorrente do enchimento
180 dos rios Cuiabá e São Lourenço. A Reserva é a maior Unidade de Conservação

181 particular do Brasil com 108.000 ha. A paisagem é altamente heterogênea devido à
182 pequenas variações no relevo e ao regime de inundação, criando ambientes
183 sazonalmente inundados e secos de campos, arbustivo, cerrado, matas secas e matas
184 ciliares (Hasenack et al. 2003).

185 A Fazenda San Francisco é localizada na região centro-oeste do Brasil, inserida ao sul
186 da planície pantaneira que recebe cheias fluviais anualmente, advindas dos rios Miranda
187 e Salobra. A fazenda é uma área privada (14.231 ha) com cultivo de arroz, pecuária e
188 ecoturismo. Além das paisagens antrópicas como lavouras e pastagens, a vegetação
189 característica da região são matas ciliares, floresta estacional semidecídua e várzeas
190 (Concone 2004).

191 O Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema, localizado na bacia do rio Paraná, se
192 encontra em áreas de transição que abrangem o Cerrado e a Mata atlântica. O Parque
193 possui 73.315 ha e é caracterizado por várzeas, banhados e floresta estacional, além de
194 áreas de pastagem formadas por gramíneas exóticas (Ricardo and Gonçalves 2008).

195 A Estação Ecológica de Jataí situa-se no sudeste do Brasil em uma zona de transição
196 entre os biomas do Cerrado e Mata Atlântica (Ab'Saber 1977). Com 5.532 ha, a EEJ
197 contém o cerradão como fisionomia predominante, mas ainda mantém áreas de cerrado
198 *sensu stricto* em estágio secundário, matas de galeria e mata estacional semidecídua. A
199 área ainda mantém um mosaico de ecossistemas aquáticos incluindo brejos, córregos,
200 lagoas marginais e várzeas pertencentes ao principal curso de água, o rio Mogi- Guaçu.
201 Além disso, há o cultivo de cana-de-açúcar, entre outros tipos de plantação, e
202 propriedades privadas ao longo das bordas externas das planícies (Figueira et al. 2005).

203 O Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos (2.534 ha) é uma unidade de
204 proteção integral localizado no sul do Brasil e integrado a Área de Proteção Ambiental

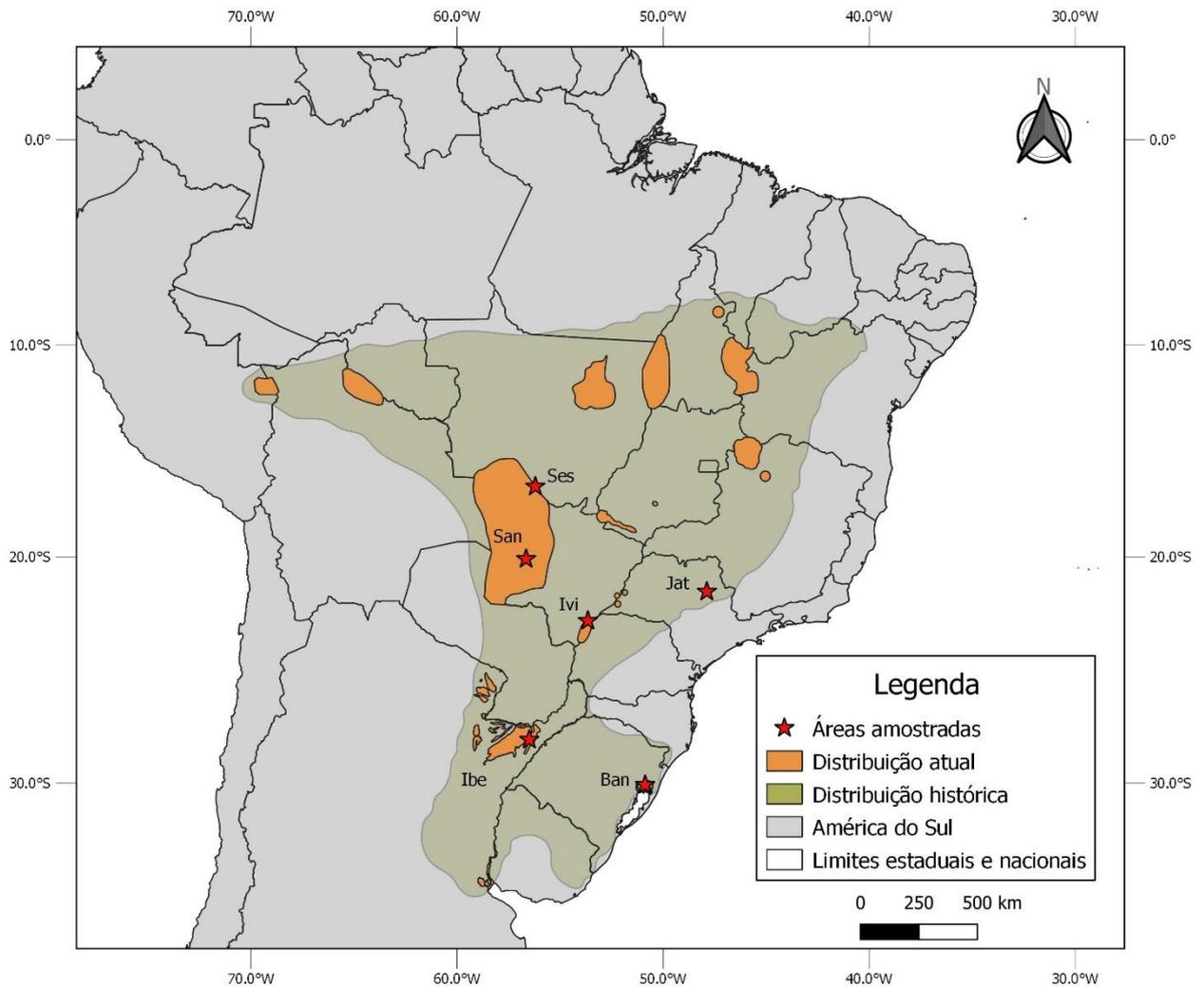
205 Banhado Grande. As Unidades de conservação estão inseridas na bacia do rio Gravataí e
206 em uma região de transição entre os biomas Mata Atlântica e Pampa. A região é
207 caracterizada por um mosaico de paisagens que incluem florestas de restinga, florestas
208 brejosas, florestas de encosta, banhados, maricazais, pastagens mistas e vegetação de
209 dunas. Atualmente a região se encontra bastante antropizada com áreas de cultivo de
210 arroz irrigado, pastagens para gado, monoculturas de eucalipto e áreas suburbanas ao
211 redor do Refúgio (Aguiar 2015).

212 O Parque Nacional de Iberá está situado no nordeste da Argentina e incluso na região
213 dos Esteros del Iberá. O Parque contém 250.000 ha e é formado por um mosaico de
214 paisagens de pastagens temporariamente inundadas, pântanos, bosques e matas de
215 galeria. A silvicultura (*Pinus* sp. E *Eucalyptus* sp.) e a pecuária bovina são as principais
216 atividades produtivas presentes na região (Di Bitetti et al. 2020).

217 *Coleta de dados*

218 Os registros de cervo-do-pantanal foram obtidos através de armadilhas fotográficas em
219 seis regiões de ocorrência da espécie. Devido aos diferentes objetivos para os quais os
220 estudos foram desenhados, os modelos de câmera, a distribuição das estações de
221 câmeras, a altura de instalação e o esforço amostral variaram consideravelmente entre as
222 seis regiões (Figura 2). Consideramos como registros independentes de cervos-do-
223 pantanal as fotos consecutivas em um intervalo de até 15 minutos.

224



225 **Figura 1:** Distribuição atual e histórica do cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*)
 226 e localização das áreas amostradas neste estudo. Ses = RPPN Sesc Pantanal, Ivi= Parque
 227 Estadual Ivinhema, Ibe= Parque Nacional Iberá, Jat= EEC de Jataí, Ban= REVS
 228 Banhado dos Pachecos e San= Fazenda San Francisco.

229

230 A partir dos horários de cada registro, geramos as curvas dos padrões de atividade
 231 (distribuição de atividade do animal ao longo do dia) para cada população. Para isso,
 232 primeiro foi realizado um ajuste no horário de todos os registros para horário solar
 233 (padronizando a partir dos horários de nascer e pôr-do-sol), permitindo a comparação
 234 entre diferentes latitudes e fusos horários. Este procedimento foi realizado com a função
 235 *sunTime* do pacote *overlap* (Ridout and Linkie 2009) no programa R v.3.6 (R Core
 236 Team 2020). Em seguida, para ajustarmos as curvas de atividade, utilizamos o método

237 de densidade circular de probabilidade Kernel com seus intervalos de confiança obtidos
238 a partir de 999 amostras de reamostragem *bootstrap* suavizadas, através da função
239 *fitiact* do pacote *activity* (Rowcliffe et al. 2014) no programa R v.3.6 (R Core Team
240 2020).

241 Medimos duas métricas circadianas com base nas curvas dos padrões de atividade: i) o
242 nível de atividade (i.e. proporção de tempo ativo durante um ciclo de 24h) e a ii)
243 atividade noturna (i.e. proporção de atividade durante a noite). O nível de atividade foi
244 calculado a partir da área abaixo da curva do padrão de atividade e teve seu erro padrão
245 e intervalo de confiança de 95% calculado pela mesma função *fitiact* do pacote *activity*
246 (Rowcliffe et al. 2014) no programa R v.3.6 (R Core Team 2020). A atividade noturna
247 foi calculada a partir proporção da área abaixo da curva de atividade no intervalo de
248 horário das 18h-06h. Calculamos o erro padrão e o intervalo de confiança de 95% da
249 atividade noturna através do método de *bootstrap* BCa (Puth et al. 2015), a partir de
250 10.000 iterações usando o pacote *boot* (Canty and Ripley 2015).

251 Testamos quatro variáveis ambientais (Índice de Influência Humana, presença de caça,
252 presença de onça-pintada e latitude) em relação as duas métricas circadianas das
253 populações. O Índice de Influência Humana (HII) foi obtido do mapa “*Human*
254 *Footprint*” (resolução = 1 x 1 km) (Venter et al. 2016b) e utilizado como *proxy* do
255 distúrbio humano no entorno de cada área. Esse índice, com escala de 0 a 50 de
256 influência por pixel, foi gerado compilando oito variáveis de pressão humana: 1) áreas
257 construídas, 2) densidade populacional, 3) luzes noturnas, 4) campos agrícolas, 5)
258 pastagens, 6) estradas, 7) ferrovias e 8) vias navegáveis (Venter et al. 2016b). A partir
259 da localização das câmeras que registraram cervos-do-pantanal, geramos para cada
260 população um Mínimo Polígono Convexo (MPC). Para testar em que escala o HII
261 apresenta melhor relação com as duas métricas de atividade dos cervos (i.e. escala de

262 efeito) (Jackson and Fahrig 2015), criamos diferentes extensões de *buffers* (1, 3, 5, 10,
263 25 e 50 km) centrados no MPC de cada área e calculamos a média do HII. Realizamos
264 este procedimento no programa QGIS 3.8 (QGIS Development Team 2016). A latitude
265 foi retirada do ponto central de cada um dos MPC e escolhemos essa variável para
266 captar a possível influência das diferenças de temperatura e sazonalidade entre regiões.
267 Diferente das outras duas variáveis preditoras (HII e latitude), a presença ou ausência de
268 caça e onça-pintada (*Panthera onca*) são variáveis categóricas, pois não tínhamos dados
269 necessários para estimarmos a frequência de caçadores ou a densidade de onças em
270 todas as áreas. Para isso, perguntamos para os pesquisadores experientes dos locais e
271 gestores das áreas se nos últimos anos ocorreu uma pressão baixa (considerada ausente)
272 ou alta (considerada presente) de caça nas áreas e se existe registro de ocorrência de
273 onça-pintada na região.

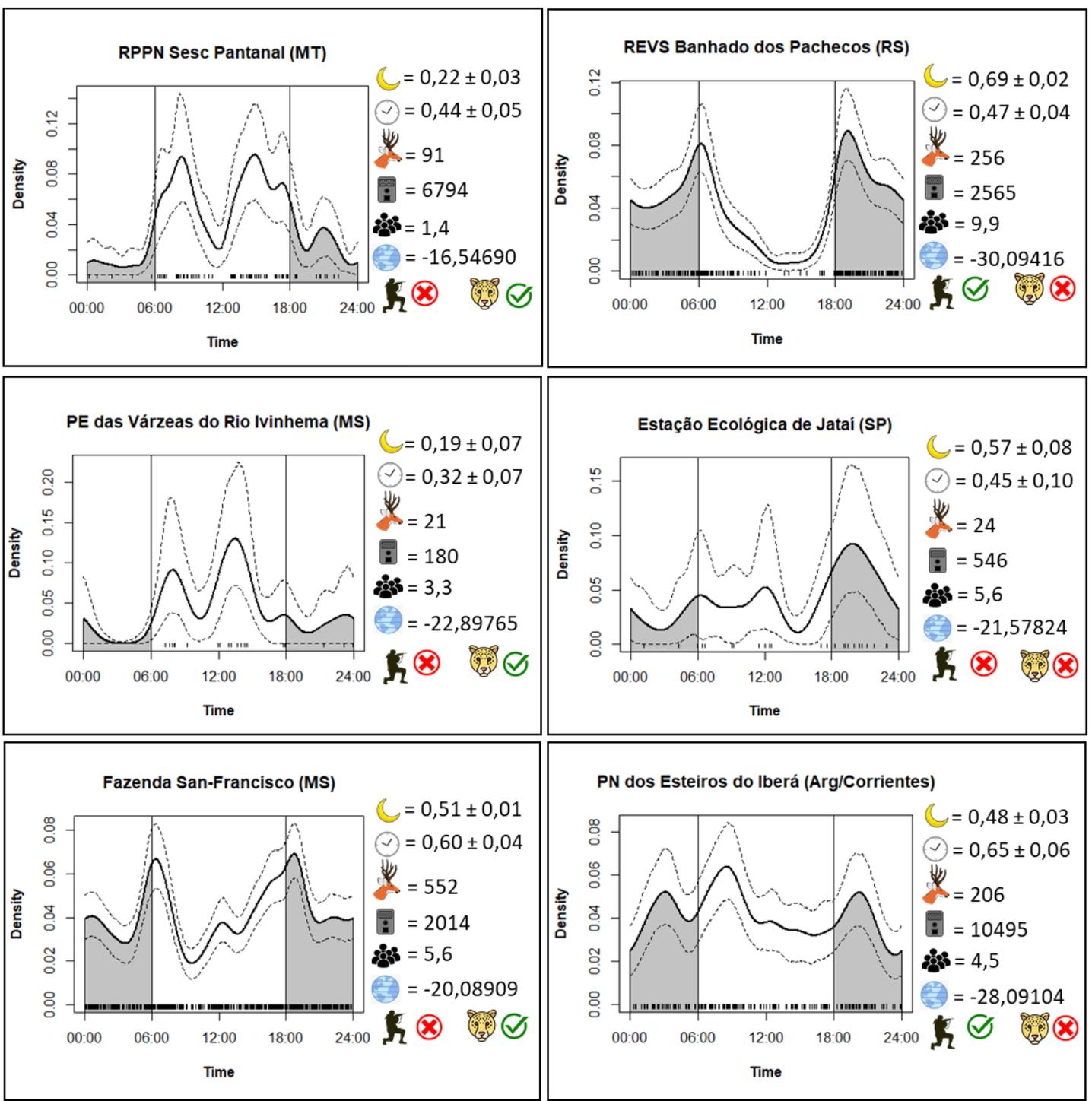
274 *Análises*

275 Para testar a relação das métricas circadianas (atividade noturna e nível de atividade)
276 com as variáveis preditoras (Índice de Influência Humana, presença de caça, presença
277 de onça-pintada e latitude), utilizamos modelos lineares generalizados com distribuição
278 beta (GLM beta). Empregamos uma distribuição beta porque nossas variáveis resposta
279 (atividade noturna e nível de atividade) correspondem a proporções, ou seja, números
280 reais entre zero e um (Bolker 2008). Ajustamos os GLM beta sob a perspectiva de
281 máxima verossimilhança usando o pacote *betareg* (Cribari-Neto and Zeileis 2010) do
282 programa R (R Core Team 2020) para analisarmos as relações entre as variáveis
283 resposta e preditoras

284 Para determinarmos a escala de efeito da relação entre o HII e a atividade noturna,
285 competimos seis modelos, cada um com o HII médio sendo medido em uma das

286 diferentes escalas, 1, 3, 5, 10, 25 e 50 km de raio de *buffer*). O mesmo foi feito para a
 287 relação entre o HII e o nível de atividade. Ranqueamos os modelos de escala usando o
 288 Critério de Informação de Akaike para Amostras Pequenas (AICc) (Burnham and
 289 Anderson 2002). Em seguida, competimos, também através de AICc, cinco modelos
 290 para as duas variáveis resposta, cada modelo incluindo o índice de influência humana
 291 (HII) na escala de efeito selecionada, caça, onça ou latitude, além de um modelo nulo
 292 (constante).

293



294 **Figura 2:** Curvas de atividade e informações das populações de cervo-do-pantanal
 295 amostradas. Área acinzentada representa o período ativo durante a noite (00:00h-06:00h
 296 e 18:00h-24:00h), linha contínua representa os valores da função de densidade de
 297 probabilidade do kernel, as linhas pontilhadas são os intervalos de confiança de 95% e
 298 marcações pretas na base do gráfico representam os registros. 🌙 = porcentagem de
 299 atividade noturna, 🕒 = porcentagem de tempo ativo durante 24h, 🦌 = registros
 300 independentes de cervo, 📷 = esforço amostral (câmera-dia), 👤 = índice de influência
 301 humana/km² (escala de 0 a 50), 🌐 = latitude em graus decimais, 🏹 = caça na
 302 região, 🐅 = onça na região, ❌ = ausência, ✅ = presença.

303 RESULTADOS

304 Obtivemos entre 21 e 522 registros de cervos em cada uma das populações (Figura 2).
 305 Populações como a do REVS Banhado dos Pachecos (RS, Brasil) e Estação Ecológica
 306 do Jataí (SP, Brasil) apresentaram uma elevada atividade noturna e influências
 307 relativamente altas de atividade humana em seus arredores (Figura 2). Os níveis de
 308 atividade variaram entre 32% e 65% nas populações. Quatro das seis áreas apresentaram
 309 caça nos últimos anos e três das seis possuem ocorrência de onça-pintada (Figura 2).

310 Em relação a atividade noturna, os modelos com HII médio medido nos *buffers* de 1, 3,
 311 5 e 10 km apresentaram menor AICc e com valores de pesos de evidência muito
 312 próximos ($\Delta AICc \leq 2$), enquanto para o nível de atividade todos os *buffers* se
 313 mostraram similares (Tabela 1). Utilizamos o *buffer* de 1km na etapa seguinte de
 314 seleção, pois foi o modelo melhor ranqueado para as duas variáveis resposta.

315 **Tabela 1:** Resultado da seleção de modelos com a escala de efeito do HII (Índice de
 316 influência humana) em relação a (a) Atividade noturna e (b) Nível de atividade de
 317 populações de cervo-do-pantanal. A *nocturnality* é a porcentagem de atividade noturna,
 318 o *level* é a porcentagem de atividade durante um ciclo diário de 24h. e o *human "x" km* é
 319 a média do índice de influência humana em um buffer de "x" quilômetros.

Modelo	K	AICc	$\Delta AICc$	wAICc	AIC
<i>a. Atividade noturna</i>					
<i>nocturnality ~ human1km</i>	3	4.68	0	0.35	-7.31
<i>nocturnality ~ human10km</i>	3	5.68	1.00	0.21	-6.32
<i>nocturnality ~ human3km</i>	3	5.51	1.13	0.20	-6.18

<i>nocturnality ~ human5km</i>	3	6.45	1.77	0.14	-5.54
<i>nocturnality ~ human25km</i>	3	7.94	3.26	0.07	-4.05
<i>nocturnality ~ human50km</i>	3	9.33	4.65	0.03	-2.66
<i>b. Nível de atividade</i>					
<i>level ~ human1km</i>	3	8.02	0	0.18	-3.98
<i>level ~ human50km</i>	3	8.04	0.02	0.18	-3.96
<i>level ~ human25km</i>	3	8.22	0.20	0.18	-3.78
<i>level ~ human10km</i>	3	8.25	0.23	0.16	-3.75
<i>level ~ human3km</i>	3	8.25	0.23	0.16	-3.75
<i>level ~ human5km</i>	3	8.25	0.24	0.16	-3.74

320 **K** = número de parâmetros estimados; **AICc** = Critério de informação Akaike ajustado para amostras
321 pequenas; Δ **AICc** = diferença nos valores AICc entre o modelo superior e o modelo atual; **wAICc** = Peso
322 do modelo AICc; **AIC** = Critério de informação Akaike.

323 O índice de influência humana (HII) foi a única variável com algum peso de evidência
324 (Δ AICc \leq 2) com relação a atividade noturna (Tabela 2), apesar de que, este resultado
325 deve ser interpretado com cautela, pois o modelo melhor ranqueado foi o nulo. A
326 atividade noturna apresentou uma relação positiva com o HII ($\beta = 0,27$, IC 95% =
327 0,15-0,39) (Figura 3). Embora o modelo nulo seja o melhor classificado pelo AICc,
328 quando analisamos pela perspectiva do AIC (Critério de Informação de Akaike sem o
329 ajuste para pequenas amostras), o modelo com o HII é ranqueado como o melhor e
330 único modelo explicativo (Δ AIC \leq 2) para atividade noturna (Tabela 2). Devido ao
331 nosso baixo número de amostras (n=6) deixamos como principal resultado os modelos
332 classificados pelo AICc, mas levando em conta o possível efeito de HII na atividade
333 noturna dos cervos.

334 **Tabela 2:** Resultado da seleção de modelos para (a) Atividade noturna e (b) Nível de
335 atividade de populações de cervo-do-pantanal. A *nocturnality* é a porcentagem de
336 atividade noturna e o *level* é a porcentagem de atividade durante um ciclo diário de 24h.
337 As variáveis preditoras selecionadas foram a *human1km* (média do índice de influência
338 humana em um buffer de 1 quilômetro do mínimo polígono convexo da distribuição das
339 câmeras na área), *onca* (presença ou ausência de onça pintada), *hunt* (atividade de caça
340 na região), *latitude* (coordenada de latitude) e *null* (modelo nulo).

Modelo	K	AICc	Δ AICc	wAICc	AIC
<i>a. Atividade noturna</i>					
<i>nocturnality ~ null</i>	2	3.95	0	0.55	-0.04

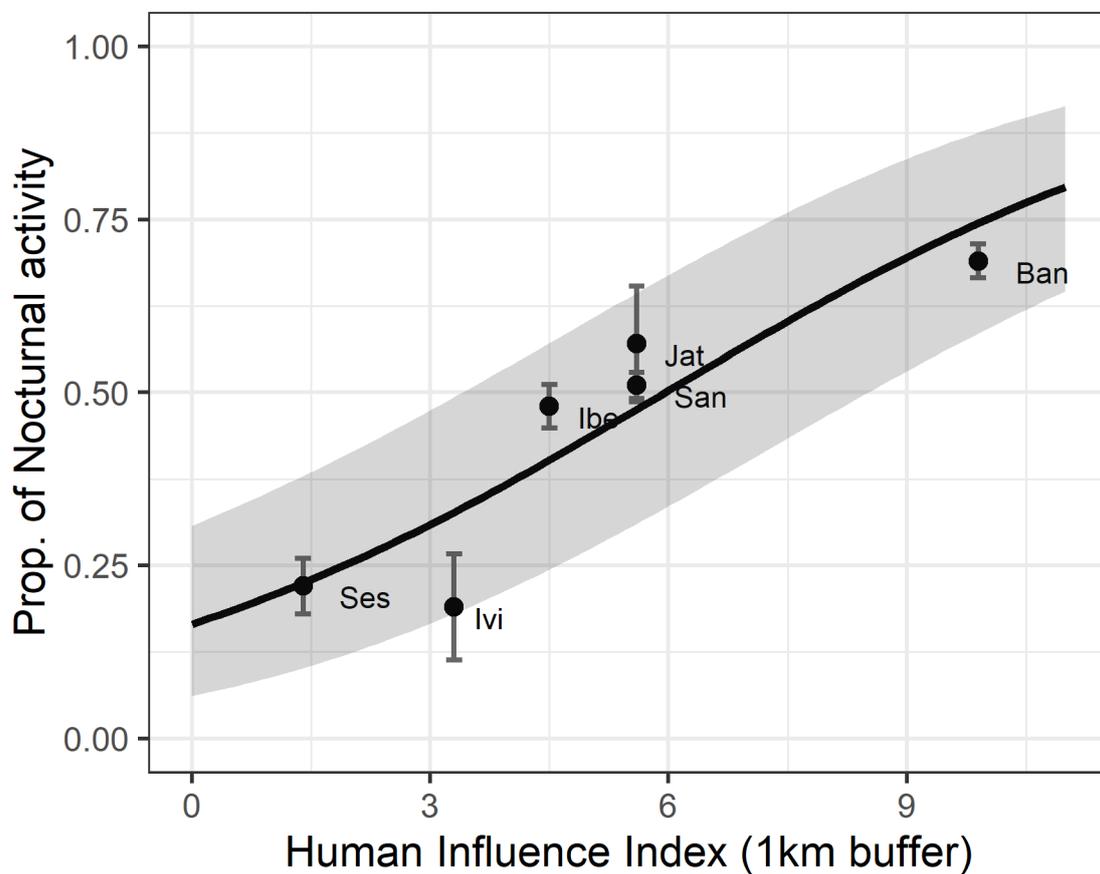
<i>nocturnality ~ human1km</i>	3	4.68	0.73	0.38	-7.31
<i>nocturnality ~ onca</i>	3	8,88	4.92	0.05	-3,12
<i>nocturnality ~ hunt</i>	3	11.39	7.44	0.01	-0.26
<i>nocturnality ~ latitude</i>	3	11.73	7.78	0.01	-0.61

b. Nível de atividade

<i>level ~ null</i>	2	-1.75	0	0.96	-5.74
<i>level ~ hunt</i>	3	6.78	8.52	0.01	-5.22
<i>level ~ onca</i>	3	7.57	9.32	0.01	-4.42
<i>level ~ latitude</i>	3	7.87	9.62	0.01	-4.12
<i>level ~ human1km</i>	3	8.02	9.76	0.01	-3.98

341 **K** = número de parâmetros estimados; **AICc** = Critério de informação Akaike ajustado para amostras
 342 pequenas; Δ **AICc** = diferença nos valores AICc entre o modelo superior e o modelo atual; **wAICc** = Peso
 343 do modelo AICc; **AIC** = Critério de informação Akaike.

344

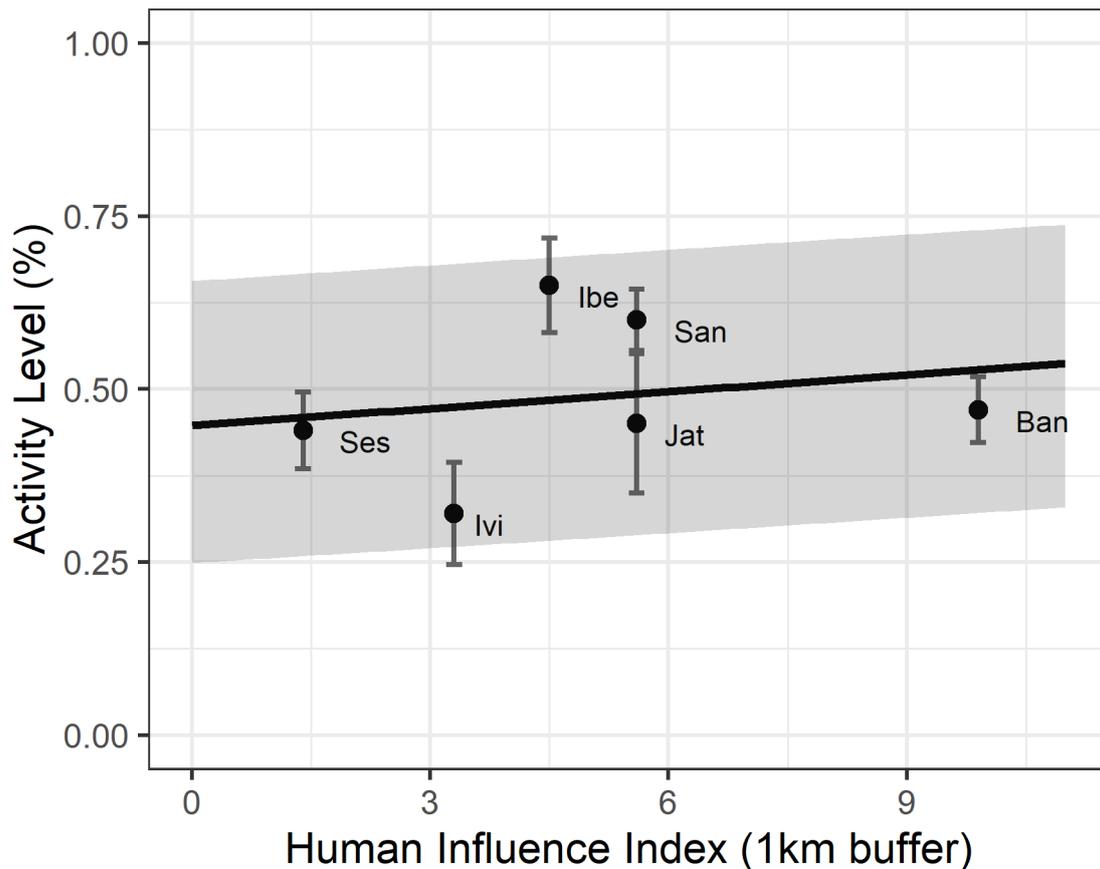


345

346 **Figura 3:** Relação entre a proporção de atividade noturna das populações de cervo-do-
 347 pantanal e o índice de influência humana (buffer = 1km), pseudo-R²=0,78. Ses = RPPN
 348 Sesc Pantanal, Ivi= Parque Estadual Ivinhema, Ibe= Parque Nacional Iberá, Jat= EEC
 349 de Jataí, Ban= REVS Banhado dos Pachecos e San= Fazenda San Francisco.

350

351 Nenhuma variável explicativa apresentou influência sobre o nível de atividade, tendo o
352 modelo nulo como melhor modelo ranqueado (Tabela 2). A relação entre nível de
353 atividade das populações de cervo e o índice de influência humana (buffer de 1km)
354 aponta para uma falta de relação entre essa variável resposta e o distúrbio humano
355 (Figura 4).



356
357 **Figura 4:** Relação entre a quantidade de atividade durante um ciclo de 24h das
358 populações de cervo-do-pantanal e o índice de influência humana (buffer = 1km) .
359 pseudo-R²=0,04. Ses = RPPN Sesc Pantanal, Ivi= Parque Estadual Ivinhema, Ibe=
360 Parque Nacional Iberá, Jat= EEC de Jataí, Ban= REVS Banhado dos Pachecos e San=
361 Fazenda San Francisco.

362

363 **DISCUSSÃO**

364 Observamos que as populações de cervo-do-pantanal com altos níveis de distúrbio
365 humano em seus arredores apresentaram uma maior atividade noturna. A atividade

366 noturna de cervos foi cerca de três vezes maior na região com maior distúrbio humano
367 (REVS Banhado dos Pachecos) do que na região menos impactada (RPPN Sesc
368 Pantanal) segundo a nossa métrica de HII. Estudos envolvendo outras espécies de
369 cervídeos como *Cervus eldi hainanus*, *Cervus elaphus* e *Capreolus capreolus*
370 corroboram com os nossos resultados, também tendo identificado uma maior atividade
371 noturna de populações próximas a locais antropizados (Pan et al. 2011; Ensing et al.
372 2014; Bonnot et al. 2020) É possível que a atividade humana esteja sendo interpretada
373 por essas populações de cervo-do-pantanal como pistas do risco de predação,
374 desencadeando comportamentos de evitamento temporal para o encontro com potenciais
375 predadores (Frid and Dill 2002), nesse caso, seres humanos com comportamentos
376 majoritariamente diurno.

377 O baixo número de populações amostradas em nosso estudo pode ter limitado a
378 capacidade de representar as relações entre as variáveis. Apesar de termos encontrado o
379 modelo nulo como melhor ranqueado para ambas as variáveis resposta pelo AICc, ao
380 analisarmos pela perspectiva do AIC sem o ajuste para amostras pequenas e menor
381 penalização para o número de parâmetros, obtivemos um ranqueamento diferente. Com
382 o ranqueamento do AIC, observamos que caso houvesse um maior número de
383 populações incluídas na análise a nossa hipótese principal, quanto maior o distúrbio
384 humano maior a atividade noturna, provavelmente teria uma relação positiva mais
385 evidente (Burnham and Anderson 2002).

386 Não encontramos relação da atividade noturna com os dois fatores diretos de encontro
387 com predadores (caçadores e onças-pintadas) que geralmente são letais. Isto pode
388 representar que interações não letais, vindo dos distúrbios antrópicos, podem
389 desempenhar maiores efeitos sobre as dinâmicas ecológicas dos cervos do que
390 interações diretas de predador-presa (Preisser et al. 2005). É provável que a pressão de

391 caça sobre as populações de cervo-do-pantanal varie entre as regiões desse estudo,
392 sendo baixa e dispersa ao longo do ano, por ser ilegal, exercendo pouca influência sobre
393 a atividade da espécie, mas também alta e frequente em determinadas áreas onde a
394 fiscalização não consegue controlar. Os locais com níveis altos de HII também podem
395 representar uma fácil acessibilidade humana ao local, o que pode retratar uma pressão
396 de caça não incluída previamente na métrica. Estudos como Kilgo (1998) e Bonnot
397 (2020) registraram aumentos na atividade noturna de cervídeos no começo das
398 temporadas de caça legalizadas. Predadores topo de cadeia induzem um comportamento
399 de evitamento nas presas, como é o caso da onça-parda (*Puma concolor*), de atividade
400 noturna, sobre o veado-mula (*Odocoileus hemionus*), ativo durante o dia (Patten et al.
401 2019). Contudo, não encontramos evidência de que a presença do maior felino das
402 américas, a onça-pintada, descrita em muitos estudos por apresentar sobreposição de
403 atividade com suas principais presas (Harmsen et al. 2011), tenha relação com a
404 atividade dos cervos. Estudos futuros realizados em uma escala mais fina e com
405 possibilidade de também avaliar o padrão das onças, talvez possam representar alguma
406 relação entre predador-presa dessas espécies.

407 É demonstrado na literatura que em locais de noites frias (alta latitude ou altitude) a
408 frequência de espécies noturnas é baixa (Bennie et al. 2014). Desta forma, incluímos a
409 possibilidade de as populações serem influenciadas pelas diferenças de temperatura
410 entre regiões relacionadas com as latitudes. Porém, está não se mostrou ter relação com
411 a atividade do cervo quando comparado com os distúrbios humanos. Os níveis de
412 atividade das populações não apresentaram relação com as pressões humanas. Em
413 contraposição com o que esperávamos nas hipóteses, os níveis de atividade não foram
414 menores em locais mais perturbados. Embora pudesse ser esperado que quanto mais
415 ativos, mais expostos a perigos os indivíduos estariam, outro estudo com ungulados

416 também encontrou baixa relação entre locais de fácil acesso para caçadores com o nível
417 de atividade, inclusive encontrando a relação inversa para algumas espécies (Espinosa
418 and Salvador 2017). Os indivíduos podem manter seus níveis de atividade constantes
419 para desempenharem funções fisiológicas vitais como forrageio e reprodução, mesmo
420 em períodos atípicos (durante a noite). E podem também apresentar um nível de
421 atividade alto em locais antropizados procurando movimentar-se mais na busca por
422 locais seguros, respondendo com comportamentos de fuga aos distúrbios ou estando
423 mais vigilantes ao longo do dia (Jayakody et al. 2008; Stankowich 2008).

424 O cervo-do-pantanal aparenta ser uma espécie que possui plasticidade comportamental
425 suficiente para se manter em regiões perturbadas. Contudo, este comportamento pode
426 ser uma armadilha ecológica (Donovan and Thompson 2001), pois ao responder a
427 estímulos antrópicos não letais e diurnos, uma alta atividade noturna pode levar a um
428 aumento no risco de encontro com predadores nativos noturnos ou caçadores ilegais. A
429 adoção desta e de outras possíveis respostas anti-predação em relação ao distúrbio
430 humano, como a permanência prolongada de vigilância, respostas de fuga precipitadas e
431 seleção de ambientes de menor risco aparente, podem resultar em diminuição da aptidão
432 de indivíduos de cervo-do-pantanal com consequências populacionais. A diminuição de
433 sobrevivência e sucesso reprodutivo dos indivíduos pode resultar da redução de tempo
434 dedicado ao forrageio ou do forrageamento em locais de baixa qualidade (Orrock et al.
435 2004), aumento de hormônios de estresse (Tarjuelo et al. 2015) ou menor crescimento
436 corporal.

437 Demonstramos neste estudo que as populações de cervo-do-pantanal podem sofrer
438 influência das atividades humanas. Diversos efeitos negativos podem advir dessas
439 alterações comportamentais, porém mais estudos específicos sobre cada população
440 devem ser realizados para que possamos quantificar este impacto. Relações predador-

441 presa, monitoramentos populacionais, quantificação das taxas de forrageio,
442 movimentação e uso do espaço são alguns estudos que nos ajudariam a entender mais
443 sobre os impactos que os cervos-do-pantanal sofrem e quais medidas de conservação
444 devem serem tomadas para a manutenção desta espécie nos locais que ainda habita. A
445 permanência do cervo como grande herbívoro pode ser benéfica para o ecossistema,
446 afetando diversas funções ecológicas como a produtividade primária, a
447 provisão/modificação de habitat, ciclagem de nutrientes e transporte de sementes
448 (Wilson et al. 2020).

449 Destacamos que a influência de distúrbios humanos no horário de atividade das
450 populações de cervo-do-pantanal pode ocorrer num entorno de até 10 km. Assim como
451 outros estudos que encontraram influência da atividade humana em distâncias um pouco
452 acima de 5km em mamíferos, nosso trabalho encontrou evidência que esta escala de
453 efeito pode variar de 1 até 10km (Benítez-López et al. 2010; Mendes et al. 2020).
454 Portanto, para reduzir as potenciais alterações nos padrões de atividade de populações
455 de cervos, atividades antrópicas que representem distúrbios para essa espécie (i.e
456 urbanização, rodovias, agricultura, caça, trilhas) deveriam ser evitadas ao máximo em
457 uma distância de até 10km dessas populações. Essa informação pode ser contemplada
458 para planejar o desenho dos limites de unidades de conservação que abriguem a espécie
459 ou na gestão das zonas de amortecimentos, ao reconhecer os potenciais impactos das
460 atividades humanas sob as populações de cervo, e assim delimitar distâncias seguras
461 que não perturbem a espécie.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. *Geomorfologia*:1–22.
- AGUIAR, A. R. DE. 2015. Diversidade de peixes de mata paludosa do Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos, Viamão, Rio Grande do Sul.
- ANDRIOLO, A. ET AL. 2013. Severe population decline of marsh deer, *Blastocerus dichotomus* (Cetartiodactyla: Cervidae), a threatened species, caused by flooding related to a hydroelectric power plant. *Zoologia (Curitiba)* 30:630–638.
- BENÍTEZ-LÓPEZ, A., R. ALKEMADE, AND P. A. VERWEIJ. 2010. The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biological Conservation* 143:1307–1316.
- BENNIE, J. J., J. P. DUFFY, R. INGER, AND K. J. GASTON. 2014. Biogeography of time partitioning in mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111:13727–13732.
- DI BITETTI, M. S., M. E. IEZZI, P. CRUZ, D. VARELA, AND C. DE ANGELO. 2020. Effects of cattle on habitat use and diel activity of large native herbivores in a South American rangeland. *Journal for Nature Conservation* 58.
- DI BITETTI, M. S., A. PAVIOLO, C. A. FERRARI, C. DE ANGELO, AND Y. DI BLANCO. 2008. Differential responses to hunting in two sympatric species of brocket deer (*Mazama americana* and *M. nana*). *Biotropica* 40:636–645.
- BOLKER, B. M. 2008. Ecological models and data in R. *Ecological Models and Data in R*:1–396.
- BONNOT, N. C. ET AL. 2020. Fear of the dark? Contrasting impacts of humans versus

- lynx on diel activity of roe deer across Europe. *Journal of Animal Ecology* 89:132–145.
- BURNHAM, K. P., AND D. R. ANDERSON. 2002. *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach Second Edition*. Springer-Verlag, New York.
- CANTY, A., AND B. RIPLEY. 2015. boot: Bootstrap R (S-Plus).
- CONCONE, H. V. B. 2004. Aspectos da ecologia e conservação da jaguatirica *Leopardus pardalis* (CARNIVORA: FELIDAE) EM AMBIENTE ANTROPIZADO DO PANTANAL DE MIRANDA, MATO GROSSO DO SUL. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- CRIBARI-NETO, F., AND A. ZEILEIS. 2010. Beta regression in R. *Journal of Statistical Software* 34:1–24.
- DONOVAN, T. M., AND F. R. THOMPSON. 2001. Modeling the ecological trap hypothesis: A habitat and demographic analysis for migrant songbirds. *Ecological Applications* 11:871–882.
- DUARTE, J. M. ., U. PIOVEZAN, E. . ZANETTI, AND H. G. . RAMOS. 2012. Avaliação do Risco de Extinção do Cervo-do-Pantanal *Blastocerus dichotimus* Illiger, 1815, no Brasil. *Biodiversidade Brasileira* 3 Ano II:3–11.
- ENSING, E. P. ET AL. 2014. GPS based daily activity patterns in european red deer and North American elk (*Cervus elaphus*): Indication for a weak circadian clock in ungulates. *PLoS ONE* 9:1–11.
- ESPINOSA, S., AND J. SALVADOR. 2017. Hunters' landscape accessibility and daily activity of ungulates in Yasuní Biosphere Reserve, Ecuador. *Therya* 8:45–52.

- FIGUEIRA, C. J., J. S. PIRES, A. ANDRIOLO, M. J. COSTA, AND J. M. DUARTE. 2005. Marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) reintroduction in the Jataí Ecological Station (Luís Antônio, SP): spatial preferences. *Brazilian journal of biology* 65:263–270.
- FRID, A., AND L. DILL. 2002. Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Ecology and Society* 6.
- GAYNOR, K. M., C. E. HOJNOWSKI, N. H. CARTER, AND J. S. BRASHARES. 2018. The influence of human disturbance on wildlife nocturnality. *Science* 360:1232–1235.
- HARMSSEN, B. J., R. J. FOSTER, S. C. SILVER, L. E. T. OSTRO, AND C. P. DONCASTER. 2011. Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. *Mammalian Biology* 76:320–324.
- HASENACK, H., J. L. P. CORDEIRO, AND G. S. HOFMANN. 2003. O clima da rppn sesc pantanal.(Relatório final do projeto Conhecendo o clima da RPPN SESC-Pantanal). Relatório técnico, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Biosciências Centro de Ecologia:31.
- JACKSON, H. B., AND L. FAHRIG. 2015. Are ecologists conducting research at the optimal scale? *Global Ecology and Biogeography* 24:52–63.
- JAYAKODY, S., A. M. SIBBALD, I. J. GORDON, AND X. LAMBIN. 2008. Red deer *Cervus elephus* vigilance behaviour differs with habitat and type of human disturbance. *Wildlife Biology* 14:81–91.
- KILGO, J. C., R. F. LABISKY, AND D. E. FRITZEN. 1998. Influences of hunting on the behavior of white-tailed deer: Implications for conservation of the Florida panther. *Conservation Biology* 12:1359–1364.
- KRONFELD-SCHOR, N., AND T. DAYAN. 2003. Partitioning of Time as an Ecological

- Resource. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34:153–181.
- LAUNDRE, J. W., L. HERNANDEZ, AND W. J. RIPPLE. 2010. The Landscape of Fear: Ecological Implications of Being Afraid. *The Open Ecology Journal* 3:1–7.
- LEHNDAL, L. 2008. Activity patterns , diurnal and nocturnal behaviour of the marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) in the Jataí Ecological Station , Brazil.
- LIMA, S. L., AND L. M. DILL. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology* 68:619–640.
- MENDES, C. P. ET AL. 2020. Landscape of human fear in Neotropical rainforest mammals. *Biological Conservation* 241.
- ORROCK, J. L., B. J. DANIELSON, AND R. J. BRINKERHOFF. 2004. Rodent foraging is affected by indirect, but not by direct, cues of predation risk. *Behavioral Ecology* 15:433–437.
- PAN, D. ET AL. 2011. Eld’s deer translocated to human-inhabited areas become nocturnal. *Ambio* 40:60–67.
- PATTEN, M. A., J. C. BURGER, AND M. MITROVICH. 2019. The intersection of human disturbance and diel activity, with potential consequences on trophic interactions. *PLoS ONE* 14:1–13.
- PINDER, L., AND A. P. GROSSE. 1991. *Blastocerus dichotomus*. *American Society of Mammalogists Blastocerus* 380:1–4.
- PREISSER, E. L., D. I. BOLNICK, AND M. F. BENARD. 2005. Scared To Death? THE EFFECTS OF INTIMIDATION AND CONSUMPTION IN PREDATOR–PREY INTERACTIONS. *Ecology* 86:501–509.

- PUTH, M. T., M. NEUHÄUSER, AND G. D. RUXTON. 2015. On the variety of methods for calculating confidence intervals by bootstrapping. *Journal of Animal Ecology* 84:892–897.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. 2016. Welcome to the QGIS project! *Qgis*. <<https://www.qgis.org/en/site/>> (22 March 2021).
- RICARDO, R., AND M. GONÇALVES. 2008. Parque Estadual Das Varzeas Do Rio Mato Grosso Do Sul.
- RIDOUT, M. S., AND M. LINKIE. 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 14:322–337.
- ROWCLIFFE, J. M., R. KAYS, B. KRANSTAUBER, C. CARBONE, AND P. A. JANSEN. 2014. Quantifying levels of animal activity using camera trap data. *Methods in Ecology and Evolution* 5:1170–1179.
- SIH, A. 2013. Understanding variation in behavioural responses to human-induced rapid environmental change: A conceptual overview. *Animal Behaviour* 85:1077–1088.
- SIH, A., M. C. O. FERRARI, AND D. J. HARRIS. 2011. Evolution and behavioural responses to human-induced rapid environmental change. *Evolutionary Applications* 4:367–387.
- STANKOWICH, T. 2008. Ungulate flight responses to human disturbance: A review and meta-analysis. *Biological Conservation* 141:2159–2173.
- TARJUELO, R. ET AL. 2015. Effects of human activity on physiological and behavioral responses of an endangered steppe bird. *Behavioral Ecology* 26:828–838.
- VENTER, O. ET AL. 2016a. Sixteen years of change in the global terrestrial human

footprint and implications for biodiversity conservation. *Nature Communications* 7:1–11.

VENTER, O. ET AL. 2016b. Global terrestrial Human Footprint maps for 1993 and 2009. *Scientific Data* 3:1–10.

VOSS, W. A. 1981. Constatação e observação de uma população residual de *Blastocerus dichotimus* (ILLIGER, 1811) (Mammalia, Cervidae). *Iheringia, serie Zoologia* 59:25–36.

WEBER, M., AND S. GONZALEZ. 2003. Latin American deer diversity and conservation: A review of status and distribution. *Ecoscience* 10:443–454.

WILSON, M. W., A. D. RIDLON, K. M. GAYNOR, S. D. GAINES, A. C. STIER, AND B. S. HALPERN. 2020. Ecological impacts of human-induced animal behaviour change. *Ecology Letters* 23:1522–1536.